

# MOTORES Y MAQUINARIA FORESTAL



**JUNTA DE ANDALUCIA**

Consejería de Agricultura y Pesca

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION AGRARIA



*A nuestros abuelos y aquellas otras personas anónimas que quemaron sus vidas en los montes para contribuir a un progreso que nunca disfrutaron.*

*Despiece manual de traviesas para el ferrocarril en la Sierra de Cazorla. Año 1921. (Cortesía: Pedro Gómez).*



# **"MOTORES Y MAQUINARIA FORESTAL"**

**Por Rufino Nieto y José Soria (\*)**

**SEGUNDA EDICIÓN**

**Cazorla - 1.995**

(\*) Del Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla (Jaén).

© *Edita:* JUNTA DE ANDALUCIA. Consejería de Agricultura y Pesca.  
*Publica:* Dirección General de Investigación Agraria  
Servicio de Publicaciones y Divulgación.  
*Colección:* **Apuntes para cursos. Nº 4 / 1990 - 2ª Edición.**  
*Autores:* R. Nieto Ojeda y J. Soria Nieto.  
*Fotografías e ilustraciones:* Varios  
*Coordinación y diseño:* Heliodoro Fernández López y Rosa M<sup>a</sup> Mateo Fernández.  
*Depósito Legal:* SE. 36 - 1991.  
*I.S.B.N.:* 84 - 87564 - 50 - X  
*Imprime:* J. de Haro. Sevilla. ☎ 95 - 433 35 43.

\* Se prohíbe la reproducción parcial o íntegra de esta publicación, sin la autorización expresa de autor/es, o editor.

## INTRODUCCIÓN

*El monte, en su más amplio sentido, cumple múltiples funciones de las que se beneficia el hombre. Unas son de índole social o indirectas, difícilmente evaluables, pero de vital importancia para la humanidad. Entre ellas están las de enriquecer en oxígeno el aire que respiramos, purificar el agua de nuestros ríos y manantiales, colaborar a que el clima de las grandes áreas forestales tengan una mayor pluviometría, atenuar las oscilaciones térmicas, y evitar la erosión del suelo. Amén del conocido interés científico-ecológico que presentan los bosques, al ser una parte importantísima de los propios ecosistemas.*

*Los montes también presentan unas funciones directas de interés económico, al proporcionar a la sociedad materias primas tan importantes como la madera, resina, frutos, pastos, etc. Sin embargo, el monte al ser una fuente "renovable" de energía, a diferencia de las energías fósiles (petróleo, carbón,...), nos permite hacer un uso o aprovechamiento racional y moderado del mismo, sin poner en peligro su supervivencia. Basta con utilizar unas técnicas selvícolas o de aprovechamientos, equilibradas y compatibles con su conservación.*

*Actualmente el ciudadano está bastante motivado del derroche de bienes naturales escasos, como la madera, de ahí la preocupación por el reciclado, entre otros productos del papel, que contribuya a la conservación de nuestros bosques. El reciclado de papel es una beneficiosa actividad ciudadana, a la que nos sumamos desde estas líneas e invitamos a que se sumen a quienes las lean. Sin embargo, el reciclado no será suficiente nunca para evitar el aprovechamiento de árboles, pues basta que el lector mire a su alrededor para que se de cuenta del enorme uso que de la madera hacemos todos, sin excepciones. Entre otras cosas, de madera es este libro, la silla en que te sientas, la mesa en que comes y la cama en que dormimos. Por ello, las nuevas generaciones, deberán seguir mimando nuestros bosques, reforestando para crear masas nuevas de árboles, que en ciertos casos se someterán a aprovechamiento, aunque éste sea racional y compatible con el futuro de la propia masa.*

*El concepto de "monte o terreno forestal" es amplio y poco preciso, pues la propia legislación forestal lo definen como "la tierra en que vegetan especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sean espontáneas o procedan de siembra o plantación, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueran objeto del mismo". Atendiendo a dicha concepción, más de la mitad de la superficie peninsular -unos 26 millones de Has.- está considerada como forestal o "monte". De tan amplia extensión, los "montes arbolados" no ocupan más allá de unos 11 millones de Has.; cantidad que drásticamente se viene reduciendo cada año por el impacto negativo de los miles de "intencionados" incendios forestales; difícil y lamentable panorama, sobre los que existen variados y ocultos intereses, y al que no se divisan soluciones inmediatas.*

*Sin entrar en matizaciones jurídicas o técnicas, podemos agrupar a los montes en dos categorías: **productores y protegidos**. En los primeros es susceptible la práctica de una selvicultura orientada principalmente a la obtención de beneficios directos, presidida siempre por la **persistencia y mejora del monte**. Los segundos englobarían a las diferentes figuras de **espacios protegidos**, contemplados en la Ley 4/89, su antecesora la 15/75 y sus homólogas en las diferentes Comunidades Autónomas.*

En estos espacios protegidos, los aprovechamientos agropecuarios o forestales deben subordinarse al mantenimiento y conservación de los ecosistemas. Su declaración como tal, obedece a diferentes objetivos, tales como el contribuir a la supervivencia de comunidades o especies necesitadas de protección; proteger aquellas áreas o elementos naturales de singular interés científico, cultural, paisajístico, etc.; o constituir una red de los ecosistemas naturales más característicos del país.

La tolerancia en la explotación de sus recursos varía de unas categorías a otras; pero centrándonos en los "Parques", como figura de espacio protegido más popular y que ocupa considerables extensiones de nuestra superficie forestal, la citada ley 4/89 establece "que se podrá limitar el aprovechamiento de recursos naturales, prohibiéndose en todo caso los incompatibles con las finalidades que hayan justificado la creación del Parque".

Resumiendo, en los montes productores el aprovechamiento de sus recursos es práctica normal y habitual; en los protegidos existen unas limitaciones a su aprovechamiento y en algunos casos determinados, no se permiten. En cualquier caso, el aprovechamiento anual de maderas a nivel nacional, suele superar los once millones de metros cúbicos.

En los últimos años, el fuego viene arrasando más de cien mil Has. de montes arbolados -más de 200.000 en 1.994- y otras tantas de matorral y pastos. Para contrarrestar tan negativo efecto, casi la única arma que disponemos, además de los planes de prevención y extinción, es la reforestación; bien con especies productivas, bien con especies rústicas autóctonas y, a veces, hasta con plantas arbustivas cuando lo que se trata es de restituir el ecosistema, evitando los efectos erosivos y el avance de la desertificación; dado el lamentable estado de degradación del suelo en muchas comarcas, incapaz de permitir la vegetación de especies climáticas arbóreas. Anualmente se viene repoblando una superficie algo inferior a la que se calcina, lo que no es suficiente para conseguir una España rica en comunidades vegetales estables, aunque colabora en neutralizar los efectos de la superficie calcinada. En Andalucía ya está en marcha un ambicioso proyecto de reforestación, denominado "Plan Forestal Andaluz", con el que se pretende que para el año 2.048 la superficie forestal arbolada de esta Comunidad Autónoma, se haya incrementado en más de 1.200.000 Has., con lo que pasaríamos de los 2,4 millones de Has. actuales a 3,6 millones, sobre un total de 4,6 millones de Has. que es la superficie considerada como de "vocación forestal" en Andalucía. A este Plan, habría que sumarle la superficie repoblada como consecuencia del abandono de tierras agrarias, como consecuencia del abandono de cultivos propuesto por la reforma de la P.A.C.

Pues bien, en todos estos procesos: reforestación, extinción de incendios, aprovechamientos de recursos, apertura de cortafuegos, construcción de vías de acceso, etc.; la mecanización hemos de considerarla como factor de primer orden, sin cuya intervención, dado la peligrosidad y dificultad de realización, impuesta tanto por la propia naturaleza de tan arduos trabajos, como por el hostil medio físico donde se realizan; no serían viables actualmente por medios íntegramente manuales, con las claras excepciones de ciertos casos y en épocas determinadas. Consideramos así a la "máquina", en su más amplia concepción, como una aliada del hombre; tanto en el aprovechamiento de recursos, como en la mejora del medio forestal, habiendo contribuido, igualmente, a dignificar la labor del obrero forestal. Así podemos constatar como, merced a la mecanización y las mejoras socio-laborales, en pocos años se pasó del "bracero", cuyo trabajo se diferenciaba poco de los esclavos romanos -aserradores, cargadores, peladores, arrieros,...-, con trabajos a destajo y de "luz a luz", a una

especialización profesional, con funciones más cómodas y mejor retribuidas -motoserristas, maquinistas, capataces,...- en la que los Centros de Capacitación Forestal, hemos aportado nuestro grano de arena.

La bibliografía específica sobre la materia en nuestro país es muy escasa, no existiendo hasta el presente, un texto único que contemplara tanto las partes de la máquina y su funcionamiento, como los medios específicos empleados para cada trabajo forestal. Consecuentemente viene este libro a llenar un humilde hueco en la bibliografía técnica; habiéndose concebido como un apoyo de las actividades docentes que, sobre la materia, intervienen tanto en Cursos reglados de Capacitación Forestal, como en los específicos o modulares de Maquinaria Forestal.

Es así mismo, un instrumento útil para maquinistas y cargos intermedios. En él encontrarán respuesta a muchas de las interrogantes que la práctica habitualmente les plantea. Pensando en ellos se han incluido varias **HOJAS DE DESCOMPOSICIÓN** sobre diferentes realizaciones concretas, en las que se describe detalladamente todo su proceso. Hemos insistido en el mantenimiento y prevención de averías, que en este sector tienen una importancia de primer orden. La "robustez, precisión y seguridad" que caracterizan a la maquinaria forestal pesada, le hace especialmente cara. Como ejemplo, diremos que un tractor forestal tiene un coste que puede triplicar al de un agrícola de similar potencia.

El valor de una avería provocada por un manejo inadecuado, omitir el mantenimiento preventivo o, simplemente, utilizar lubricantes que no cumplan las especificaciones propias de un determinado mecanismo, suele costarle al propietario a largo plazo, un buen puñado de miles de ptas. Sob a decir la importancia de una adecuada **FORMACIÓN PROFESIONAL**, tanto en los operarios que directamente las manejan, como en los capataces o jefes de equipo, para asegurar la viabilidad de estos medios.

Hemos procurado que su contenido responda a la realidad de la mecanización en nuestros montes, pues los esquemas e ilustraciones corresponden, igualmente, a unidades utilizadas y comercializadas en nuestro país y que nos fueron facilitadas por los fabricantes, importadores o distribuidores. A unos y otros agradecemos su valiosa colaboración, que nos facilitó enormemente el trabajo. Igualmente, agradecemos la favorable acogida que tuvo el libro en múltiples Centros de Formación Forestal y, como no, al apoyo mostrado por la Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera y Servicio de Publicaciones de la Consejería de Agricultura y Pesca de La Junta de Andalucía, que han hecho posible que vea la luz esta segunda edición.

LOS AUTORES



## HISTORIA

La mecanización de la mayor parte de los trabajos del sector forestal, son actualmente una realidad gracias a la invención del motor de combustión interna y del automóvil. De ellos se han tomado los mecanismos y principios que, previamente modificados y adaptados a las exigencias del medio y del trabajo forestal, han posibilitado la existencia de las máquinas tratadas en esta obra. Es aconsejable, pues, incluir en la historia de la mecanización forestal la de estos acontecimientos, que a su vez incidieron en múltiples facetas de la sociedad contemporánea.

Remontándonos al siglo XVII, se tienen noticias de diferentes intentos aislados para construir un motor a partir de la fuerza de expansión de los gases de la pólvora, que resultaron un fracaso. A principios del siglo XIX (1.804), el suizo Isaac de Rivaz patenta un motor de explosión que "funcionaba con gas u otras sustancias etéreas"; que en realidad era una pistola de Volta, a la que se adaptó un émbolo unido a una cremallera que "teóricamente" debía accionar las ruedas de un carruaje, pero que tampoco funcionó.

En 1.820, el inglés William Cecilen, describe un motor atmosférico alimentado por gas hidrógeno, desconociéndose si la idea llegó a realizarse o se quedó en proyecto. Cuatro años más tarde (1.824) otro inglés, Samuel Brown, idea otro motor similar que llega a construirse, pero que es abandonado por su bajo rendimiento; sin embargo, significó el punto de partida de las futuras investigaciones sobre el motor de combustión interna.

En 1.856, el italiano Eugenio Barsanti, escolapio que simultaneó la práctica de la religión con las matemáticas, física y mecánica; en colaboración con el conde Carlos Matteucci, construyen un motor atmosférico que funcionaba con gas y que presentaba un aceptable rendimiento. En esencia, consistía en un cilindro unido a una cremallera que transmitía el movimiento a un voluminoso volante (Fig. 1). Barsanti obtiene en 1.854 una patente inglesa para este motor y en 1.860 es construido en Suiza.

En el año 1.860, el belga Juan José Esteban Lenoir, construye un motor de combustión interna, que pronto es comercializado. Si bien se toma a Lenoir como el verdadero inventor del motor de explosión, la verdad es que el anterior motor de Barsanti era técnicamente más perfecto y de mejores rendimientos.

La aportación decisiva la realizó en 1.867 el alemán Nicolás Augusto Otto, que presenta en la exposición universal de París su motor de cuatro tiempos (Fig. 2), en el que ya se comprimía la mezcla dentro del cilindro. En su honor seguimos denominando a los motores de cuatro tiempos de ciclo "Otto". En el año 1.863, Otto se asocia con E. Langen, hijo de un acaudalado comerciante, quien funda en 1.872 la Fabrica de Motores de Gas "DEUTZ, S.A.", que sigue produciendo actualmente propulsores con calidad digna de elogio; algunos de sus modelos equipan a las más variadas máquinas forestales o de movimiento de tierras.

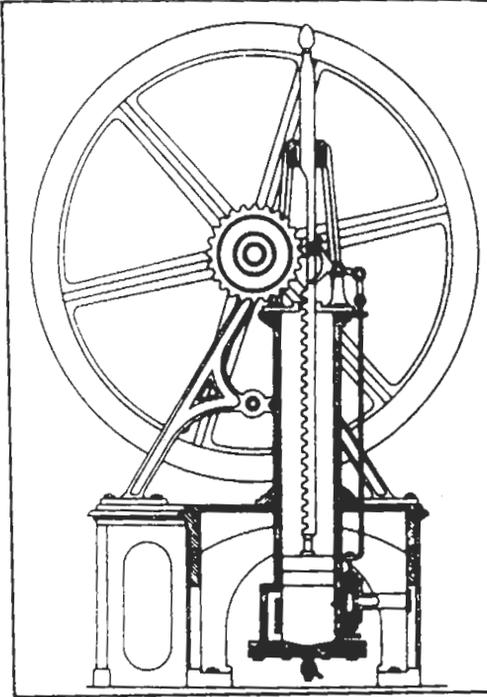


Fig. 1. Esquema del motor de Barsanti.

En la nueva fábrica ingresa Teófilo Daimler, que asume la dirección. Desde el principio, las relaciones de Otto y Daimler fueron tensas. Las grandes dotes de organización de Daimler, hacen que la fábrica produzca más de 2.000 motores en dos años. Mientras tanto, Otto perfecciona otro prototipo de motor de cuatro tiempos, que es presentado en la exposición de París de 1.878 y de nuevo se impone a todos los expuestos.

La rivalidad entre Otto y Daimler sigue en aumento, por lo que Daimler decide dejar la fábrica y montar un pequeño taller. Después de muchos trabajos, Daimler logra construir un motor que alcanza las 900 r.p.m., frente a las 150 r.p.m. de los motores de Otto, con la ventaja de ser bastante más liviano de peso.

En 1.886, Daimler acopla su motor a un carruaje, con lo que logra el primer automóvil del mundo (Fig. 3).

Paralelamente a los trabajos de Daimler, Carlos Benz pone a punto en 1.879 un motor de dos tiempos. En 1.886 monta un motor de cuatro tiempos sobre su famoso triciclo. Posteriormente, crea varios prototipos que casi llega a abandonar, pues sus motores reconoce que están en desventaja respecto a los de Daimler. Su mujer acompañada por sus hijos y sin saberlo Benz, recorrió con su vehículo los 120 Km. que separan Mannheim y Pforzheim, lo que significó el espaldarazo final del vehículo de Benz.

Si bien, para el año 1.886 se habían construido ya algunos vehículos de vapor y algunos con motor de combustión interna, proyectos que no tuvieron continuidad en el tiempo; se consideran a los vehículos de Daimler

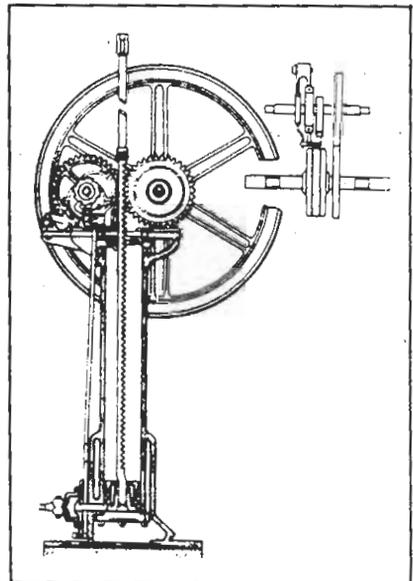


Fig. 2. Motor de Otto. (1.867)

y Benz, que posteriormente se fusionaron, como los antecesores del actual automóvil. En el año 1.894 se construye el cuatriciclo Velo-Benz (Fig. 4), que llegó a fabricarse en serie, método que implantó definitivamente Henry Ford, en América.

Otra contribución trascendental, fué la de Rodolfo Diesel, que en 1.892 patenta su motor. Este motor, si bien funciona por el ciclo Otto, se diferencia de los anteriores por que el combustible se inflama gradualmente en el interior del cilindro, merced a las altas temperaturas que adquiere el aire de admisión, al ser fuertemente comprimido por el émbolo. En 1.897, Diesel logra su motor con resultados satisfactorios. En 1.898, la casa Sulzer, construye el primer motor Diesel; tiene 20 H.P. de potencia y gira a solo 160 r.p.m.. Actualmente, se fabrican motores Diesel para embarcaciones que superan los 10.000 H.P.; o ligeros para automóviles de turismo que superan las 5.000 r.p.m.; cifras significativas de la evolución de estos motores. Su importancia en mecanización forestal es tal que las procesadoras, arrastradores, cargadores, bull-dozer, etc. van equipados con motores de este tipo.

Si bien Diesel, había solucionado en su motor el problema de encendido de los gases de combustión; los motores de explosión seguían utilizando los, poco prácticos, tubos incandescentes (Fig. 5), que eran calentados por un mechero.

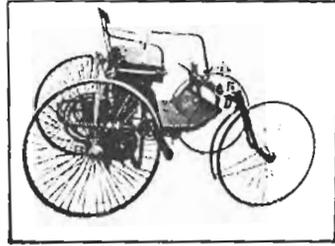


Fig. 3. Uno de los primeros automóviles construidos por Daimler.

La solución al problema la dá en 1.898 Roberto Bosch, con la fabricación de la magneto que aplica al motor del triciclo del conde De-Dion, con aceptables resultados. Los volantes magnéticos que utilizan para el encendido nuestras actuales motosierras, no dejan de ser una variante de la magneto de Bosch; que es a su vez la antecesora del encendido Delco, llamado también por batería, pues bujías y platinos son comunes en ambos sistemas.

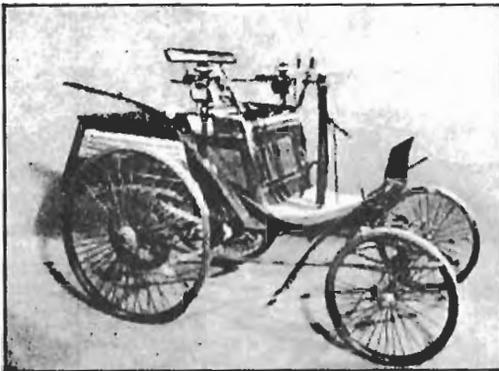


Fig. 4. Velo-Benz de 1.894

A principios del siglo XX, el interés por el automóvil es creciente y tanto en Europa como en América, surgen múltiples fábricas -de vida efímera en muchos casos-, no siendo España una excepción. Así en 1.902 existía ya en Barcelona la fábrica LA CUADRA, que después de diferentes avatares, dió lugar a "LA HISPANO SUIZA, FABRICA DE AUTOMOVILES S.A.", cuyos vehículos aún gozan de un merecido prestigio dentro y

fuera del país. En 1.903, en el Puerto de Santa María, se fabricaba el automóvil "ANGLADA", del que se sabe que Alfonso XIII, adquirió uno de ellos.

En el siglo pasado se realizan diferentes tentativas de sustitución del ganado de tiro en las labores agrícolas, por la tracción mecánica. Una de ellas fué la del "locomóvil", que consistía en una caldera de vapor, montada sobre un carruaje, que convenientemente anclado, tiraba de un arado por un sistema de poleas y cables.

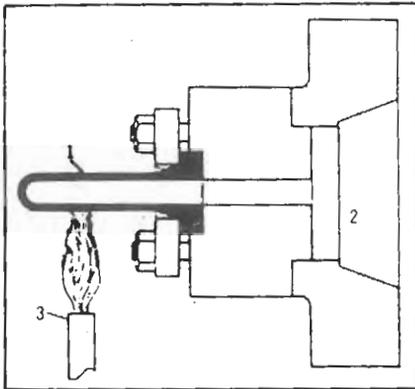


Fig. 5. Encendido por tubo incandescente. 1. Tubo. 2. Cámara de explosión. 3. Mechero.

El método no era nada ilógico para aquellos tiempos; pues accesorios de labranza similares, siguen fabricando algunas firmas para el laboreo en terrenos de fuerte pendiente.

Pero es en la primera década del siglo XX, cuando empiezan a concebirse los precursores de los actuales tractores; con los que ya guardaban cierta similitud, tanto en diseño como en mecánica. En 1.904, Holt en U.S.A., fabrica el primer tractor de orugas, equipado con caldera de vapor, al que incorporaría dos años más tarde un motor de combustión interna.

En 1.913, Best fabrica otro tractor similar (Fig. 6), que compete con el anterior; hasta que en 1.925 deciden unirse, creando la "CATERPILLAR TRACTOR COMPANY"; que en nuestros días sigue siendo líder en la fabricación de tractores de cadenas.

Paralelamente, se fabrican los primeros tractores de ruedas, que en principio las llevaban metálicas; si bien las motrices eran de mayor diámetro que las directrices, e iban provistas de unas garras en su periferia (Fig. 7).

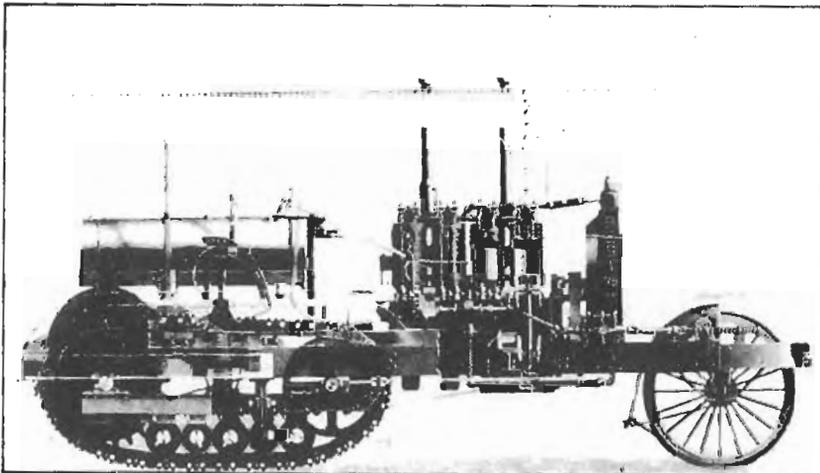


Fig. 6. Primer tractor fabricado por Best (1.913).

Unos y otros, se conciben como una mera sustitución del ganado de tiro, por lo que los aperos eran similares a los de tracción animal, el motor era de poca potencia y como único elemento de trabajo, tenían una anilla o bulón de enganche. Mas tarde se equiparían con ruedas neumáticas, toma de fuerza y polea para el accionamiento de trilladoras u otras máquinas remolcadas al tractor o colocadas en sus proximidades.

A partir de 1.930 se generaliza el motor Diesel y en 1.940 se empieza a utilizar el enganche tripuntal, con las consiguientes ventajas de maniobrabilidad, relación peso-potencia y aumento de la adherencia y capacidad de arrastre.

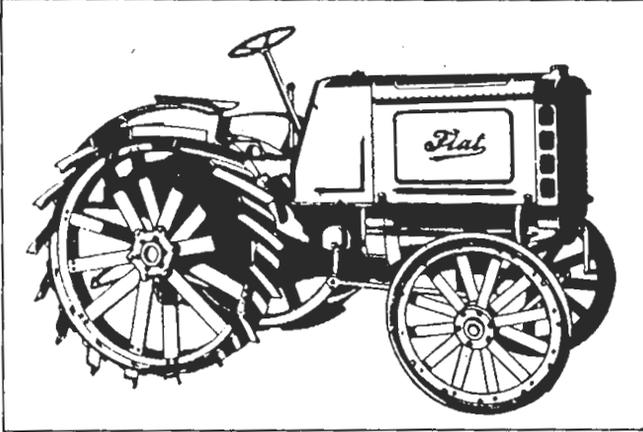


Fig. 7. Tractor fabricado por Fiat en 1.919.

El perfeccionamiento de la hidrostática ha permitido, que a partir de 1.950 se aplicara al tractor mejoras tan importantes como son la dirección y frenos hidráulicos; servotransmisión y convertidor de par; control automático del elevador hidráulico; o la transmisión íntegramente hidrostática, que ya equipan ciertos tractores autocargadores forestales. En su conjunto, han hecho del tractor una máquina confortable, de fácil manejo, versátil y mas segura.

La maquinaria pesada utilizada en el sector forestal,



Fig. 8. Tractor de orugas con cabrestante para la saca.

siguió una evolución similar, a veces idéntica, a la del tractor agrícola. Así, los primeros tractores empleados para el desembosque de madera eran de este tipo, bien de ruedas o de orugas; careciendo de un sistema específico para la sujección y recogida de trozas, enganchándose éstas mediante pesadas cadenas, provistas de un gancho en un

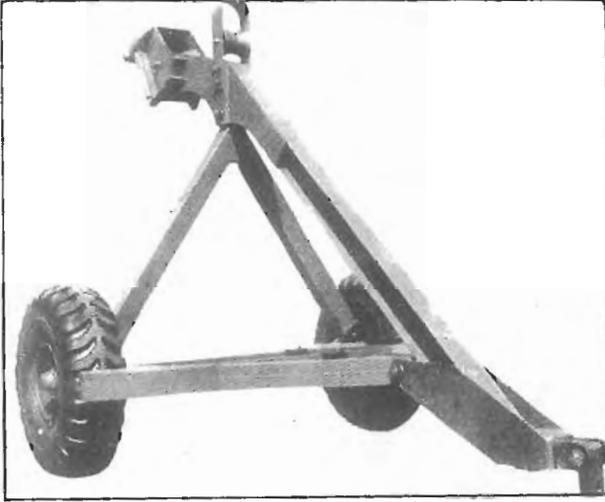


Fig. 9. Arco forestal de arrastre.



Fig. 10.

extremo y una anilla en el otro, para enganchar al bulón del tractor. El siguiente paso fué equipar al tractor con un cable, en el que se enrollaba un cable que permitía realizar la reunión de los fustes apeados en lugares donde el tractor **no tenía** acceso directo o abandonar la carga al pasar por obstáculos o puntos peligrosos y volver a recogerla, una vez el tractor los haya superado (Fig. 8).

Las cadenas se han ido sustituyendo paulatinamente por eslingas de cable de acero (chokers), provistas de enganche rápido, de manejo mas cómodo y de mayor resistencia.

Para aumentar la capacidad de arrastre del tractor y disminuir las roturas de cables y eslingas, se utilizó el implemento de la Fig. 9., denominado "arco forestal", que remolcado al tractor de cadenas y al apoyarse el cable en un rodillo horizontal elevado, permitía el arrastre de los fustes suspendidos por la parte próxima al tractor. Con el empleo del arco se evitaban enganches indeseables de la carga con obstáculos del terreno, se disminuía la erosión del suelo y los daños a la vegetación.



Fig. 11. Tractor forestal de arrastre.

Como tractor y arco formaban un conjunto de dimensiones considerables, difícil de maniobrar dentro de las masas forestales, el paso siguiente fué montar directamente el arco forestal sobre la unidad de arrastre, pasando a denominarse "arco integral"; facilitando la maniobrabilidad de la máquina y reduciendo la relación peso-capacidad de arrastre, al soportar directamente el tractor parte del peso de la carga. Con esta disposición nacen los primeros tractores forestales de arrastre, que en un principio eran de bastidor rígido. El perfeccionamiento de los sistemas hidráulicos, posibilitaron que a partir de los años 50, los arrastradores de troncos (skidders), sean de bastidor articulado, con la dirección, frenos, cabrestante y pala delantera de control hidráulico. (Fig. 11). Igualmente, merced al enganche tripuntal, se montan en los tractores agrícolas cabrestantes con escudo y un pequeño arco integral, con lo que se convierten en unidades de saca similares a los skidders. (Fig. 10).



Fig. 12. Tractor forestal autocargador.



Fig. 13. Cizalla John Deere.

Otros vehículos forestales son los autocargadores (Fig. 12). En ellos los principales mecanismos, incluidos la pluma de carga y, a veces, la transmisión son hidrostáticos. Hidráulico es también, el accionamiento de la grapa y cuchillas en las modernas cizallas (Fig. 13), o el de los elementos de trabajo de los bull-dozer (Fig. 14), que a partir de 1.960 ha desplazado totalmente al obsoleto accionamiento por cable (Fig. 15).

En cuanto a la maquinaria ligera forestal, veamos la evolución de la motosierra

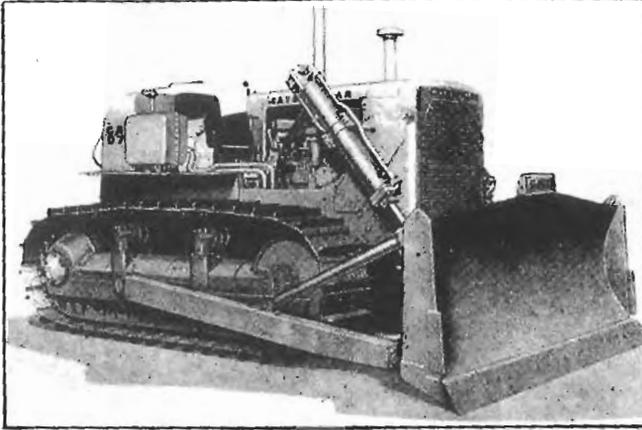


Fig. 14. Tractor D7 Caterpillar, con bull-dozer de control hidráulico.

de muchos hombres. Los primeros antecedentes datan de 1.858, año en que se inventa la primera cadena manual de aserrado. Tres años mas tarde se consigue una máquina de aserrado, que consistía en unos volantes que al accionarlos a manivela, transmitían un movimiento de vaivén a una hoja de sierra ( Fig. 16).

Sin embargo, la primera idea de accionamiento mecánico de la sierra, fué desarrollada un año antes (1.860), por A. Ransome en Inglaterra. En esencia, se trataba de una hoja de sierra movida por un émbolo impulsado por el vapor que, mediante tuberías flexibles, recibía de una caldera estática colocada en un claro del monte.

Pero los verdaderos inspiradores de la motosierra, tal como hoy la concebimos, fueron Charles Wolf en los E.E.U.U.; A.V. Westfelt en Suecia y Andreas Stihl en Alemania, aunque quienes construyeron la primera sierra de cadena del mundo,

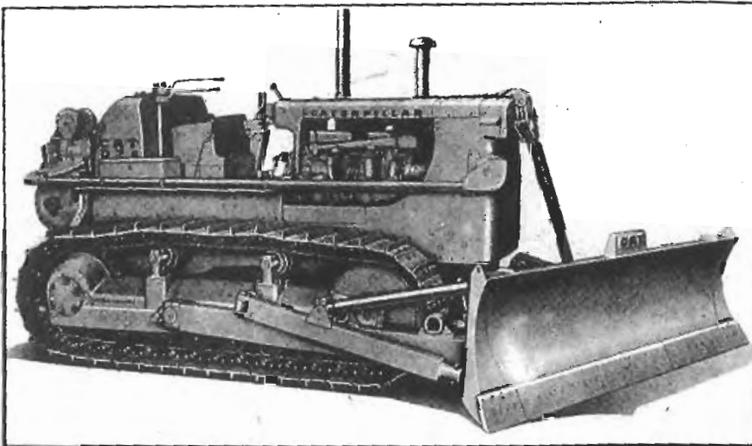


Fig. 15. Tractor D7 Caterpillar, con bull-dozer de control de cable.

ra, como ejemplo mas representativo. Como ocurrió con otras máquinas forestales, no se puede decir que su invención fué de una persona determinada; pues la ligera y efectiva motosierra, presente en todas y cada una de las, pequeñas o grandes, explotaciones forestales, es el fruto de los trabajos de experimentación y ensayo

fueron los técnicos de la Potlach Lumber Company en Potlach (Idaho, E.E.U.U.). Se trataba de una ligera sierra eléctrica, que no llegaron a patentar v. que en 1.908 descubrió Charles Wolf. El constru-

yó un modelo similar, que tuvo un aceptable éxito comercial.

A partir de 1.910, A. v. Westfelt, construía una curiosa motosierra que denominó "Sector" (Fig. 17). Se trataba de un motor de gasolina, que por medio de un árbol de transmisión y un engranaje movía una cadena cortante, dis-

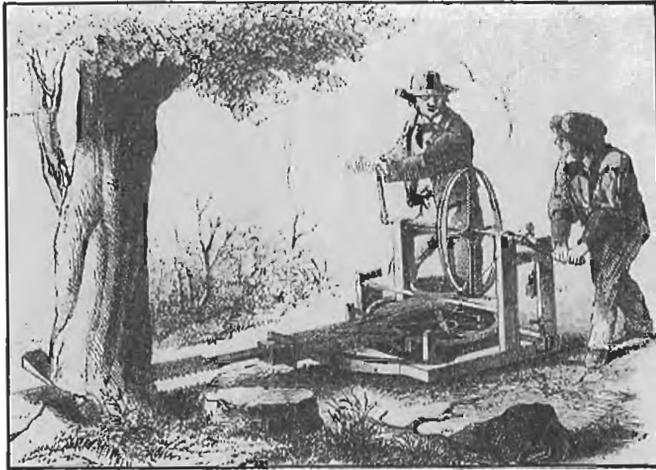


Fig. 16. Máquina de aserrado (1.861).

puesta de forma triangular sobre un soporte que se sujetaba y guiaba por una empuñadura. El "Sector", tuvo muy buena acogida entre los profesionales forestales de la época.

Unos años mas tarde, Andreas Stihl, observa que las motosierras existentes en el mercado son demasiado pesadas y necesitan dos o tres hombres para su manejo, por lo que orienta su trabajo hacia la consecución de una máquina que con la misma potencia, pudiera ser transportada y manejada por un solo hombre. Después de construir algunas sierras eléctricas, A. Stihl tiene en 1.927 desarrollada la primera motosierra con motor de gasolina. Se trataba de una máquina manejada por dos hombres, que pesaba 63,5 Kg. y tenía una potencia de 7,5 H.P., por lo que no se podía hablar todavía de un "peso ligero" (Fig. 18). En la "Prueba principal de motosierras" de la Asociación Forestal alemana, que se rea-



Fig. 17. Prueba oficial de la "Sector" del sueco A. v. Westfelt. (1.917).



Fig. 18. Primera motosierra Stihl con motor de gasolina.

lizó en 1.931, Stihl presenta otra máquina mas perfeccionada, logrando elevar la potencia a 8 H.P. y disminuir el peso a 47,5 Kg., siendo la mas ligera de las presentadas (algún modelo de los expuestos pesaba 74 Kg. y solo tenía 7 H.P. de potencia), significando todo un éxito comercial. No obstante, Stihl sigue decidido a conseguir una máquina de peso inferior a los 40 Kg. y a simplificar y mejorar sus componentes, consiguiendo avances totalmente de actualidad en nuestros días: en 1.935 patenta el primer sistema de lubricación de cadena; en 1.936 el embrague centrífugo; en 1.938, el primer cilindro ligero de aluminio con camisa cromada y en 1.943 la construcción del bloque de fundición a presión de magnesio.

En la segunda Guerra Mundial, la fábrica Stihl fué destruida, por lo que la producción queda interrumpida hasta 1.947. En 1.952, Stihl tiene lista para su producción en serie, a una motosierra manejable por un solo hombre. Pero hasta 1.954, no dispondría de la verdadera motosierra ligera. Se trataba del modelo BLK, cuyas características son ampliamente superadas, cinco años mas tarde, por el modelo CONTRA (Fig. 19), que con sus 7 H.P., pesaba solo 12 Kg. y en la que se prescindía de la caja de transmisión. En las motosierras actuales, para potencias similares, se ha logrado reducir el peso casi a la mitad.

Otro gran avance, que rápidamente aplicaron todos los fabricantes, fué el carburador de membrana; lo que permitió trabajar con la motosierra en cualquier posición, sin llegar a "ahogarse"

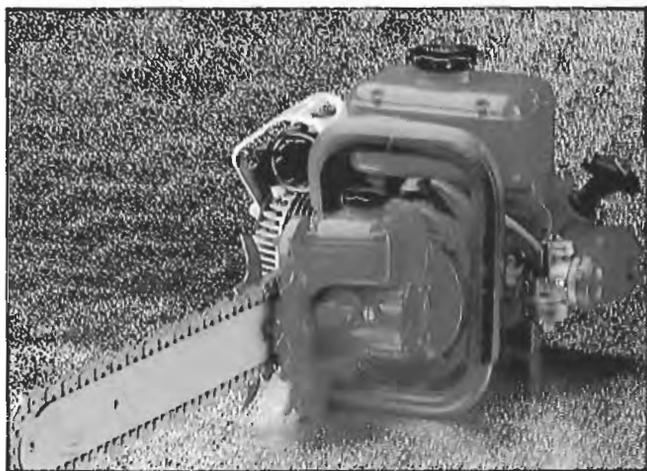


Fig. 19. Motosierra Stihl, mod. CONTRA de 1.959.

el motor. Anteriormente, en las máquinas con carburador de flotador, al inclinar la motosierra, había que ir corrigiendo la horizontalidad de éste para evitar el paro del motor por inundación del carburador.

De este tipo fueron las primeras motosierras que a principio de los años 60, se utilizaron en los montes de Cazorla.

Los demás fabricantes han experimentado una evolución similar a Stihl, por lo que las diferencias actuales de unas firmas a otras, dentro de la misma categoría de máquinas, son mínimas.

A partir de 1.970, la maquinaria forestal está ya aceptablemente conseguida; si bien, las características propias de su trabajo y el medio físico donde se realiza, hacen de su utilización una actividad peligrosa e incluso causa de ciertas enfermedades profesionales. Por ambas razones, los fabricantes se han preocupado en los últimos años de la seguridad y confort de sus productos, que sumados a una adecuada formación profesional de los operarios que los manejan, hagan que el trabajo forestal mecanizado sea mas seguro. El freno de cadena; amortiguadores de vibraciones; protectores de mano y cadena, en la motosierra; cabinas y estructuras homologadas de seguridad; corazas y rejillas protectoras; alarmas acústicas o el freno de emergencia, en maquinaria pesada, son solo algunos de los accesorios de seguridad que instalan de serie los fabricantes.

Por último, veamos los principales países productores, con penetración en el mercado español y el nivel de producción y oferta de nuestro país. Siendo España un país industrializado, la producción de máquinas forestales es mínima, viéndonos obligados a depender, en gran medida, de tecnología extranjera. Si lo analizamos por grupos, la realidad en los últimos veinte años, es la siguiente:

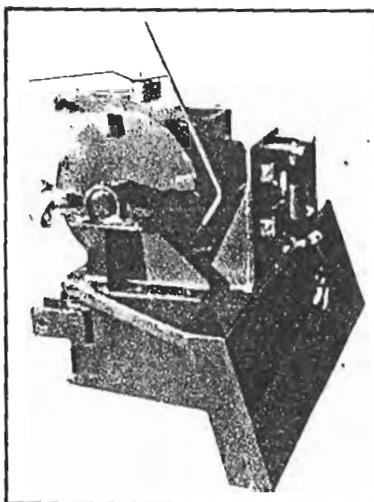


Fig. 20. Cabrestante para tractor agrícola (VENTURA).

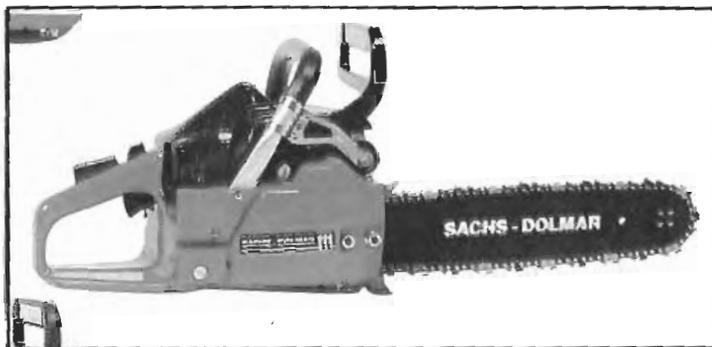


Fig. 21. Motosierra de fabricación alemana (SACHS-DOLMAR).

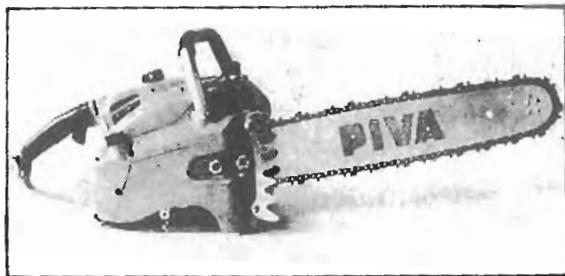


Fig. 22. Motosierra PIVA de 6,5 H.P. (1.977): una excepción entre las utilizadas en el sector forestal.

oferta española es suficiente para cubrir las necesidades del mercado; existiendo varias firmas que producen tractores y motocultores (EBRO, JOHN DEERE, MASSEY FERGUSON, ASTOA, PASQUALI, B.J.R., AGRIA, PIVA, etc.). En implementos, las fábricas se ubican en Cataluña, Navarra, País Vasco y Galicia, principalmente.

b) Motosierras profesionales. Las motosierras suecas (JONSERED, PARTNER, HUSQVARNA, ...) y alemanas (STIHL, SACHSDOLMAR, SOLO, ...) son las de mayor penetración en nuestro mercado. En menor medida está F.E.U.U. (HOMELITE, McCULLOCH, ...), Italia (OLEO-MAC, ALPINA, ...) y, ultimamente, Japón (HECHO, KOMATSU-ZENOAH, ...). Si bien, España es líder mundial en motores de dos tiempos de baja cilindrada (DERBI ha ganado varios Campeonatos del Mundo de velocidad, en motocicletas de 50 y 80 c.c.), la oferta en motosierras de fabricación nacional es mínima. Tenemos noticia de que las firmas PIVA y DERBI, han fabricado algún modelo, pero desconocemos la aceptación obtenida entre los usuarios y el resultado que han dado en la práctica.

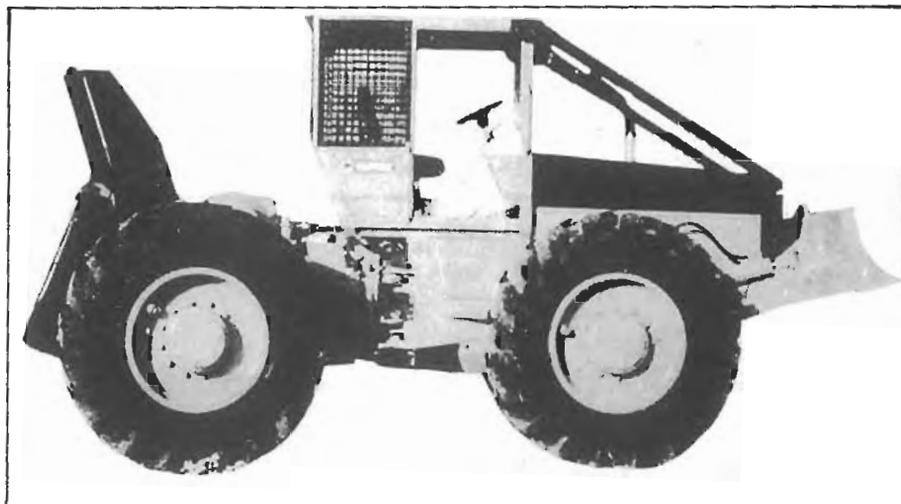


Fig. 23. Skidder TECFORM de 112 H.P., fabricado por "Técnica Forestal Mecanizada, S.A.", en Camas (Sevilla).

a) Máquinas agrícolas de aplicación en el trabajo forestal o implementos para su adaptación al mismo (tractores agrícolas, motocultores, motoazadas, espolvoreadores, arados, abonadoras, cabrestantes de enganche tripuntal (Fig. 20), remolques de eje motoriz, plantadoras, desbrozadoras, etc.).

c) Tractores forestales (skidders y autocargadores. Hasta hace unos años, solo se comercializaban equipos de importación. Por nacionalidades, los mas introducidos son E.E.U.U. (JOHN DEERE, CATERPILLAR, ...), Alemania (WELTE, FENDT, LOKOMO), Francia (LATIL, CEMET-AGRIC,..), Suecia (KOCKUM, VOLVO,..), Finlandia (VALMET, NORCAR,..), Canadá (TIMBERJACK,..) y URSS (AVTO,..).

Desde principios de esta década, "Técnica Forestal Mecanizada, S.A." (TECFORM), fabrica en Camas (Sevilla), skidders, autocargadores y otras máquinas forestales, tales como procesadores y astilladoras; siendo el primer antecedente nacional en la fabricación de estos equipos y única alternativa a los de importación (Fig. 23).



Fig. 24. Canión todo terreno I.P.V. de 180 H.P., fabricado por MAFSA en Puente Nuevo (Lugo).

d) Maquinaria de carga y transporte. La oferta española, cubre ampliamente cualquier necesidad en equipos de carga y transporte de madera, si bien ciertas firmas extranjeras (JONSERED, VALMAN, FISKARS, VOLVO, SCANIA,..), mantienen una importante cota de penetración en el sector. Para el transporte existen desde las legendarias "carrocetas" - actualmente verdaderos camiones todo terreno- especiales para el trabajo forestal, que en Galicia producen las firmas MAFSA y URO; a los diferentes modelos de camiones que en España fabrican las firmas PEGASO, RENAULT y EBRO.

En maquinaria de carga se producen plumas hidráulicas (HIAB, VENTURA,..). Los cargadores de pinza, suelen ser de importación (VOLVO, CAT., JOHN DEERE,..), siendo el popular "Bolinder" de la Volvo, uno de los mas utilizados. Entre las excepciones de producción nacional están los fabricados por CALSA, en Zaragoza.



**PRIMERA PARTE**

# **MOTORES**



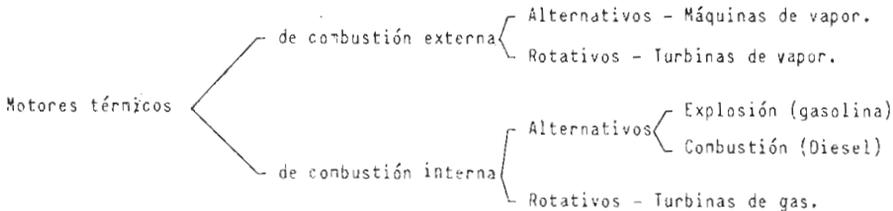
## CAPITULO I

CLASIFICACION DE LOS MOTORES, ASPECTOS TEORICOS Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.CLASIFICACION

"Motor es toda máquina capaz de realizar trabajo por medio de una transformación de energía, entendiéndose por energía la capacidad que tiene un sistema para producir trabajo".

Motor térmico es "todo artificio que funcionando de un modo periódico, transforma calor en trabajo". El calor o "energía calorífica," se obtiene al transformar la energía química contenida en los combustibles por medio de una combustión.

El calor puede ser utilizado directamente para producir energía mecánica, o bien para calentar el agua contenida en un recipiente o caldera y producir vapor, que será el aprovechado por el motor térmico correspondiente. En el primer caso se trataría de un motor de combustión interna; el segundo, sería un motor de combustión externa, pudiendo ser ambos alternativos o rotativos:



De esta clasificación, solo los motores alternativos de combustión interna, bien de dos o cuatro tiempos, se utilizan en mecanización forestal, por lo que a ellos nos vamos a limitar en esta obra.

En síntesis, un motor alternativo de combustión interna, no es más que un cilindro dentro del cual se aloja un émbolo que se desplaza en sentido ascendente y descendente. La cámara que forma la tapa del cilindro y el émbolo se llena de una mezcla de aire y combustible que, previamente comprimida, se le hace arder provocando un aumento brusco de presión que obliga al émbolo a desplazarse. El movimiento rectilíneo del émbolo mediante un mecanismo de biela-manivela (biela y cigüeñal), se transforma en movimiento circular (Fig. 25).

A continuación se resumen distintos criterios de clasificación de los motores de combustión interna:

- a) Por la forma de realizar la mezcla de aire y combustible:
- Ciclo de "explosión" (la mezcla de aire y combustible se realiza fuera del motor).
  - Ciclo de "combustión" (la mezcla de combustible y

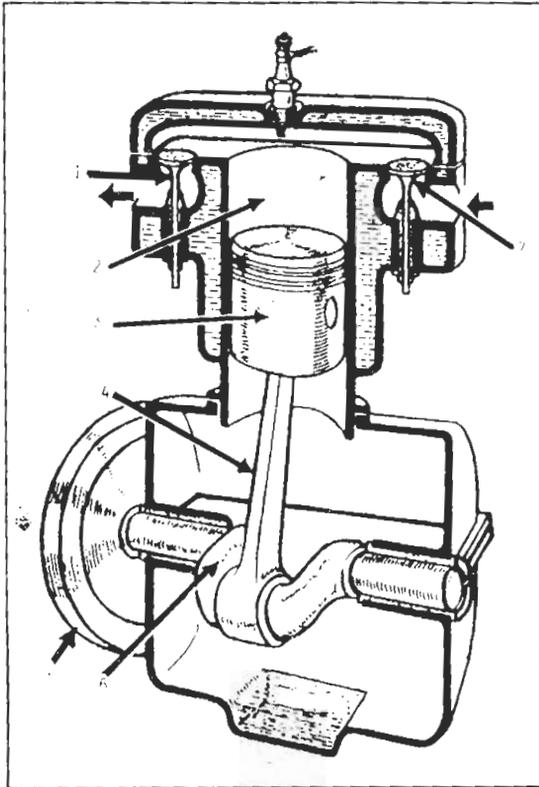


Fig.25. Motor de combustión interna con ciclo de explosión a cuatro tiempos. 1.- Válvula de escape. 2.- Cilindro. 3.- Pistón o émbolo. 4.- Biela. 5.- Volante. 6.- Cigüeñal. 7.- Válvula de admisión.

- aire se realiza dentro del motor).
- b) Por la forma de producirse la combustión:
- Por chispa eléctrica (explosión).
  - Por autoencendido (combustión).
- c) Por la posición de los cilindros:
- Horizontales.
  - Verticales.
  - En línea.
  - En V.
  - Opuestos.
- d) Por el sistema de refrigeración:
- Por aire.
  - Por líquido refrigerante.
- e) Por el número de cilindros:
- Monocilíndricos.
  - Bicilíndricos.
  - Tricilíndricos.
  - Policilíndricos.
- f) Por la forma de desarrollar el trabajo:
- Cuatro tiempos (dos vueltas completas del cigüeñal para completar el ciclo).
  - Dos tiempos (una vuelta completa del cigüeñal para completar ciclo).
- g) Por la entrada del aire o mezcla de admisión:
- Atmosféricos o de aspiración normal (el émbolo aspira el aire del exterior a la presión atmosférica).
  - Turboalimentados (el aire de admisión se comprime ligeramente antes de entrar en el cilindro).
  - Con intercambiador de calor o "intercooler" (es una variante del anterior, en el que el aire de admisión comprimido por el "turbo", es enfriado antes de penetrar en el cilindro).
- h) Por el mando de la distribución:
- Por engranajes.
  - Por cadena.
  - Por correa dentada.

i) Por su colocación en la máquina:

- Longitudinales.
- Transversales.
- Inclínados.

j) Por la relación carrera-diámetro de los cilindros:

- de carrera larga (la carrera es mayor que el diámetro)
- cuadrados (la carrera es igual al diámetro).
- supercuadrados (la carrera es menor que el diámetro).

A su vez los motores de combustión (Diesel), pueden ser de "inyección directa", si la combustión se realiza directamente en el cilindro, o de "inyección indirecta", en una cámara anexa. Los motores de explosión (gasolina) de cuatro tiempos, por la forma de realizarse la mezcla aire-gasolina, pueden ser de "carburador" o de "inyección"; por el sistema de encendido de "platinos o Delco" o de encendido electrónico.

### ASPECTOS TEORICOS

**CALIBRE O DIAMETRO (D).**- Es el diámetro interior del cilindro expresado en mm. (7 de la fig. 26).

**PUNTO MUERTO SUPERIOR (P.M.S.).**- Es el punto más elevado que alcanza la parte superior del pistón en su recorrido por el cilindro.

**PUNTO MUERTO INFERIOR (P.M.I.).**- Es el punto más bajo que alcanza la parte superior del pistón en su recorrido descendente por el cilindro.

**CARRERA (C).**- Distancia en mm., entre le P.M.S. y el P.M.I.

**CILINDRADA.**- Es el volumen desplazado por el pistón en su carrera, expresado en centímetros cúbicos (c.c.). Corresponde con el volumen de un cilindro cuyo diámetro es el calibre y la carrera su altura:

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times C$$

$\pi = 3,1416$

Si el motor tiene varios cilindros, para determinar su cilindrada habría que multiplicar la cilindrada de un cilindro por el número de éstos.

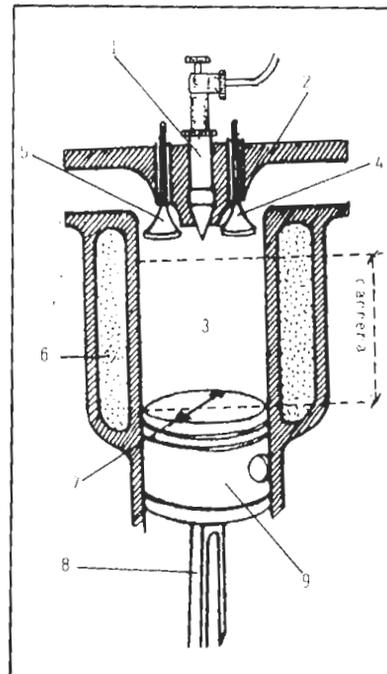


Fig. 26. 1.- Portainyector. 2.- Culata  
3.- Cilindro. 4.- Válvula de admisión.  
4.- Id. escape. 6.- Carisa. 7.- Diámetro.  
8.- Biela. 9.- Pistón.

**RELACION DE COMPRESION (Rc).**.- Es el cociente que existe entre el volumen que ocupa el aire o mezcla combustible al iniciar la compresión y el que posee al terminarla. Dicho de otro modo, sería el número que se obtiene al dividir la suma del volumen del cilindro ( $V_c$ ) y el de la cámara de compresión ( $V'$ ), por el volumen de dicha cámara (Fig. 27).

$$Rc = \frac{V_c + V'}{V'}$$

En los motores de explosión, la relación de compresión oscila entre 8 y 11; en los Diesel entre 13 y 24.

**FUERZA.**.- Es toda causa capaz de producir o modificar un movimiento.

**TRABAJO.**.- Es el producto de la fuerza por su desplazamiento en el sentido de la fuerza:  $T = F \times e$

**PODER CALORIFICO DE UN COMBUSTIBLE.**.- "Poder calorífico" de un combustible es el número de Kilocalorías que produce cada Kg. del mismo al arder completamente. Se mide en Kilocalorías por Kilogramo o en calorías por gramo.

Se define a la caloría como la cantidad de calor necesaria para que un gramo de agua eleve su temperatura en un grado centígrado. 1.000 calorías, equivalen a 1 Kilocaloría; unidad que a su vez tiene capacidad para producir un trabajo de 427 Kilográmetros (Kgm).

$$1 \text{ Kilocaloría (Kcal)} = 427 \text{ Kilográmetros (Kgm).}$$

$$1 \text{ caloría (cal)} = 0,427 \text{ Kilográmetros (Kgm).}$$

**POTENCIA.**.- Es el trabajo realizado en la unidad de tiempo.

$$P = \frac{T}{t} = \frac{F \times e}{t}$$

Se suele expresar en caballos de vapor (c.v.).

$$1 \text{ c.v.} = 75 \text{ Kgm/seg.}$$

En el motor se pueden distinguir las siguientes potencias: teórica, indicada y efectiva.

**POTENCIA TEORICA.**.- Potencia teórica es la que produciría el motor si el combustible se quemara totalmente en el interior del cilindro.

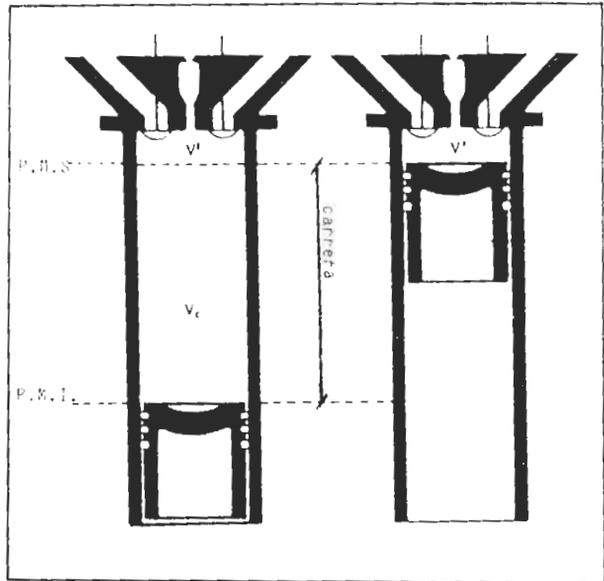


Fig. 27

$W_t$  = Potencia teórica en caballos de vapor (cv).

$Q$  = Poder calorífico del combustible.

$C$  = Kilogramos de combustible, consumidos por el motor en 1 segundo.

La cantidad de Kcal. producidas en cada segundo es:  $Q \times C$  (Kcal).

Para hallar su equivalente en Kgn., basta multiplicar por 427:  $Q \times C \times 427$  (Kgn). Como  $C$  es la cantidad de combustible consumida por el motor en cada segundo, la potencia teórica es:  $W_t = 427 \times Q \times C$  (Kgn/seg).

Si el resultado se divide por 75, la potencia teórica se obtiene en caballos de vapor (cv)

$$W_t = \frac{427 \times Q \times C}{75} \text{ (cv)}$$

**POTENCIA INDICADA.**— La "potencia indicada" es aquella que se obtiene como resultado de la expansión de los gases en el cilindro.

La fuerza que recibe el pistón es igual a la presión constante que recibe a lo largo de su carrera (presión media indicada), por la superficie de su cara superior. Como esta es un círculo, sería:

$$M = \frac{P_i \times D^2}{4} \times P.m.i. \quad (1)$$

La potencia indicada  $W_i$ , sería el producto de la fuerza que recibe el pistón ( $M$ ), multiplicada por la velocidad media de éste ( $V$ ); o sea:

$$W_i = M \times V \text{ (Kg}\pi\text{/seg)}; \text{ ó } W_i = \frac{M \times V}{75} \text{ (cv)} \quad (2)$$

La velocidad media del pistón, se obtiene multiplicando la carrera ( $C$ ), expresada en mm., por 2 y por el número de revoluciones por minuto (r.p.m.) a que gira el cigüeñal ( $N$ ); el producto se divide por 60:

$$V = \frac{2 \times C \times N}{60} \text{ (}\pi\text{/seg)}. \quad (3)$$

Si sustituimos estos valores en (2), tenemos:

$$W_i = \frac{M}{75} \times \frac{2 \times C \times N}{60} \quad (4)$$

Sustituyendo en la expresión (4) el valor de  $M$  en (1), tenemos:

$$W_i = \frac{P_i \times D^2 \times P.m.i. \times 2 \times C \times N}{4 \times 75} \times \frac{2 \times C \times N}{60} = \frac{P_i \times D^2 \times P.m.i. \times 2 \times C \times N}{4 \times 75 \times 60} \quad (5)$$

La expresión (5), correspondería a la potencia indicada de un solo cilindro, por lo que habría que multiplicar su valor por el n.º de cilindros, para obtener la potencia indicada ( $W_i$ ) del motor.

Por otra parte, se han considerado como motrices todas las carreras del pistón, cuando únicamente lo son la cuarta parte de los motores de cuatro tiempos y la mitad en los de dos tiempos; por lo que el valor de la expresión (5) habría que dividirlo por 4 para los primeros y por 2 para los segundos. En definitiva, la expresión de la potencia indicada en motores de cuatro tiempos, sería:

$$W_i = \frac{P_i \times D^2 \times P.m.i. \times 2 \times C \times N \times n^{\circ} \text{ cil.}}{4 \times 4 \times 75 \times 60} = \frac{P_i \times D^2 \times P.m.i. \times C \times N \times n^{\circ} \text{ cil.}}{2 \times 4 \times 75 \times 60} \text{ (cv)}$$

$$\text{y para los de dos tiempos: } W_i = \frac{P_i \times D^2 \times P.m.i. \times C \times N \times n^{\circ} \text{ cil.}}{4 \times 75 \times 60}$$

El valor de la potencia indicada de un motor es inferior al de la potencia teórica

( $W_i < W_t$ ), debido a que existen pérdidas tales como la incompleta combustión del combustible en el cilindro o el calor que se pierde por los gases de escape; el que por conductibilidad pasa a las piezas del motor o el que se elimina por el sistema de refrigeración. Si al conjunto de pérdidas los llamamos B, tenemos: ( $W_i = W_t - B$ )

#### POTENCIA EFECTIVA

Potencia efectiva, es la que realmente entrega el motor para producir trabajo. También se le llama "Potencia al freno" o "Potencia al volante", por medirse con un aparato denominado freno, que se acopla al volante del motor.

La potencia efectiva  $W_e$  es inferior a la potencia indicada  $W_i$  ( $W_e < W_i$ ), debido a pérdidas de índole mecánica, como son los rozamientos entre segmentos y canchales o bielas y cigüeñal; las ocasionadas por vibraciones y la que se pierde al accionar los elementos auxiliares del motor (bombas de agua y aceite, ventilador,...). Si a la suma de estas pérdidas las denominamos  $B'$ , la potencia efectiva será:

$$W_e = W_i - B'$$

En las características de los motores se suelen dar tres tipos de potencia efectiva:

- Potencia máxima al volante.
- Potencia intermitente al volante.
- Potencia continua al volante.

Se diferencian entre sí, porque cada una es medida en unas condiciones de carga y velocidad distintas.

La potencia continua corresponde a unas condiciones de trabajo y velocidad que el motor puede producir ininterrumpidamente. La potencia intermitente supone unas condiciones variables de trabajo y velocidad. La potencia máxima, corresponde a unas condiciones máximas de trabajo y velocidad. Para conocer los límites, posibilidades y tiempos de utilización de las potencias intermitente y máxima de un determinado motor, es preciso consultar al fabricante.

Las magnitudes empleadas para medir la potencia es el Kilowatio (Kw), el caballo de vapor (C.V.) y el Horse Power (H.P.). Las equivalencias entre ellas son:

- 1 C.V. = 75 Kgm/seg.
- 1 H.P. = 76 Kgm/seg.
- 1 H.P. = 1,014 C.V.
- 1 C.V. = 0,736 Kw.
- 1 Kw. = 1,36 C.V.

Si la potencia es medida en el volante, ésta se suele expresar con una de las siguientes abreviaturas, según el sistema empleado:

- BCV - (Caballos de vapor en el volante).
- BHP - (Brake Horse Power).

Existen varias normas para expresar la potencia de los motores y que se suelen diferenciar por las condiciones externas de medida (temperatura, presión, humedad...) y realizar los ensayos con el motor provisto o no de los accesorios auxiliares de funcionamiento (ventilador, filtro de aire, silenciador...).

Las más usuales son las normas americanas SAE (Society of Automotive Engineers) y las alemanas DIN (Deutsche Industrie Normen). Debido a que la maquinaria forestal es en su inmensa mayoría de importación, la potencia de sus motores suele venir expresada en unas u otras, por lo que las resumimos a continuación:

#### Norma SAE J816a

La magnitud contemplada es la BHP y se refiere tanto a los motores de gasolina co-

no a los Diesel.

Establece dos tipos de potencia:

- Potencia bruta, con el motor equipado exclusivamente con los elementos esenciales para funcionar.

- Potencia neta, correspondiente al motor totalmente equipado (filtro de aire, generador, escape, ventilador...).

En ambas admite varias formas: máxima, punta, intermitente y continua.

#### Norma DIN 6.270

La magnitud contemplada es el C.V. y se refiere exclusivamente a los motores Diesel.

Denomina "Potencia útil", a la proporcionada por el motor provisto de todos los accesorios necesarios para su normal funcionamiento; es en consecuencia, una potencia neta.

Igualmente, admite cuatro formas: Potencia continua con sobrecarga Na o Potencia A; Potencia sin sobrecarga Nb o Potencia B; Superpotencia Nu y Potencia Nh.

#### Norma DIN 70.020

Se refiere a la construcción general de automóviles. En la parte referente a potencia de los motores, se mide con éstos equipados con todos sus accesorios, contemplando dos formas:

- Potencia útil, que es la que el motor rinde al embrague en las condiciones de funcionamiento de un automóvil, expresándose de acuerdo a las revoluciones por minuto (r.p.m.), correspondientes.

- Máxima potencia útil, que sería la máxima que rendiría a las máximas r.p.m., sin calentarse en exceso.

#### Resumen comparativo

Sin entrar en detalles de los valores de las condiciones externas (temperatura, presión...), los conceptos de "potencia máxima" de la SAE (neta) y DIN 6.270 Nh son similares, con la diferencia de que ésta última especifica un tiempo de 15 min. y la SAE no contempla tiempo alguno. Igualmente la "continua A" de la DIN 6.270, es equivalente a la "continua (neta)" de la SAE. La potencia "intermitente SAE" es comparable a la DIN 6.270 B. Por último, la "potencia útil" de la DIN 70.020, es similar a la potencia B de la DIN 6.270.

Quede claro, que al comparar formas de normas DIN con sus homólogas SAE, nos estamos refiriendo a las potencias netas de éstas. No caiganos en la trampa que nos tienden algunos fabricantes, al expresar la potencia de sus motores por la norma SAE (bruta), con la que es evidente, presumen de un número de H.P., muy superior a los que en realidad nos van a rendir sus motores.

Otras normas sobre potencias de motor, pero de escasa utilización en equipos forestales, son la británica BS-649 y la española UNE 10059h1.

#### *PAR MOTOR*

*La potencia de un motor aumenta con las revoluciones, de modo que cuando esté dando el cigüeñal su mayor número de vueltas el motor rendirá su mayor potencia. Ya sabemos que "potencia" de un motor es la cantidad de trabajo que éste rinde en un segundo.*

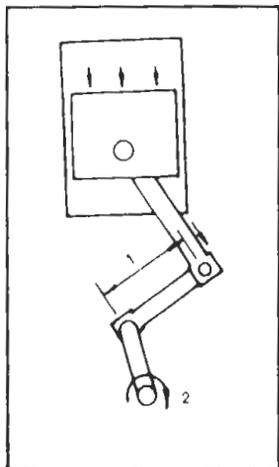


Fig. 28.- 1.- Brazo de palanca. 2.- Par motor.

Pero realmente quien vence la resistencia que la pendiente o la carga de arrastre, ofrece al avance de la máquina es el "par motor". Por tanto "par motor" es la capacidad de hacer trabajo que tiene el motor.

"Par mecánico" es un conjunto de dos fuerzas paralelas, pero dirigidas en sentido contrario, que al actuar sobre un eje lo hacen girar. En consecuencia, cuando un sólido gira es porque sobre él actúa un par de fuerzas.

El valor de todo par de fuerzas, es el producto de la fuerza aplicada por el brazo de palanca:

$$\text{PAR MOTOR} = \text{FUERZA} \times \text{BRAZO DE PALANCA}$$

La magnitud corrientemente empleada es el metro-Kilogramo (mKg).

Los gases de la combustión empujan el pistón hacia abajo; éste transmite el esfuerzo a través de la biela a la muñequilla que hace de brazo de palanca del eje de cigüeñales, produciéndose un par motor (Fig. 28). Este depende de la presión de combustión y del llenado de los cilindros.

A diferencia de la potencia, el "par motor máximo" no corresponde al máximo número de revoluciones del motor, por lo que siempre viene referido a las r.p.m. correspondientes.

La diferencia existente entre el "par motor" cuando el motor da su máxima potencia, es decir a las máximas r.p.m. que el motor puede dar y el valor mas alto del "par motor" se denomina "reserva de par", siendo de la máxima importancia ya que significa la capacidad del motor para vencer sobrecargas. La "reserva de par" se aprecia en la práctica, especialmente al acometer una fuerte rampa con el motor totalmente acelerado y sincronizada una relación adecuada; al iniciar la pendiente el motor va perdiendo régimen hasta llegar a un punto en que se estabilizan las revoluciones, que suelen combinar con las correspondientes al par motor máximo, que a su vez corresponden al mínimo consumo específico de combustible, referidos a los gramos por caballo y hora de funcionamiento (gr/CV/hora).

En la figura 29, se aprecian las curvas características de potencia, par motor y consumo específico de un motor Diesel.

#### CONSUMO ESPECIFICO Y REAL DE COMBUSTIBLE

El consumo específico de combustible es la cantidad de éste que gasta el motor por cada caballo durante una hora (gr/HP/h).

Se determina dividiendo la cantidad de combustible gas-

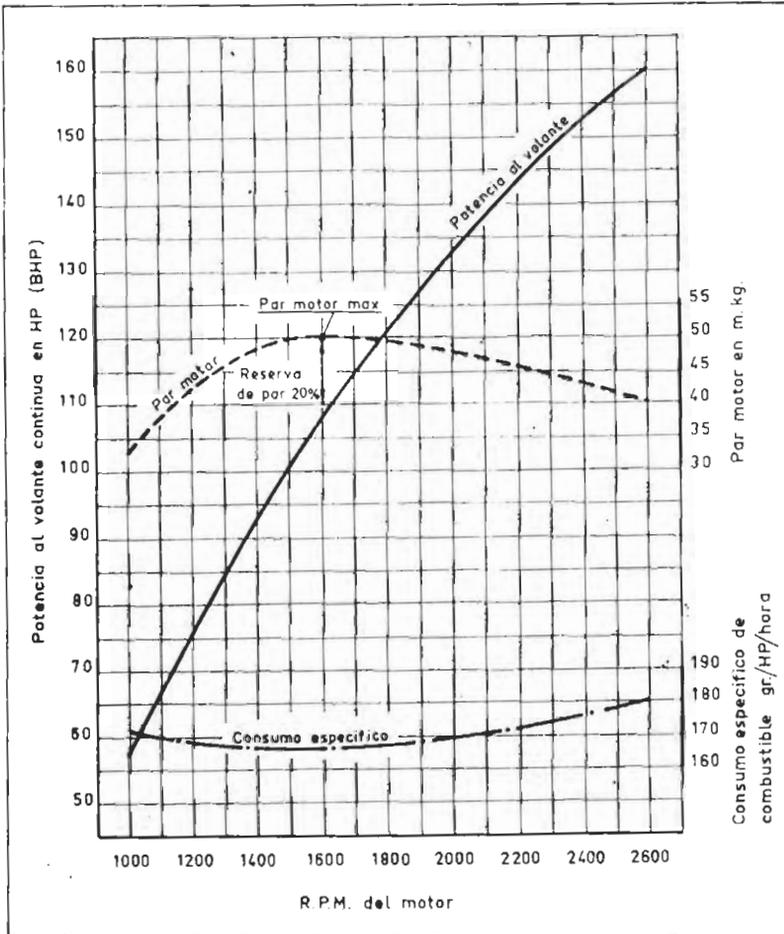


Fig. 29. Curvas características de potencia, par motor y consumo específico de un motor Diesel. Potencia continua al volante (BHP): 160 HP a 2.600 r.p.m.; consumo específico de combustible: 180 gr/HP/hora a 2.600 r.p.m.; par motor máximo: 50 m.kg. a 1.600 r.p.m.; reserva de par: 20 %.

tado durante un tiempo determinado, expresado en gramos, por el producto del tiempo expresado en horas y la potencia al volante que el motor ha proporcionado:

$$\text{Consumo específico (Ce)} = \frac{\text{Combustible (g)}}{\text{tiempo (h)} \times \text{potencia efectiva}}$$

El consumo real es el combustible gastado por cada hora de trabajo (l/h). Cuando el motor no trabaja en unas condiciones similares de r.p.m. y carga, los valores reales de consumo son extremadamente variables. Los periodos al ralentí, volumen de la carga, pendiente y método de conducción son, evidentemente, factores que afectan al consumo real.

El consumo real medio, para una máquina y un determinado trabajo, se obtiene dividiendo el combustible consumido, expresado en litros, por el tiempo real de funcionamiento expresado en horas.

$$\text{Consumo real medio} = \frac{\text{Combustible gastado (l)}}{\text{tiempo funcionamiento (h)}} \quad (l/h)$$

No siempre la máquina mas potente va a ser la mas rentable en un determinado trabajo. Esto suele ocurrir cuando empleamos una máquina con una potencia muy superior a la que realmente se necesita. Aunque el consumo específico de ésta sea algo mas bajo que el de otra con la potencia idónea; el consumo real (l/h) suele ser menor en la segunda.

### PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Sobre los motores alternativos de combustión interna, sabemos:

- Que en la parte superior del cilindro o "cámara de compresión, explosión o combustión", se hace arder en un tiempo brevísimo a una mezcla comprimida de aire y combustible; produciéndose una brusca presión que envía el émbolo hacia abajo. Este movimiento rectilíneo se transforma en circular por la biela y el cigüeñal.
- Que existen motores de combustión interna que funcionan por el ciclo de "explosión" (gasolina) y otros lo hacen por el de "combustión" (Diesel). En los primeros se hace arder a la mezcla por una chispa eléctrica; en los segundos el combustible arde por autoencendido. Unos y otros pueden ser de dos o cuatro tiempos.
- Que en los motores de cuatro tiempos el cigüeñal requiere dos vueltas para completar el ciclo de funcionamiento. En los de dos tiempos, el ciclo se completa en una vuelta completa. En cada vuelta del cigüeñal, el émbolo hace dos carreras; es decir, sube y baja una vez.

Antes de entrar en los detalles de funcionamiento de cada tipo, conviene saber:

- Que en el extremo del cigüeñal se monta una pesada rueda metálica, denominada "volante" (Fig. 25). Parte de la energía mecánica producida por la explosión o combustión, es almacenada en este volante; esto permite que por inercia el pistón no se pare en el P.M.I. y el cigüeñal siga girando para poder realizar los tiempos muertos o auxiliares que completan el ciclo.
- La entrada y salida de los gases en el cilindro, en el motor de cuatro tiempos son reguladas por unas válvulas (admisión y escape). La apertura y cierre de las válvulas están sincronizadas con el giro del cigüeñal y carreras del pistón mediante un complejo sistema de "distribución".
- La entrada y salida de los gases en los motores de dos tiempos, son realizadas por la falda del émbolo; consecuentemente, carecen de válvulas y distribución. Por tanto, la mecánica del motor de dos tiempos es mas simple que la del de cuatro tiempos.

### MOTOR DIESEL DE CUATRO TIEMPOS

En los motores Diesel, el cilindro se llena de aire puro que es fuertemente comprimido por el émbolo (su volumen es reducido hasta 24 veces), aumentando enormemente su temperatura; en ese momento se inyecta en el cilindro una pequeñísima cantidad de gas-oil que realiza su combustión tal como va penetrando en la cámara. con el consiguiente aumento de presión que empuja energicamente al émbolo en sentido descendente.

Cada media vuelta del cigüeñal, el pistón se desplaza una carrera, correspondiendo ésta con lo que denominamos "tiempo". Veamos la denominación de los tiempos y que ocurre en cada uno (Fig. 30):

#### Primer tiempo: Admisión

- El pistón baja del P.M.S. al P.M.I.
- Se abre la válvula de admisión y el cilindro se llena de aire limpio.
- El cigüeñal ha dado la primera media vuelta del ciclo.

#### Segundo tiempo: Compresión

- El pistón sube del P.M.I. al P.M.S.
- Las dos válvulas están cerradas.
- Se comprime el aire puro, reduciendo su volumen entre 12 y 24 veces; alcanzando una presión de unas 40 atmósferas y una temperatura de 500 a 700 grados centígrados.
- El cigüeñal ha dado la segunda media vuelta.

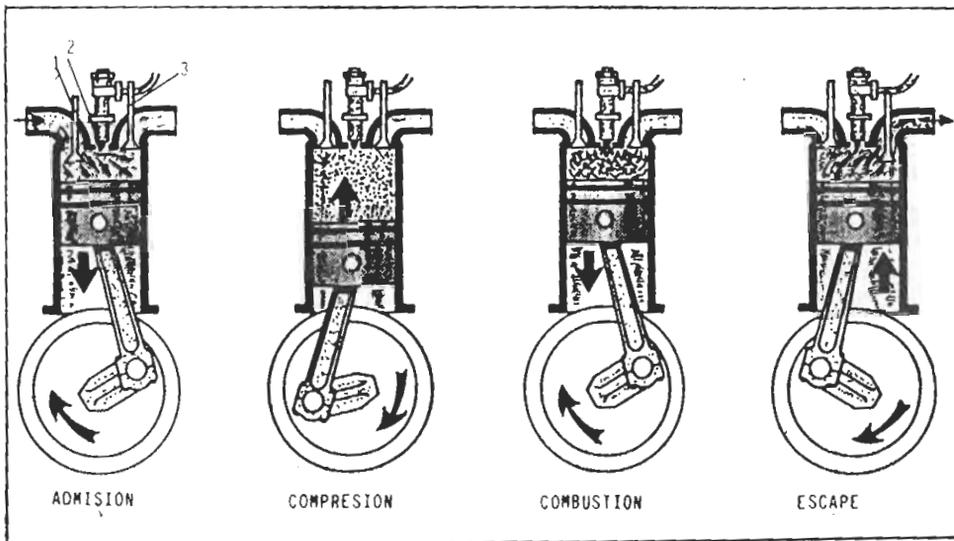


Fig. 30. Ciclo de funcionamiento del motor Diesel de cuatro tiempos. (1.- Válvula de admisión. 2.- Inyector de combustible. 3.- Válvula de escape).

### Tercer tiempo: Combustión o Trabajo

- Se inyecta una pequeñísima cantidad de combustible pulverizado que se inflama espontáneamente, a medida que entra en el cilindro.
- El pistón baja del P.M.S. al P.M.I., por efecto de la expansión de los gases de combustión, siendo el único periodo motriz del ciclo.
- El cigüeñal ha dado la tercera media vuelta.

### Cuarto tiempo: Escape

- El pistón sube del P.M.I. al P.M.S.
- Se abre la válvula de escape; el émbolo expulsa los gases quemados hacia el exterior, dejando el cilindro limpio.
- El cigüeñal da la cuarta y última media vuelta del ciclo.

### MOTOR DE EXPLOSION DE CUATRO TIEMPOS

En estos motores la mezcla combustible (aire-gasolina) es realizada en el exterior del cilindro por un accesorio denominado "carburador". En general son motores mas revolucionados, pero menos robustos que los Diesel, pues tanto la relación de compresión como las presiones de trabajo, alcanzan valores muy inferiores.

El cilindro es llenado por la mezcla combustible que, después de someterla a compresión, se quema por la acción de una chispa eléctrica de alta tensión, que salta entre los electrodos de una "bujía".

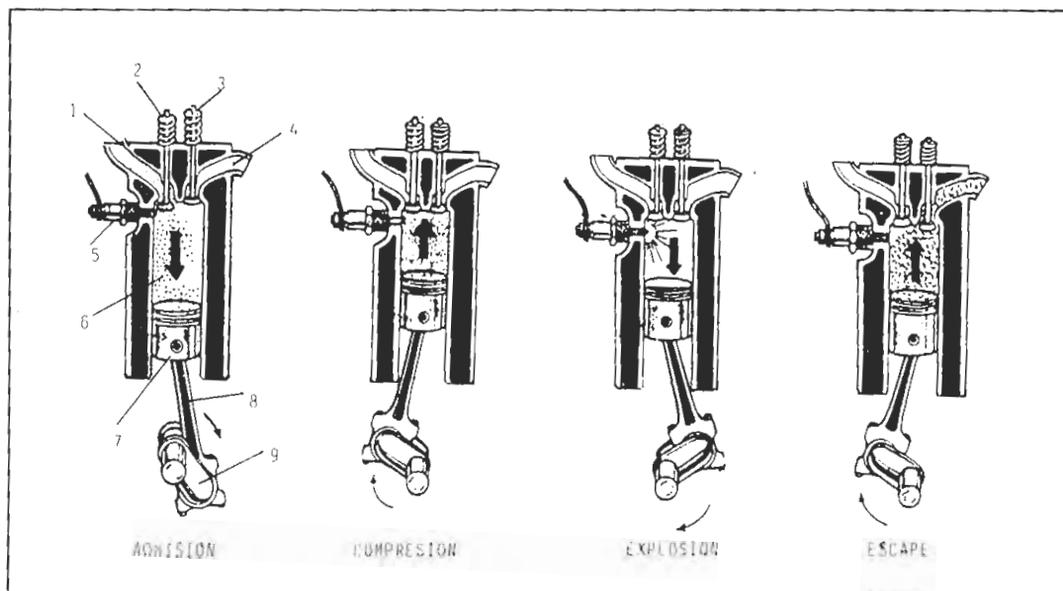


Fig. 31. Ciclo de funcionamiento del motor de explosión de cuatro tiempos. (1.- Colector de admisión. 2.- Válvula de admisión. 3.- Válvula de escape. 4.- Colector de escape. 5.- Bujía. 6.- Cilindro. 7.- Émbolo. 8.- Biela. 9.- Cigüeñal).

El ciclo, similar al del Diesel, es el siguiente (Fig. 31):

Primer tiempo: Admisión

- El pistón baja del P.M.S. al P.M.I.
- Se abre la válvula de admisión y el cilindro se llena de mezcla aire-gasolina, preparada por el carburador.
- Se cierra la válvula de admisión.
- El cigüeñal da la primera media vuelta.

Segundo tiempo: Compresión

- El pistón sube del P.M.I. al P.M.S.
- Las dos válvulas están cerradas.
- Se comprime la mezcla combustible reduciendo de 8 a 12 veces su volumen.
- Segunda media vuelta del cigüeñal.

Tercer tiempo: Explosión

- Las válvulas de escape y admisión siguen cerradas.
- Salta la chispa en la bujía.
- La mezcla se inflama simultáneamente; el émbolo es empujado hacia abajo por la expansión de los gases, bajando del P.M.S. al P.M.I.
- El cigüeñal completa su tercera media vuelta.

Cuarto tiempo: Escape

- Se abre la válvula de escape.
- El pistón sube del P.M.I. al P.M.S., expulsando los gases resultantes de la explosión hacia el exterior, quedando el cilindro limpio para recibir la mezcla de la admisión del siguiente ciclo.
- El cigüeñal da la cuarta media vuelta.

MOTOR DE EXPLOSION DE DOS TIEMPOS

Este motor tiene una constitución muy simple; básicamente consta de cilindro, émbolo, biela, cigüeñal y un cárter hermético (Fig. 32).

El colector o "lumbrera de admisión" (3) comunica con el cárter; éste a su vez lo hace con el cilindro por medio de la "lumbrera de carga" (1). En el cilindro existe una tercera "lumbrera de escape" (4), colocada mas alta que la de admisión.

La lubricación en estos motores, se realiza por aceite diluido en la mezcla combustible, no necesitando de un depósito independiente para el lubricante.

En síntesis, el motor de dos tiempos aspira la mezcla combustible (aire-gasolina-aceite), directamente al cárter, debido a la succión que realiza el émbolo por su parte inferior; posteriormente pasa al cilindro, a través de la lumbrera de carga, donde se realiza la compresión y la explosión. Al descender el émbolo se descubren las lumbreras de carga y escape, pasando a llenarse el cilindro de mezcla

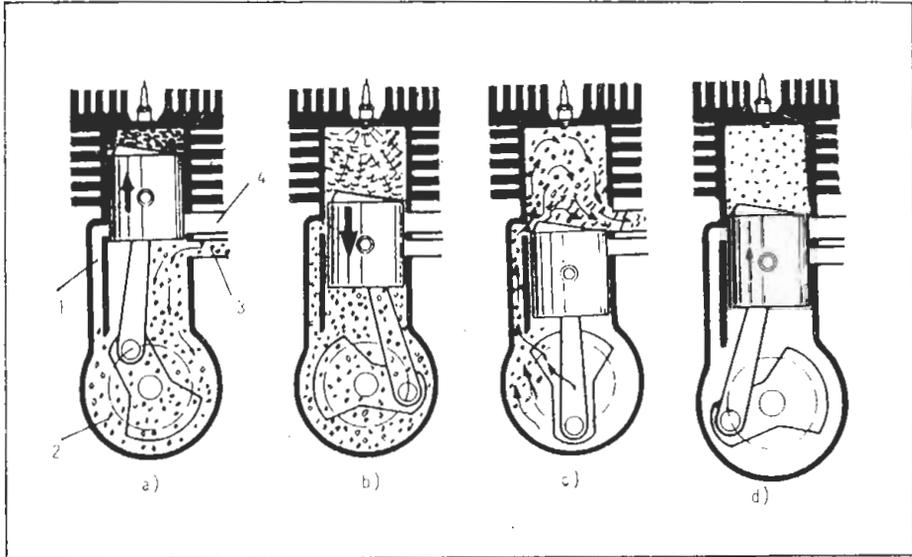


Fig. 32. Funcionamiento del motor de dos tiempos. a) Compresión en el cilindro y admisión en el cárter. b) Explosión en el cilindro y precompresión en el cárter. c) En el cilindro se realiza admisión y escape. d) Inicio de la compresión en el cilindro. Descripción: 1.- Lumbrera de carga. 2.- Cárter. 3.- Lumbrera de admisión. 4.- Lumbrera de escape.

fresca a la vez que se expulsan los gases de escape por efecto de la presión a que están sometidos y empujados por la mezcla de admisión.

Veamos con detalle lo que ocurre durante el ciclo (Fig. 32):

a) Compresión en el cilindro y admisión en el cárter

- El pistón sube del P.M.I. al P.M.S., comprimiendo la mezcla por su parte superior.
- El pistón en su ascenso crea un vacío en el cárter, por lo que al descubrir su falda la lumbrera de admisión, existe una fuerte aspiración que llena a éste de mezcla preparada en el carburador.

b) Explosión en el cilindro y precompresión en el cárter

- Salta la chispa en la bujía.
- El pistón desciende bruscamente del P.M.S. al P.M.I., por el efecto de la explosión, cerrando las tres lumbreras y precomprimiendo la mezcla que se encuentra en el cárter.

c) Admisión en el cilindro y escape

- El pistón sigue descendiendo, hasta descubrir con su cabeza las lumbreras de carga y escape.
- Los gases de admisión pasan al cilindro empujando a los de escape al exterior.

d) Compresión en el cilindro y vacío en el cárter

- El pistón comienza su ascenso, cerrando por su ca-

beza las lumbreras de carga y escape, lo que permite la compresión de la mezcla en el cilindro.

- Por su parte inferior produce un vacío, que aspirará la mezcla al descubrir la lumbrera de admisión, repitiendo el ciclo.

Obsérvese que todas estas operaciones se han producido durante una sola vuelta del cigüeñal.

#### MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS

Tienen una aplicación mínima en el sector, por lo que no entramos en detalles. Estructuralmente es similar al de dos tiempos de explosión, con las diferencias de llevar depósito y sistema de engrase como en los de cuatro tiempos y no pasar el aire puro de admisión al cárter.

Basicamente, su funcionamiento es el siguiente:

- Al- llegar el pistón al P.M.I., descubre las dos únicas lumbreras que lleva el cilindro. Por la de admisión penetra aire a presión -previamente comprimido por un compresor-, que empuja a los gases de escape por la lumbrera correspondiente, quedando el cilindro lleno de aire puro.
- Al ascender el pistón cierra las lumbreras de admisión y escape, realizando la compresión.
- Al llegar al P.M.S., se inyecta el combustible, produciéndose la combustión y haciendo descender al émbolo.

#### CICLO TEORICÓ Y PRACTICO

Para facilitar la comprensión del funcionamiento en los motores de cuatro tiempos; se dice que la válvula de escape, la chispa en la bujía o la inyección del gas-oil, se realizan cuando el pistón está en el P.M.S.; ó que la válvula de escape se abre cuando éste se encuentra en el P.M.I.

Si esto fuese así el rendimiento del motor se vería disminuido; pues por muy rápido que gire el cigüeñal, la explosión no es simultánea, por lo que el émbolo recibiría sus efectos después de haber empezado su descenso; o el llenado del cilindro no sería el óptimo, con las consiguientes pérdidas de potencia.

En la práctica, para que la salida y entrada de los gases en el cilindro se realicen con mas facilidad y mejore el rendimiento del motor, existen unos ciertos avances o adelantos en la apertura de las válvulas, así como en la inyección o chispa de encendido y unos retrasos en los cierres de las válvulas.

#### MOTORES DE VARIOS CILINDROS

Para grandes potencias el motor de un cilindro no se utiliza, pues existen problemas de refrigeración y no puede alcanzar un régimen alto de revoluciones por las vibraciones que se producen al girar grandes masas y unicamente recibir

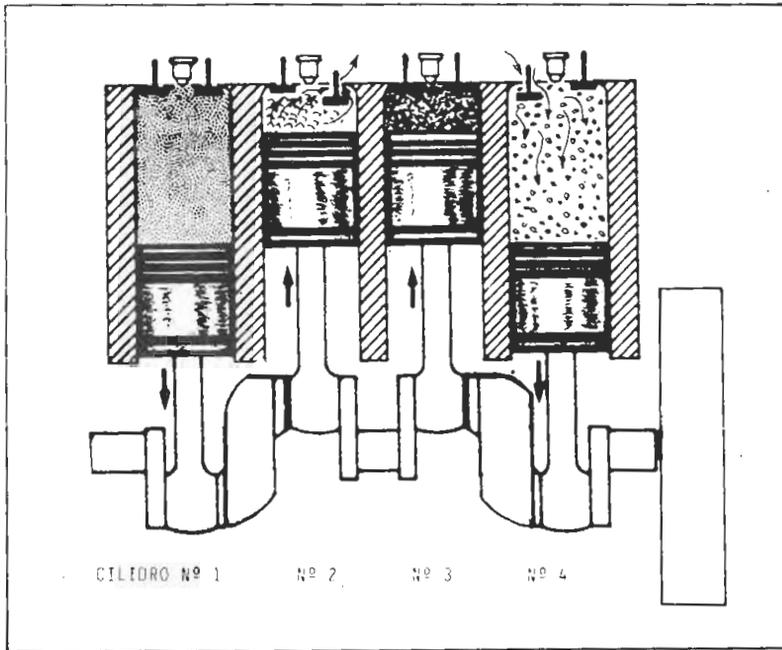


Fig. 33. Tiempo que se realiza en cada cilindro, durante la primera media vuelta del ciclo en el motor Diesel de cuatro cilindros. Cilindro Nº 1: Combustión; Cilindro Nº 2: Escape; Cilindro Nº 3: Compresión; Cilindro Nº 4: Admisión.

el cigüeñal un tiempo motriz cada dos vueltas.

La maquinaria forestal pesada, se equipa con motores de varios cilindros. En estos motores cada cilindro actúa como si fuese un motor independiente, realizando los cuatro tiempos del ciclo. En las máquinas actuales, la mayoría de los motores son de cuatro cilindros; también los hay de tres y en grandes potencias se llega a los seis e incluso a los ocho cilindros. A continuación, explicamos el funcionamiento del motor de cuatro y seis cilindros:

Cuando el motor tiene cuatro cilindros, en todos ellos se realizan todos los tiempos pero en distinto orden. Se trata de conseguir que el motor realice un tiempo de combustión por cada media vuelta del cigüeñal (Figs. 33 y 34).

Es muy importante el orden en que se suceden las carreras de combustión (orden de encendido en los motores de explosión), con el fin de no someter el cigüeñal a esfuerzos descompensados que llegarían a romperlo. El orden de combustión más corriente en estos motores es el 1-3-4-2; teniendo presente que el cilindro nº 1 es el opuesto al volante (Fig. 33).

En el motor de cuatro cilindros, los pistones 1 y 4 suben y bajan a la vez; los números 2 y 3 también suben o ba-

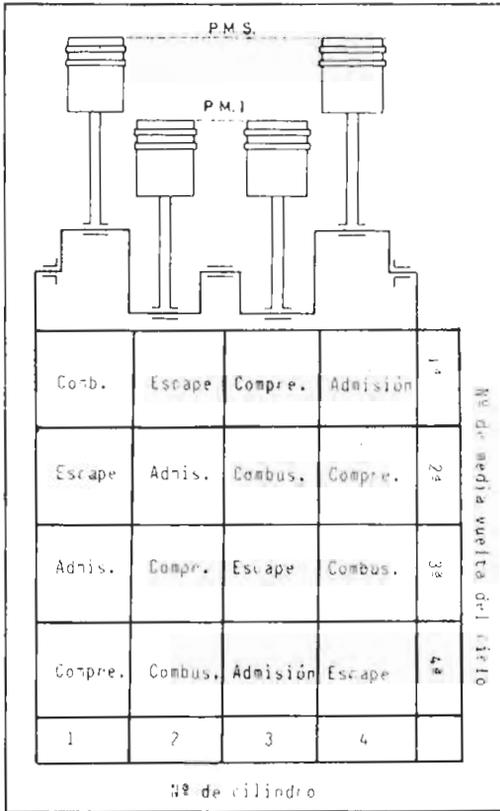


Fig. 34. Tiempos realizados por cada cilindro en cada media vuelta del ciclo, en un motor de cuatro cilindros.

tinto tiempo.

El orden de combustión mas utilizado es el 1-5-3-6-2-4. (Fig. 35).

En el motor de seis cilindros, cada dos vueltas el cigüeñal recibe seis tiempos motrices, correspondiendo una combustión por cada tercio de vuelta.

Debido a que el motor tiene seis cilindros y solo cuatro tiempos, en cada tercio de vuelta del cigüeñal algún cilindro puede realizar parte de dos tiempos diferentes.

El gráfico de la fig. 35, indica el tiempo o los tiempos que realiza cada cilindro por cada tercio de vuelta del cigüeñal, para el orden de combustiones citado. Así, en el primer tercio de vuelta el cilindro 1 hará parte de la carrera de combustión, el 6 hará parte de la de admisión, el 3 terminará la admisión y empezará la compresión, el 4 terminará la combustión y empieza escape, el 5 terminará la compresión y el 6 estará iniciando la admisión.

jan simultaneamente, pero si una pareja baja la otra sube. En cada cilindro se realizará siempre un tiempo diferente. Así si el cilindro 1 está haciendo la compresión, el 4 estará en escape.

Si el ciclo lo dividimos en cuatro medias vueltas, cada cilindro realizará los tiempos en el orden del esquema de la fig. 34, que corresponden al orden de combustión 1-3-4-2.

Los motores de seis cilindros tienen un movimiento mas uniforme, pues por cada dos vueltas del cigüeñal, éste recibe el efecto de seis tiempos motrices.

Igualmente, los pistones suben y bajan en los cilindros por parejas. Las muñequillas del cigüeñal van dispuestas de tal forma que los pistones emparejados son el 1 con el 6, el 2 con el 5 y el 3 con el 4; realizando cada pareja el mismo recorrido, pero dis-

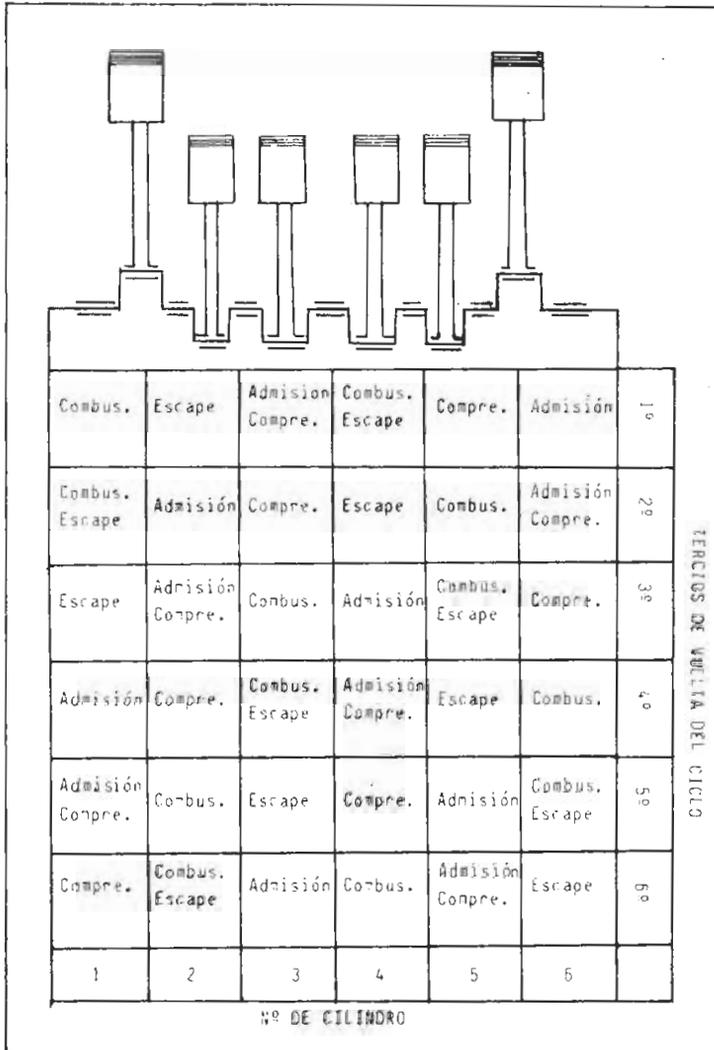


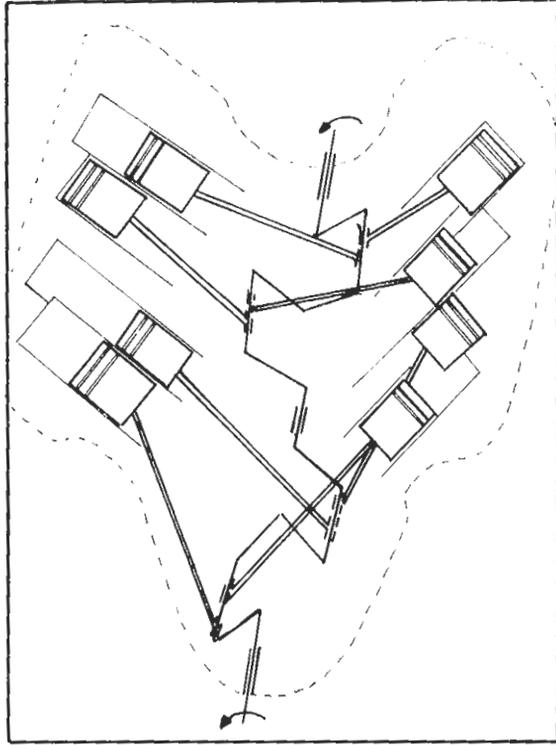
Fig. 35. Tiempos realizados por cada cilindro en cada tercio de vuelta del ciclo, en un motor Diesel de seis cilindros.

En el segundo tercio de vuelta, el 1 finalizará la combustión e iniciará el escape, el 6 terminará admisión y empieza compresión, el 2 hace parte de la admisión, el 3 termina compresión, el 4 finaliza escape y el 5 hace parte de la combustión.

En el tercer tercio de vuelta, el 1 termina escape, el 2 finaliza admisión e inicia compresión, el 3 empieza combustión, el 4 empieza admisión, el 5 termina combustión y empieza el escape y el 6 finaliza la compresión.

Los tiempos correspondientes a los otros tres tercios del ciclo se pueden observar de forma resumida en la citada figura 35.

Por último, algunas máquinas pesadas suelen llevar motores de seis u ocho cilindros en V, con la ventaja de ser la mitad de largos que el de iguales cilindros en línea. Los cilindros van dispuestos en dos bloques, que forman un ángulo de  $90^\circ$  ó  $120^\circ$  entre si. El cigüeñal es único para ambos bloques, pues en cada muñequilla de éste, se articulan dos bielas, cada una correspondiente a un cilindro de distinto bloque. Así cuando el émbolo de un cilindro baja, su compañero de muñequilla y opuesto al mismo, subirá (Fig. 36).



Por no ser de utilización generalizada, omitimos la descripción de los tiempos que realiza cada cilindro en las respectivas medias vueltas de giro del cigüeñal.

Fig. 36. Disposición de los cilindros en un motor de ocho cilindros en V.



## CAPITULO II

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL MOTOR DIESEL

En todo motor Diesel de cuatro tiempos, hemos de diferenciar dos tipos de elementos:

a) Fundamentales, o elementos comunes y estrictamente necesarios para que funcione cualquier motor: bloque, culata, tapa de balancines, pistón, segmentos, bulón, biela, cigüeñal, volante y cárter.

b) Auxiliares, que son igualmente necesarios para el normal funcionamiento del motor, pero pueden ser variables de un motor a otro, e incluso pueden faltar algunos de ellos en ciertos modelos. Por ejemplo, unos pueden llevar balancines y otros no. Los elementos auxiliares se agrupan en sistemas, tales como el de engrase (bomba, filtro, válvula de sobrepresión, tuberías,...), inyección (bombas de alimentación e inyectora, filtros, inyectores, depósito,...), refrigeración (radiador, bomba de agua, ventilador, termostato, racores,...), distribución (válvulas, muelles, balancines, árbol de levas y engranajes, cadenas o correas de mando) o eléctrico (alternador, motor de arranque, calentadores,...).

En las figuras 37 y 38, podemos observar la mayor parte de los elementos fundamentales y auxiliares.

En el presente capítulo trataremos exclusivamente los elementos fundamentales; los auxiliares los veremos al tratar el sistema correspondiente.

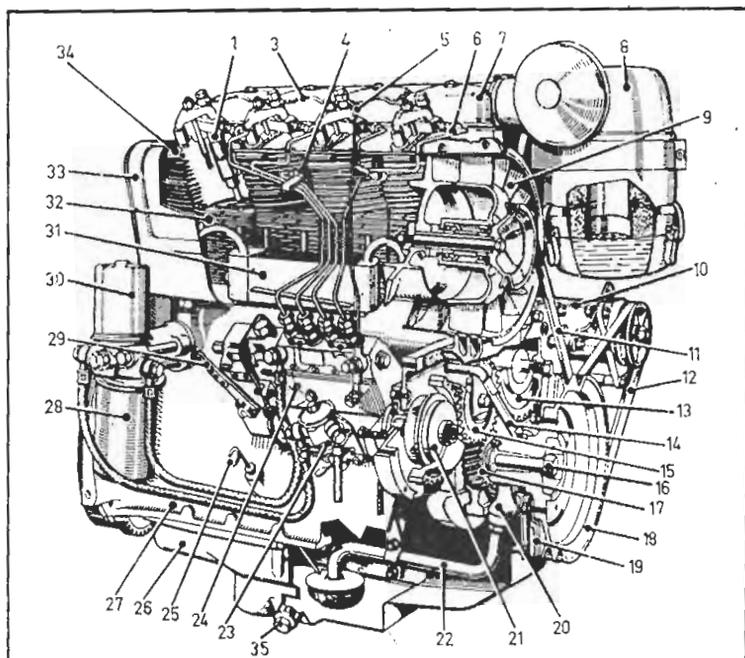


Fig. 37. Motor Diesel de cuatro cilindros refrigerado por aire (DEUIZ).  
 1.- Portainyector.  
 3.- Tubería del sobrante de combustible. 4.- Tornillo expansión para culata. 5.- Tubería de rebose. 6.- Tubería de inyector.  
 7.- Tapa de balancines de una culata. 8.- Filtro del aire de admisión. 9.- Ventilador o turbina de refrigeración. 10.- Dinamo  
 11.- Correa del ventilador. 12.- Correa de la dinamo  
 13.- Piñón del árbol de levas. 14.-

Tubería de aceite para engrase. 15.- Piñón intermedio de distribución. 16.- Tornillo de fijación de la polea al cigüeñal. 17.- Piñón del cigüeñal. 19.- Amortiguador o "Damper" de vibraciones. 20.- Bomba de aceite. 21.- Mecanismo de avance a la inyección. 22.- Tubería de aspiración de la bomba de aceite. 23.- Bomba de alimentación o transferencia de combustible. 24.- Bomba lineal de inyección. 25.- Varilla de nivel de aceite. 26.- Cáster inferior. 27.- Bancada o cárter superior. 28.- Filtro de aceite. 29.- Palanca de acelerador. 30.- Filtro de combustible. 31.- Refrigerador de aceite. 32.- Aletas para la refrigeración del cilindro. 33.- Carcasa para la conducción del aire de refrigeración. 34.- Culata. 35.- Tapón de vaciado del aceite.

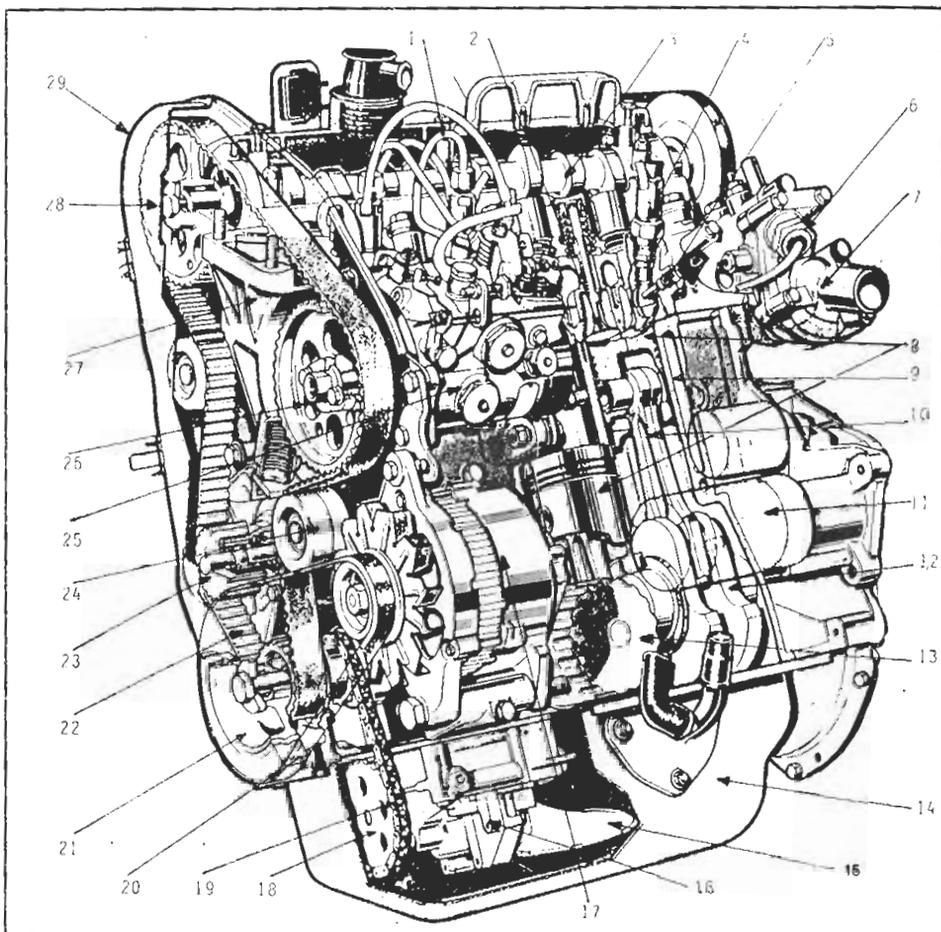


Fig. 38. Motor Diesel ligero (P.S.A.). 1.- Tubería del inyector. 2.- Válvula. 3.- Arbol de levas. 4.- Portainyector. 5.- Calentador. 6.- Termistor. 7.- Carcasa envolvente del termostato. 8.- Embolos. 9.- Canisa. 10.- Biela. 11.- Motor de arranque. 12.- Contrapesos del cigüeñal. 13.- Filtro de aceite. 14.- Cáster. 15.- Colador de aceite. 16.- Bomba de aceite. 17.- Alternador. 18.- Piñón de mando para la bomba de aceite. 19.- Cadena que mueve la bomba de aceite. 20.- Correa del alternador. 21.- Polea del cigüeñal. 22.- Correa dentada de distribución. 23.- Piñón. 24.- Rodillo de tensión. 25.- Bomba de inyección. 26.- Piñón de la bomba de inyección. 27.- Culata. 28.- Piñón del árbol de levas. 29.- Cáster de distribución.

## BLOQUE

Es una sólida y pesada pieza de fundición (7 de la fig. 39), que convenientemente mecanizada sirve de soporte y envoltura al cilindro o cilindros y a otros elementos constitutivos del motor.

En su parte superior se encuentran los pernos de fijación de la culata, por su parte baja queda cerrado por la carcasa o cárter que excepto en los motores grandes sirve para tanque de aceite lubricante, esta carcasa es generalmente de chapa estampada o aleación ligera (14 de la fig. 38).

Los cilindros pueden estar hechos directamente en el bloque o bien ser intercambiables, denominándose en este caso "camisas", pudiendo ser éstas "secas" si no tienen contacto directo con el agua de refrigeración y "húmedas" cuando lo tienen. En este último caso Tapa de balancines. 2.- Junta de balancines. 3.- Culata. llevan unas arandelas 4.- Junta de culata. 5.- Cilindro. 6.- Anillo de caucho de cobre, caucho u 7.- Bloque. 8.- Bancada o cárter superior. otros materiales que aseguran el cierre hermético entre camisa y bloque, impidiendo las fugas de agua.

En el bloque también se encuentran unos orificios de conducción de agua a la culata, así como los orificios que alojan a los empujadores y un grifo de vaciado del agua de refrigeración.

## CULATA

Es la tapa del cilindro por la parte opuesta al cigüeñal (3 de la fig. 39).

En los motores de pequeña y mediana potencia se suelen construir de una sola pieza para todos los cilindros, o bien

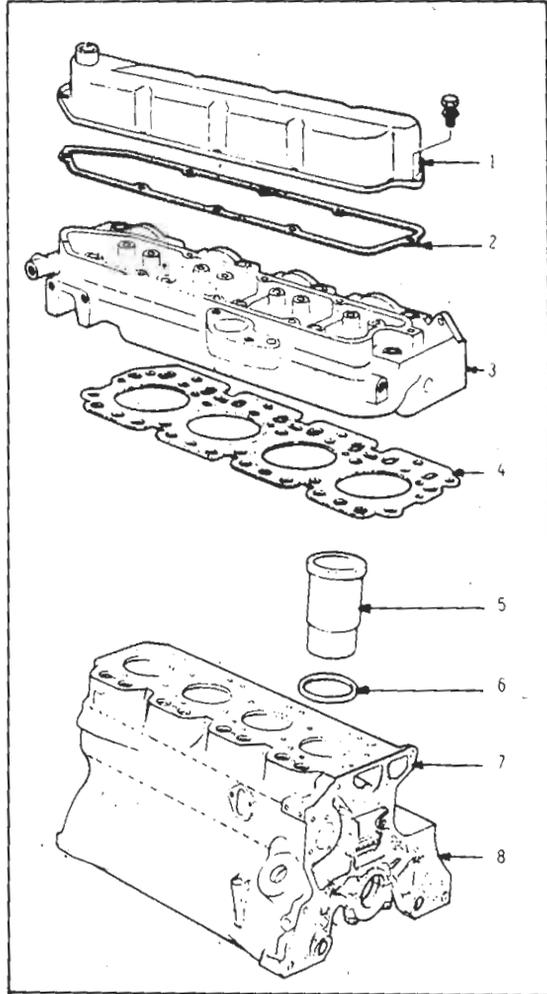


Fig. 39.- Conjunto de bloque y culata (JHON DEERE). 1.- En este último caso Tapa de balancines. 2.- Junta de balancines. 3.- Culata. llevan unas arandelas 4.- Junta de culata. 5.- Cilindro. 6.- Anillo de caucho de cobre, caucho u 7.- Bloque. 8.- Bancada o cárter superior.

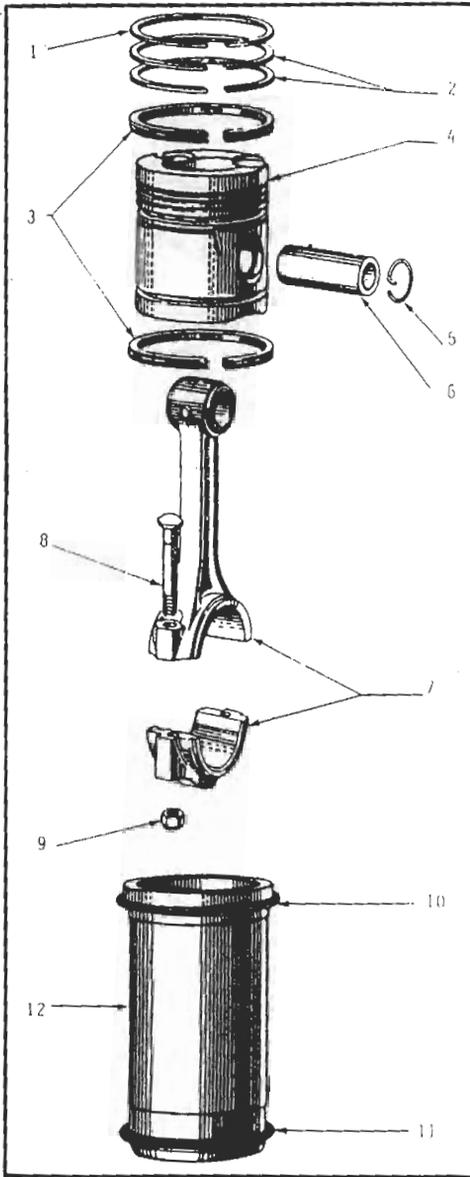


Fig. 40. Conjunto de cilindro, émbolo, segmentos y biela (FORD). 1.- Segmento de fuego. 2.- Segmentos de compresión. 3.- Segmentos de engrase o rascadores. 4.- Émbolo o pistón. 5.- Clip o frenillo. 6.- Bulón. 7.- Cabeza y sombrerete de biela. 8.- Perno. 9.- Tuerca. 10 y 11.- Anillos de caucho. 12.- Cilindro.

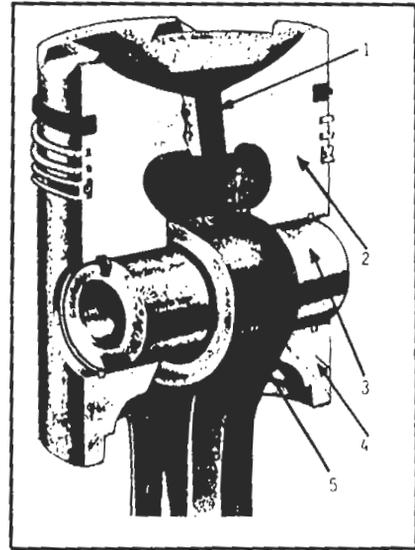


Fig. 41. Detalle de la articulación del émbolo a la biela (CAT). 1.- Tapón térmico. 2.- Cabeza del pistón. 3.- Bulón. 4.- Falda del pistón. 5.- Pie de biela.

emplear una culata cada dos o tres cilindros. En los motores grandes es normal que cada cilindro lleve culata independiente.

Se suele construir de aluminio o de una fundición especial de hierro.

En su interior lleva unas galerías para la circulación del agua de refrigeración y unos conductos u orificios que comunican con el interior del cilindro para la entrada del aire de admisión, evacuación de los gases quemados y alojamiento de válvulas e inyector.

Se sujeta al bloque por espárragos que deben estar apretados alternadamente y con llave dinamométrica, a una presión determinada por el fabricante.

#### JUNTA DE CULATA

Es el elemento de cierre hermético entre el bloque y

la culata (4 de la fig. 39), ya que al ser estas piezas metálicas, la superficie de ambas y las altas temperaturas a que se someten, sin ella la estanqueidad sería muy difícil y se deformaría la culata con facilidad. La junta de culata juega además un importante papel en caso de un calentamiento excesivo del motor, quemándose ésta y evitando daños mayores.

Suele ser de amianto, recubierto por dos delgadas láminas de cobre.

#### TAPA DE BALANCINES

Situada sobre la culata, sirve para proteger el eje de balancines, balancines, válvulas, muelles y, a veces, el árbol o árboles de levas.

Entre ésta y la culata se interpone una junta de goma o corcho que evita fugas de aceite.

#### PISTON O EMBOLO

Es una pieza cilíndrica, generalmente de aluminio, cerrada por una base, que encaja en el cilindro con un huelgo determinado (Figs. 40 y 41). Empujado por la fuerza expansiva de los gases de combustión, se desplaza con movimiento rectilíneo alternativo, siendo la pieza móvil fundamental del motor.

La parte superior se denomina "cabeza"; la inferior es la "falda".

La cabeza puede ser plana. llevar un abultamiento (deflector), o una oquedad. A veces lleva en la cabeza un tornillo o tapón térmico (1 de la fig. 41), de acero inoxidable, sobre el que incide el dardo de inyección, a fin de que éste no erosione la cabeza del pistón.

En la parte superior de la cabeza van unas ranuras o "gargantas", donde se acoplan los aros o segmentos; en las ranuras inferiores lleva los segmentos rascadores o de engrase.

En su parte central lleva un orificio transversal donde se aloja el "bulón" que une el pistón a la biela. En los extremos del orificio lleva unas ranuras interiores para los frenillos del bulón.

#### AROS O SEGMENTOS

Son unos arillos metálicos, elásticos y partidos, que van en las ranuras o gargantas del émbolo.

Pueden ser de dos tipos:

- de compresión, macizos y de aleaciones de hierro con otros metales (cromo, cobre, molibdeno...), que le confieren una excelente dureza, aunque inferior a la de las camisas, ya que es más económico sustituir los segmentos que rectificar o cambiar a éstas.

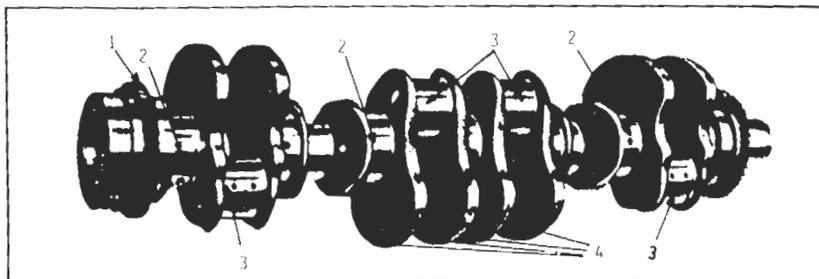


Fig. 42. Cigüeñal de un motor Diesel de cuatro cilindros (CAT). 1.- Piñón de mando de la distribución. 2.- Apoyos. 3.- Muñequillas. 4.-<sup>a</sup> Contrapesos.

En número variable -2 ó 3 generalmente-, se colocan próximos a la cabeza, pues su misión consiste en no permitir el paso de gases al cárter. El corte de los aros puede ser de diferentes formas (recto, oblicuo, escalonado,...). El aceite de engrase y las presiones de los tiempos de compresión y combustión, contribuyen al cierre hermético entre pistón y cilindro.

El segmento de compresión que se coloca mas alto, se denomina "segmento de fuego".

- rascadores o de engrase; que llevan unas perforaciones en el centro y una ranura en todo su contorno donde se aloja un muelle o un delgado fleje de acero. El cometido de estos segmentos es eliminar el exceso de aceite que se deposita en las paredes del cilindro y enviarlo al cárter a través de sus orificios y de los que lleva el pistón en sus ranuras. Se colocan debajo de los de compresión y a veces uno al final de la falda.

Una variante, la constituyen los segmentos "twist-ring" o "aros de torsión", cuyo diseño posibilita que un segmento único realice las funciones de los de compresión y engrase.

Dado que entre los extremos de los segmentos, una vez montados, ha de quedar un pequeño espacio, para evitar el gripado al dilatarse por efecto de las altas temperaturas de funcionamiento, deben de llevar sus cortes alternados para evitar fugas.

#### BULON O PERNO

Es un eje de acero cementado que une el pistón con la biela (3 de la fig. 41), permitiendo la oscilación de ésta pero manteniendo las dos piezas unidas. Entre bulón y biela se interpone un casquillo de metal antifricción o un cojinete de agujas (motores de dos tiempos).

Aunque el bulón pueda ir solidario con el pistón o con la biela, lo normal es que vaya libre o flotante, impidiendo su salida los frenillos colocados en sendas ranuras del pistón a cada lado de los extremos del bulón.

#### BIELA

Es la pieza encargada de unir pistón y cigüeñal y, con-

secuentemente, transmite la fuerza de la combustión que recibe el pistón al cigüeñal (7 de la fig. 40).

Se divide en tres partes: cabeza, cuerpo y pie.

- El pie es la parte superior que se une al pistón por medio del bulón.

- La cabeza es la parte mas abultada, que se une a los codos del cigüeñal.

- El cuerpo de biela es la parte que une las dos anteriores. Obsérvese que las tres partes forman una pieza única. Solo la cabeza de biela suele estar cortada por la semicircunferencia, de modo que permita un fácil montaje y desmontaje. La parte que se separa a la cabeza, en forma de media luna, se denomina "sombbrero".

Entre los codos del cigüeñal y la biela, o entre los apoyos de éste y la bancada, se interponen dos casquillos de metal antifricción, para que en caso de una deficiencia de lubricación o un calentamiento excesivo, éstos se fundan (biela fundida), evitando así daños irreparables en el motor. Los casquillos suelen llevar unos orificios, para que circule el aceite de la bancada hasta el cigüeñal y bielas.

Según el sistema de lubricación y refrigeración del bulón y cabeza del pistón, la biela puede ir perforada interiormente para permitir el paso del aceite hasta el bulón. En los motores pequeños este engrase suele ser por barboteo desde el cárter.

### CIGÜEÑAL

El cigüeñal o "eje motor" (Fig. 42), es una pieza de acero forjado que recibe los impulsos de la combustión a

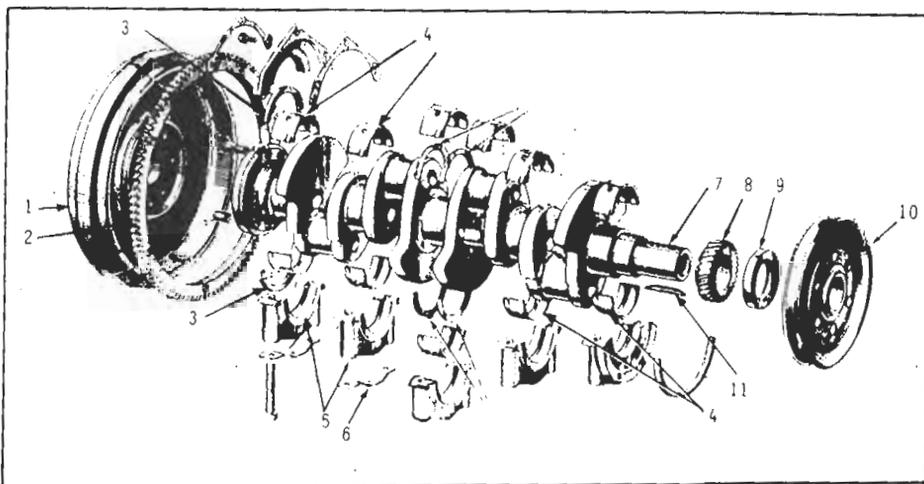


Fig. 43. Despiece volante, cigüeñal y polea (FORD). 1.- Volante. 2.- Corona dentada para el motor de arranque. 3.- Retén de aceite. 4.- Casquillos antifricción. 5.- Sombreretes de biela. 6.- Frenillo de seguridad. 7.- Cigüeñal. 8.- Piñón de mando de la distribución. 9.- Retén de aceite. 10.- Polea de la correa del ventilador. 11.- Chaveta.

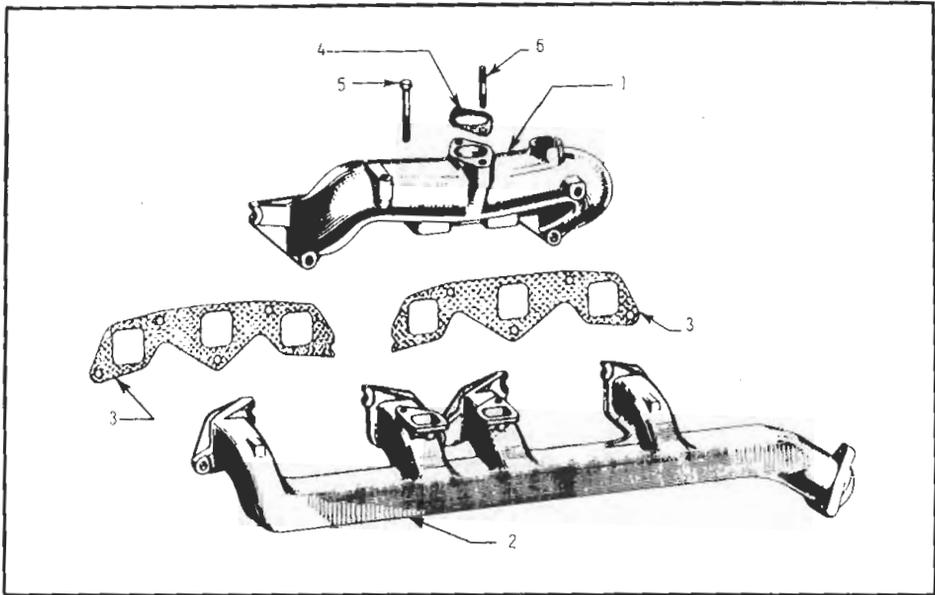


Fig. 44. 1.- Colector de admisión. 2.- Colector de escape. 3.- Juntas de los colectores. 4.- Junta del soporte del depurador de aire. 5.- Tornillo. 6.- Espárrago.

través del sistema pistón-biela y transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme.

Va sujeto al bloque o bancada por unos apoyos, disponiendo de un codo o muñequilla por cada cilindro. El número de apoyos de un cigüeñal, suele ser el de codos mas uno.

Para equilibrar el conjunto, lleva unos contrapesos opuestos a las muñequillas.

En un extremo lleva el volante y en el opuesto la polea y el piñón de distribución (Fig. 43).

#### VOLANTE

Es una pesada rueda metálica (1 de la fig. 43), que sirve para regularizar la marcha del motor, pues como sabemos el cigüeñal recibe los efectos violentos de las carreras motrices de una forma intermitente. Lleva acoplada una corona dentada (2), sobre la que actúa el motor de arranque en el momento de iniciar el funcionamiento.

En la cara opuesta a su unión con el cigüeñal, se monta el mecanismo de embrague, en las máquinas con transmisión directa.

#### CARTER

Es la pieza mas inferior del motor, que lo cierra y protege. Se divide en dos partes:

- Cárter inferior (14 de la fig. 8), que es la carcasa que sirve de fondo al motor y cuya misión es evitar la entrada de polvo y suciedad al motor, sirviendo de depósito de acei-

te, llevando en su fondo un tornillo de vaciado.

Se une al cárter superior mediante tornillos, interponiéndose entre ambos una junta de corcho para evitar fugas.

- Cárter superior o bancada (8 de la fig. 39), que forma parte del bloque y contiene los cojinetes de apoyo del cigüeñal.

#### COLECTORES

Se denominan "colectores" (Fig. 44), al conjunto de conductos que conducen el aire del filtro al motor (colector de admisión) o los gases de escape del motor al tubo de escape (colector de escape).

Van atornillados al motor, con interposición de sendas juntas. Al filtro de aire y tubo de escape, se unen mediante abrazaderas o tornillos. Suelen ser de aluminio o fundición.



## CAPITULO III

DISTRIBUCION

Es el "conjunto de piezas que regulan la entrada y salida de los gases en el cilindro". Dicho de otro modo, la "distribución" es el mecanismo que abre y cierra las válvulas en el momento oportuno.

Por los capítulos anteriores, sabemos que en la culata de cada cilindro de un motor de cuatro tiempos, existen dos válvulas; la de admisión, que abre y cierra el orificio por donde entra el aire o la mezcla del exterior al cilindro y la de escape, que hace idéntica función en el de expulsión de los gases quemados. Igualmente, hemos visto que el cigüeñal va provisto de un piñón que manda la distribución (Fig. 42).

En síntesis, el funcionamiento del mecanismo de distribución, es el siguiente (Figs. 45, 46 y 48):

El piñón del cigüeñal, directamente o por medio de un elemento transmisor, acciona otro piñón que está unido a un eje de excéntricas, denominado "árbol de levas", que dispone de una leva por cada válvula del motor. Al girar la leva, su resalte toca directamente a la cola de la válvula (B de la fig. 47) o lo hace por medio de un empujador o un balancín (B de la fig. 47), para lo que tiene que vencer la fuerza del muelle de la válvula. Cuando el abultamiento o resalte de la leva en su giro, deja de empujar a la válvula o al tope del empujador (alzaválvula o taqué), el muelle cierra la válvula automáticamente, oprimiéndola contra su asiento.

Como en dos vueltas del cigüeñal cada cilindro hace un tiempo de admisión y otro de escape, las respectivas válvulas solo han de abrirse una vez, por lo que el árbol de levas solo deberá dar una vuelta durante el ciclo; consecuentemente, gira a la mitad de revoluciones que el cigüeñal. Esto se consigue al llevar el piñón del primero doble número de dientes que el del segundo.

Las partes que, generalmente, integran el mecanismo de distribución son: elementos de mando, árbol de levas, empujadores, balancines y válvulas. Veamos cada una de ellas y sus posibles variantes:

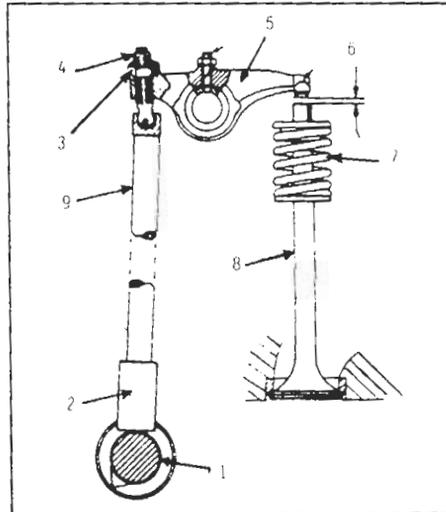


Fig. 45. Mecanismo de distribución. 1.- Árbol de levas. 2.- Taqué. 3.- Tuerca. 4.- Tornillo de reglaje. 5.- Balancín. 6.- Juego de taqués. 7.- Muelle. 8.- Válvula. 9.- Empujador.

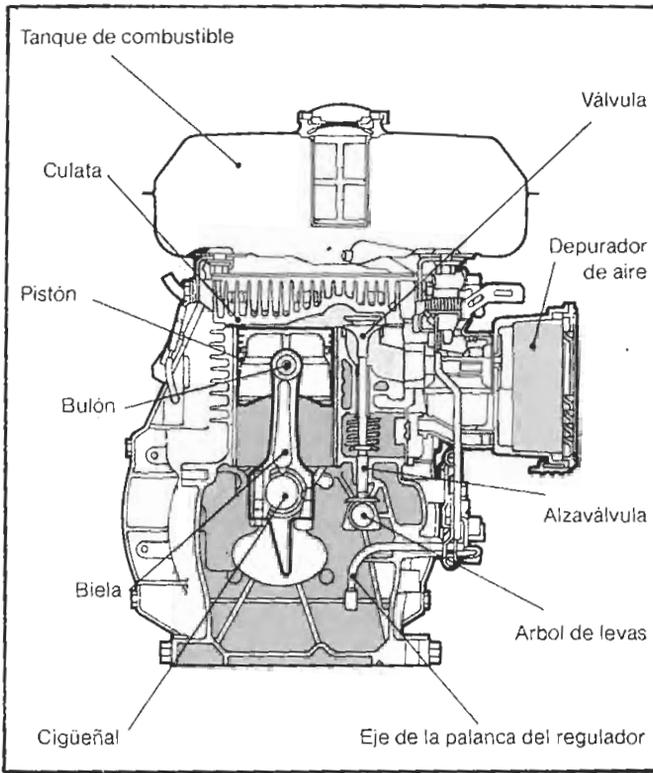


Fig. 46. Motor monocilíndrico de cuatro tiempos y ciclo de explosión, con las válvulas en disposición lateral (KUBOTA).

los empujadores han de ser muy largos, lo que implica exceso de vibraciones y ruido, no siendo adecuado para el régimen de revoluciones que alcanzan los motores modernos.

- Engrane mediante un piñón intermedio (15 de la fig. 37), que se interpone entre los dos piñones anteriores. Esta disposición permite la colocación del árbol de levas más próximo a la culata, con lo que se acorta la longitud de los empujadores. Es la modalidad más empleada en los motores Diesel que equipan a la maquinaria forestal pesada.

- Por cadena (Fig. 49); sistema actualmente en recesión, debido al ruido de funcionamiento y por su, relativa, corta vida (unos 100.000 Km. en un automóvil). Sin embargo, esta modalidad permite la colocación bastante alta del árbol de levas, incluso su colocación directa en la culata, eliminando empujadores y balancines. Ha sido un sistema muy común en motores de explosión de varios cilindros y en los Diesel de potencia baja o media, como los que equipan los vehículos todo terreno.

En los tres sistemas explicados, engranajes y cadena van cubiertos por una carcasa hermética (cárter de distribución) y se engrasan por el sistema a presión de lubricación del motor.

## ELEMENTOS DE MANDO

En todas las variantes, encontramos los piñones del cigüeñal y árbol de levas. Las diferencias entre sistemas de mando, van a consistir únicamente en el modo de transmitir el movimiento del piñón del cigüeñal al del árbol de levas. Las diferentes formas de mando son:

- Engrane directo (Fig. 48), sistema casi obsoleto, a excepción de los motores de explosión, monocilíndricos, que siguen llevando válvulas laterales (Fig. 46). Si las válvulas van en la culata (Fig. 48),

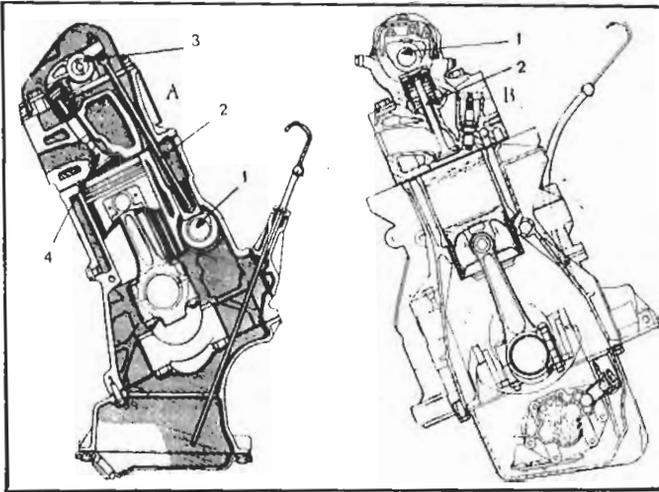


Fig. 47. Dos formas diferentes de distribución (PEUGEOT). A) con árbol de levas en el bloque, empujadores y balancines. (1.- Árbol de levas. 2.- Empujador. 3.- Balancín. 4.- Válvula). B) con árbol de levas en la culata, sin empujadores ni balancines (1.- Árbol de levas. 2.- Válvula).

- Por correa dentada de caucho (22 de la fig. 38), que es la modalidad más reciente y de empleo generalizado, tanto en los modernos motores de explosión como en los "ligeros" Diesel.

La correa, convenientemente tensada, acciona el árbol de levas, dispuesto siempre en la culata, y al engranaje de la bomba de inyección. No produce ruidos y permite regímenes muy altos de revoluciones del cigüeñal. Su duración es similar a la de la cadena pero con la ventaja de una fácil y rápida sustitución, que habrá que realizar en los periodos que indique el fabricante (entre 60.000 y 100.000 Km., generalmente). Va colocada en seco, por lo que un derrame de lubricante o combustible, puede alterar sus características, con consecuencias irreparables para el motor si llega a romperse.

Como el movimiento del árbol de levas va sincronizado con el del cigüeñal, los piñones de distribución llevan en sus dientes unas marcas de referencia a fin de colocarlos en la única posición idónea de funcionamiento. Cuando el mando es por engranajes, los piñones del cigüeñal y árbol de levas llevan marcas en dos dientes consecutivos; el piñón intermedio lleva dos marcas, pero en dientes distanciados, de modo que las marcas del último queden entre las de los primeros. Si el mando es por correa o cadena, las marcas de los piñones han de confrontar con otras grabadas en el bloque.

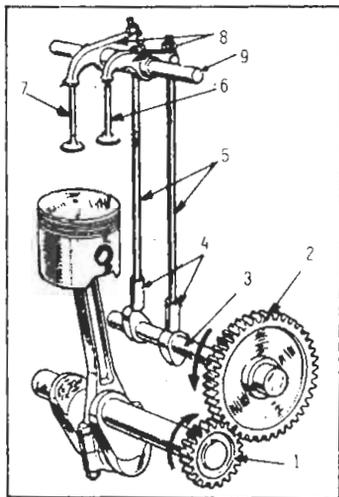


Fig. 48. Distribución con mando por piñones de engrane directo. 1.- Piñón del cigüeñal. 2.- Piñón del árbol de levas. 3.- Arbol de levas. 4.- Taqués. 5.- Varillas empujadoras. 6.- Válvula de escape. 7.- Válvula de admisión. 8.- Balancines. 9.- Eje de balancines.

#### ARBOL DE LEVAS

Es un eje con tantas levas o excéntricas como válvulas tiene el motor (Fig. 50). Las levas se disponen entre sí, de acuerdo a su sentido de giro y a los avances y retrasos al cierre de las válvulas. Lleva en su extremo un piñón de mando y en los extremos y parte central unos apoyos cilíndricos, sobre los que gira y por los que se sujeta a unos soportes, previa interposición de unos casquillos, dispuestos sobre el bloque o la culata.

Algunos motores van provistos de doble árbol de levas.

#### VALVULAS

Como ya sabemos, las válvulas son las piezas que ponen en comunicación la cámara de combustión con la atmósfera en los tiempos de combustión y escape.

Tienen forma de seta invertida y en ellas diferenciamos dos partes: cabeza y vástago o cola. (Fig. 51).

La cabeza es la parte mas abultada, teniendo el contorno rectificado en forma cónica, para que encaje perfectamente en unos asientos, igualmente cónicos, dispuestos sobre la culata.

Tanto la cabeza de válvu-

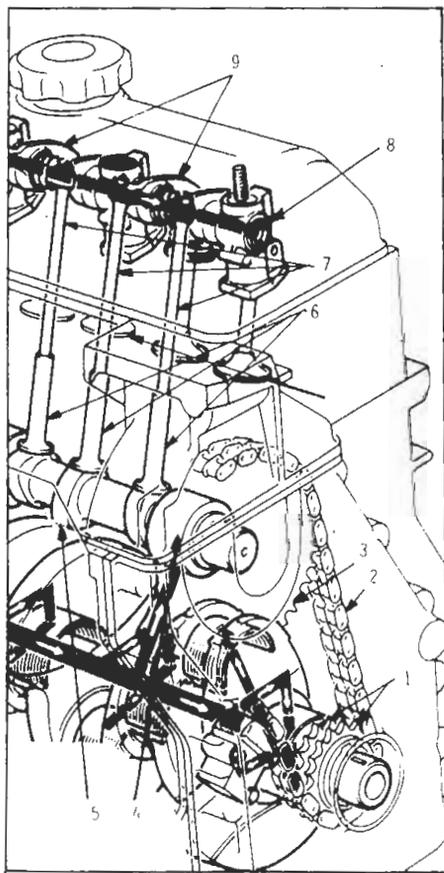


Fig. 49. Mando de distribución por cadena (RENAULT). 1.- Piñón del cigüeñal. 2.- Cadena 3.- Piñón del árbol de levas. 4.- Apoyo del árbol de levas. 5.- Leva. 6.- Taqués. 7.- Empujadores. 8.- Eje de balancines. 9.- Balancines.

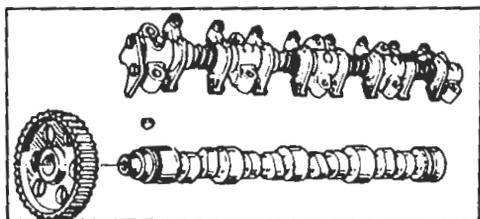


Fig. 50.- Eje de balancines y árbol de levas.

la como su asiento han de soportar grandes esfuerzos mecánicos y térmicos, por lo que se fabrican de aleaciones de acero con cromo, tungsteno, cobalto, etc.; que le confieren unas características mecánicas suficientes para soportar el intenso y continuo trabajo que realizan.

El vástago suele ser de acero al carbono, endurecido por el extremo para que el golpeteo del balancín no lo deforme. Se desliza por el interior de una guía de acero especial, intercambiabile e incrustada en la culata.

Para que la válvula permanezca cerrada, cuando no es empujada por el balancín, lleva un muelle colocado entre la culata y un platillo, solidario al vástago por unas chavetas cónicas, que encajan en unas ranuras de éste.

Las válvulas de algunos motores Diesel van equipadas con dispositivo "rotativo", que hacen que éstas giren entre 1 y 3<sup>o</sup> cada vez que se abren, con lo que se alarga la vida de la cabeza y su asiento.

Entre las variantes que encontramos en las válvulas, tenemos:

- de posición, ya que pueden ir colocadas en el bloque (laterales) o en la culata (cabeza), que es la utilizada en los motores Diesel. La primera disposición se emplea actualmente solo en pequeños motores de explosión, tales como los utilizados en generadores eléctricos portátiles o motobombas (Fig. 46).

- de tamaño, normalmente las de admisión son de mayor tamaño que las de escape, para facilitar la aspiración del motor.

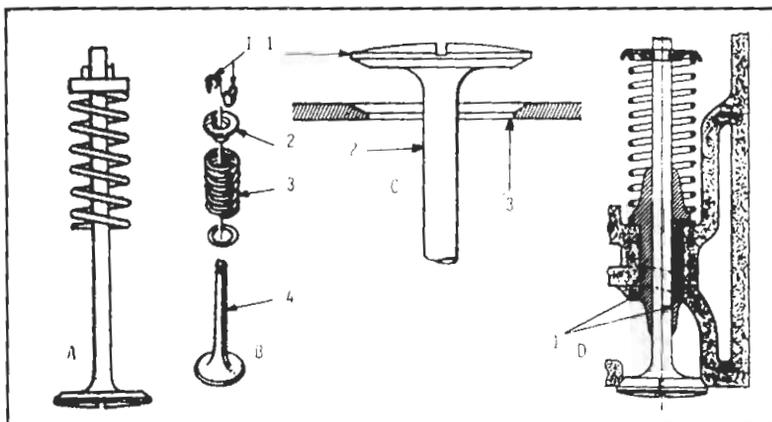


Fig. 51. Detalles de las válvulas y su montaje. A) Conjunto de válvula, platillo y muelle montados. B) Despiece: 1.- Chavetas. 2.- Platillo. 3.- Muelle. 4.- Válvula. C) Válvula y su asiento: 1.- Cabeza. 2.- Vástago. 3.- Asiento de la válvula. D) Conjunto montado en la culata: 1.- Guía,

- de número; aunque lo normal son dos válvulas por cilindro algunos motores de la última generación, especialmente de explosión, llevan tres o cuatro válvulas por cilindro.

### BALANCIN

Es la pieza que basculando sobre su eje, transmite el movimiento del empujador a la válvula (Fig. 52). Todos los balancines del motor se montan sobre un eje común, que se fija a la culata por medio de unos soportes. Entre ellos van unas arandelas y unos pequeños muelles que evitan huelgos y ruidos de funcionamiento.

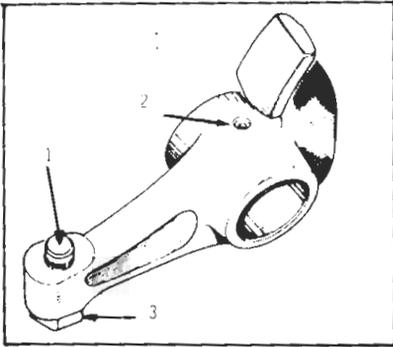


Fig. 52. Balancín invertido. 1.- Tornillo de reglaje. 2.- Orificio de engrase. 3.- Tuerca de fijación.

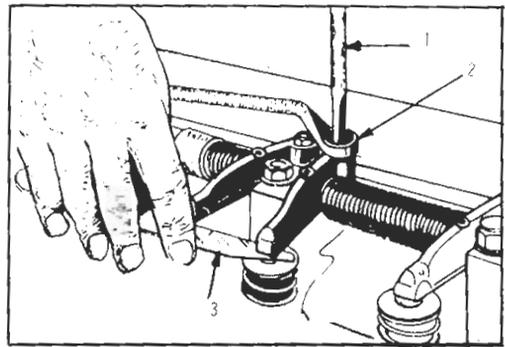


Fig. 53. Reglaje de taqués. 1.- Destornillador. 2.- Llave de estrella. 3.- Juego de delgas o galgas.

En uno de los extremos lleva un tornillo que se fija con una tuerca, para regular el huelgo entre el balancín y el extremo del vástago. Dicho juego se denomina "juego de taqués" siendo de primordial importancia para el normal funcionamiento del motor.

En los motores con árbol de levas en la culata, se suelen eliminar los balancines, pues las levas accionan directamente a las válvulas o a unos taqués en forma de vaso invertido (Fig. 47 B).

### TAQUE

Es la pieza que se interpone entre la leva y el extremo del empujador (2 de la fig. 45) o entre la leva y la válvula, cuando no existen empujadores o balancines.

### EMPUJADORES

Son las varillas que transmiten el movimiento rectilíneo de empuje entre taqué y balancín (9 de la fig. 45).

En el extremo superior lleva una cavidad esférica, donde encaja el tornillo de reglaje de taqués; el inferior acaba en semiesfera que se aloja en el taqué.

## REGLAJE DE TAQUES

Como las válvulas se estiran por efecto de las altas temperaturas de trabajo, si se montara el balancín tocando a la válvula al calentarse ésta se quedaría algo abierta dañándose la cabeza y el asiento.

Un juego excesivo produce ruido, retarda la apertura y anticipa el cierre, con la consiguiente pérdida de potencia.

Con el funcionamiento del motor llega a variarse el "juego de taqués", es necesario que en el periodo determinado por el fabricante se regule el citado juego; práctica sencilla de realizar y que requiere un utillaje mínimo. Puede efectuarse con unos conocimientos mínimos, siguiendo el siguiente proceso:

### REGLAJE DE TAQUES EN EL MOTOR DE CUATRO CILINDROS

FASES	OPERACIONES
a) PREPARACION	<p>1.a.- Consultar manual de instrucciones del motor para determinar la holgura correspondiente a las válvulas de admisión y a las de escape (para las de admisión suele oscilar entre 0,15 y 0,25 mm; las de escape entre 0,2 y 0,3 mm.), pues no son iguales para todos los rotores. Igualmente nos cercioraremos si el reglaje hay que efectuarlo con el motor frío o caliente.</p> <p>2.a.- Si el reglaje es en caliente, poner el motor en funcionamiento hasta que alcance la temperatura normal; En caso contrario dejarlo enfriar al menos una hora.</p> <p>3.a.- Aflojar los tornillos de sujeción de la tapa de balancines.</p> <p>4.a.- Extraer la tapa de balancines, cuidando no estropear la junta.</p>
b) REGLAJE	<p>1.b.- Colocar una velocidad larga en el vehículo o máquina.</p> <p>2.b.- Quitar freno de mano.</p> <p>3.b.- Empujar el vehículo hasta colocar en "cruce" las válvulas del cilindro nº 4. Las válvulas de un cilindro están en cruce en el momento justo que termina de cerrarse la válvula de escape y empieza a abrirse la de admisión. El cigüeñal también se puede mover con la manivela o con pequeños golpes de rotor de arranque.</p> <p>4.b.- Introducir suavemente la delga adecuada entre la cola de la válvula y el balancín. Si el juego no fuese el correcto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aflojar la tuerca del balancín con una llave adecuada (2 de la fig. 53).</li> <li>- Introducir la delga correspondiente al huelgo entre el balancín y la cola de válvula (3).</li> <li>- Girar el tornillo ajustador con un destornillador (1), hasta conseguir el juego exacto, evitando el aprisionamiento de la delga.</li> <li>- Sin mover el destornillador, apretar la tuerca.</li> </ul>

	<p>- Volver a comprobar el huelgo, repitiendo en reglaje si fuese necesario.</p> <p>5.b.- Repetir operación 4.b en el cilindro nº 4, estando en "cruce" las del nº 1.</p> <p>6.b.- Poner en "cruce" las válvulas del cilindro nº 2 y hacer el reglaje en las del nº 3.</p> <p>7.b.- Poner en "cruce" las válvulas del cilindro nº 3 y hacer reglaje en las del nº 2.</p> <p><u>Importante.</u>- El poner las válvulas en cruce es para asegurarse que la válvula que se está reglando no está pisada parcialmente. Otro método de referencia que se puede seguir es el siguiente: girar despacio el cigüeñal empujando el vehículo o con golpes de motor de arranque, hasta situar la válvula de escape del cilindro nº 1 en plena abertura y ajustar los balancines de la válvula de admisión del cilindro nº 3 y la de escape del nº 4. Proceder del mismo modo con los otros cilindros, según la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Válvula de escape abierta del cilindro nº:</th> <th>Válvula de admisión a ajustar en el cilindro nº:</th> <th>Válvula de escape a ajustar en el cilindro nº:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Válvula de escape abierta del cilindro nº:	Válvula de admisión a ajustar en el cilindro nº:	Válvula de escape a ajustar en el cilindro nº:				1	3	4	3	4	2	4	2	1	2	1	3
Válvula de escape abierta del cilindro nº:	Válvula de admisión a ajustar en el cilindro nº:	Válvula de escape a ajustar en el cilindro nº:																	
																			
1	3	4																	
3	4	2																	
4	2	1																	
2	1	3																	
C) TERMINACION	<p>1.c.- Sacar velocidad del vehículo y poner freno de mano.</p> <p>2.c.- Poner en funcionamiento el motor y observar si alguna válvula suena. En caso afirmativo volver a reglarla.</p> <p>3.c.- Limpiar asiento de la junta de balancines y colocarla empleando pasta de juntas si fuese necesario.</p> <p>4.c.- Colocar tapa de balancines.</p> <p>5.c.- Poner y apretar tornillos.</p> <p>6.c.- Poner el motor en marcha y observar si la junta da fugas de aceite. En caso afirmativo volver a colocarla, sustituyéndola por una nueva si fuese necesario.</p>																		

#### REGLAJE DE TAQUES EN EL MOTOR DE SEIS CILINDROS

Se opera de igual forma que en el de cuatro cilindros, teniendo la precaución de que para ajustar las válvulas del cilindro nº 1 se ponen en cruce las del nº 6; para ajustar las del nº 6 se ponen en cruce las del nº 1; las del nº 2 se ajustan con las del nº 5 en cruce; las del nº 5 con las del nº 2; las del nº 3 con las del nº 4 y las del nº 4 con las del nº 3.

## CAPITULO IV

### LUBRICACION DEL MOTOR

#### INTRODUCCION

Por muy lisa que parezca cualquier parte móvil del motor, existen pequeñísimas rugosidades que se oponen al movimiento produciendo rozamientos y calentamientos.

Estas fricciones se atenúan al interponer entre las piezas en rozamiento, una fina película de aceite, que llega en ocasiones a un espesor inferior a 0,1 mm.. Por consiguiente, los lubricantes han de ser de una calidad que les haga capaces de soportar las altas temperaturas del motor sin que se quemen y sin que se rompa la película, por efecto de la presión que ejercen las piezas entre si. Igualmente, han de tener capacidad para eliminar los compuestos químicos derivados de la combustión que pudieran corroer las piezas del motor.

En resumen, las funciones del aceite en el motor son:

- a) Lubricar, proporcionando una película resistente entre las superficies de todas las partes móviles, a fin de facilitar su deslizamiento y disminuir el desgaste.
- b) Refrigerar, colaborando con el sistema de refrigeración en la absorción del calor de los elementos lubricados (camisas, pistones, cigüeñal...).
- c) Limpiar las gomosidades, carbonillas o barnices que se forman en el interior del motor, por efecto de los residuos de combustión.
- d) Neutralizar los ácidos residuales de la combustión, especialmente el sulfúrico ( $SO_4H_2$ ) y el sulfuroso ( $SO_3H_2$ ) que se producen por el azufre contenido en el gas-oil.

#### SISTEMAS DE ENGRASE

Los sistemas de engrase que emplean los motores de cuatro tiempos, Diesel o de explosión, son los denominados a "presión" y a "presión total". La diferencia entre ambos estriba en la subida del aceite hasta el bulón del émbolo; en el último es a presión por un orificio que lleva la biela, mientras que en el primero se engrasa por el aceite barrido por los segmentos de engrase.

En el sistema a presión (Fig.54), el aceite contenido en el cárter es aspirado por la bomba 2, pasando antes por el filtro de malla o colador 1 que retiene las impurezas de mayor tamaño. La bomba de aceite lo impulsa a través del conducto 3 que lo lleva al filtro 4, donde es liberado del resto de partículas que pudiera contener.

Intercalada entre estos elementos, se encuentra la válvula de "descarga o sobrepresión" (7 de la fig. 56), que se encarga de mantener el aceite en el circuito a una presión de 3-5 atmósferas, generalmente. El aceite filtrado pasa por

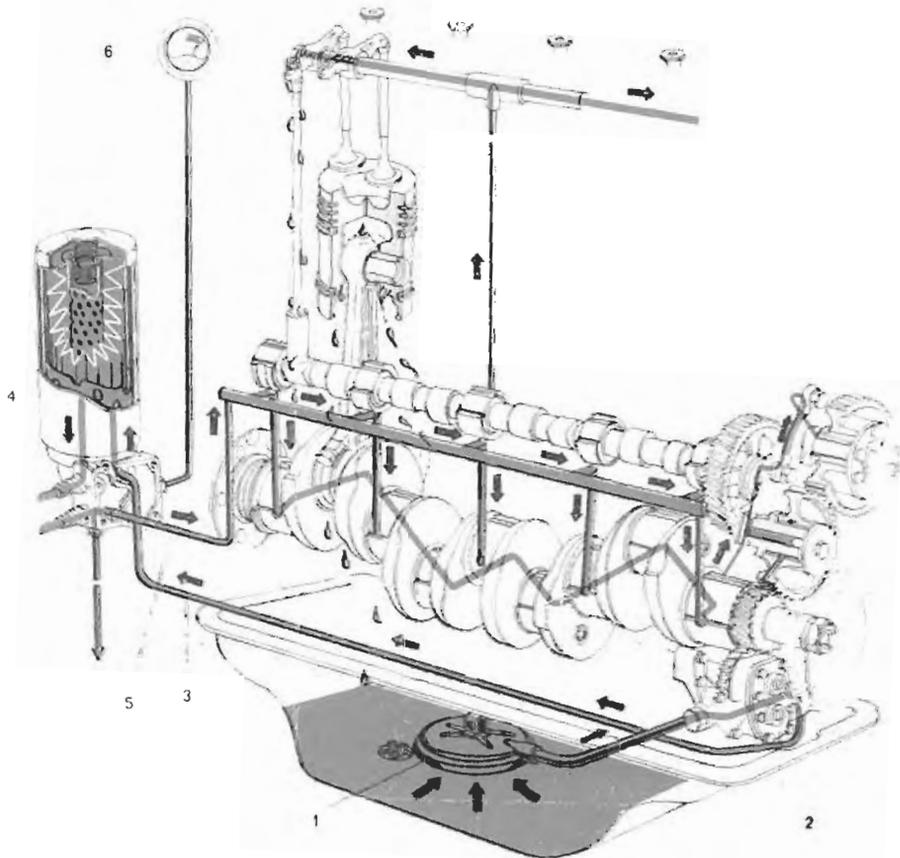


Fig. 54. Sistema de engrase a presión (UTB). 1.- Colador de aspiración. 2.- Bomba. 3.- Tubería de impulsión del aceite de la bomba hacia el filtro. 4.- Filtro de aceite. 5.- Tubería del filtro a las canalizaciones de engrase del bloque. 6.- Manómetro para el control de la presión del aceite.

un lado a engrasar los apoyos del cigüeñal y los casquillos de biela; por otro se engrasan los apoyos del árbol de levas; finalmente llega el aceite al eje de balancines para lubricar a éstos y retornando al cárter por el hueco de las guías de los empujadores.

Los engranajes o cadena de distribución, se lubrican por una toma que puede partir del aceite que engrasa al cigüeñal o a través del árbol de levas.

Si el motor va provisto de turboalimentador, éste ha de tener prioridad de engrase debido al alto régimen de revoluciones, por encima de las 100.000 r.p.m. generalmente; por lo que se averiaría seriamente si la lubricación es deficiente. Por ello el "turbo" recibe aceite tan pronto como el motor arranque, aún sin que el aceite haya sido filtrado, por lo que existe una "válvula de prioridad", que envía aceite al turbo en el instante en que el motor empieza a funcionar. Dicha válvula se encuentra entre la bomba y el

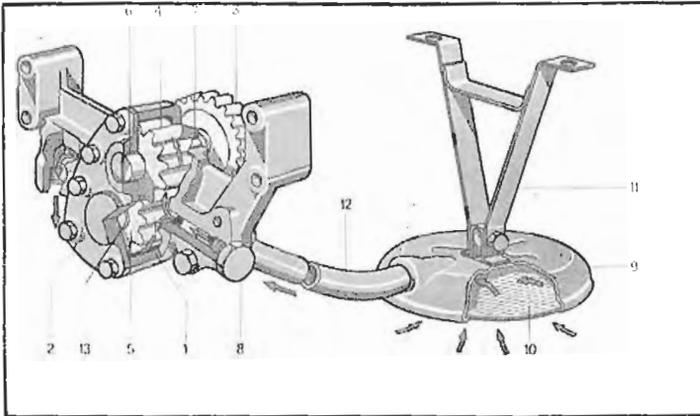


Fig. 55. Conjunto de bomba y colador (UTB). 1.- Cuerpo bomba. 2.- Tapa. 3.- Engranaje de mando. 4.- Piñón conductor. 5.- Piñón conducido. 6-7.- Espacio interior de la bomba. 8.- Tapón. 9.- Colador. 10.- Taziz. 11.- Soporte. 12.- Tubería de aspiración.

filtro de aceite, cerrándose cuando el circuito ha alcanzado la presión normal de funcionamiento, pasando el turbo a engrasarse con aceite ya filtrado.

Del circuito de engrase sale un tubo que llega hasta el manómetro 6, situado en el salpicadero de la máquina. Si no existe manómetro, en su lugar lleva una luz indicadora de presión, que se enciende cuando ésta baja, al enviarle corriente un "manocontacto" roscado al motor y conectado al sistema se engrasa.

El sistema se suele completar con un "enfriador de aceite" en los motores grandes, estacionarios o refrigerados por aire.

De la descripción de funcionamiento del sistema a presión, deducimos que los elementos que lo integran son: colador, bomba, válvula de descarga o sobrepresión, filtro de aceite, aparatos de control y, a veces, un enfriador de aceite.

Veamos cada parte por separado:

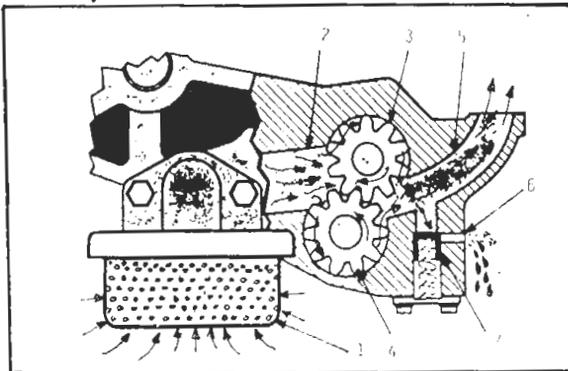


Fig. 56. Esquema de funcionamiento de la bomba de engranajes. 1.- Colador. 2.- Tubería de aspiración. 3.- Piñón conductor. 4.- Piñón conducido. 5.- Tubería de impulsión. 6.- Retorno del sobrante de aceite. 7.- Válvula de descarga o sobrepresión.

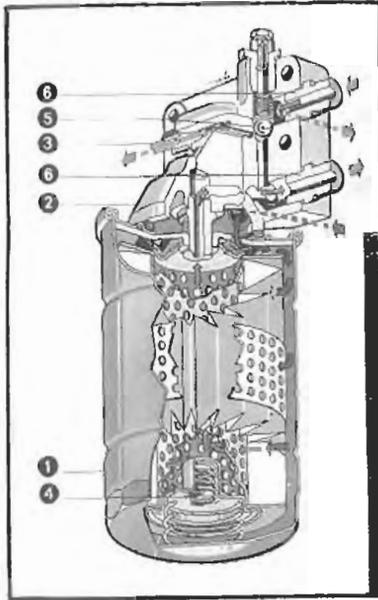


Fig. 57. Filtro blindado de aceite (UTB). 1.- Cubierta metálica del cartucho filtrante. 2.- Soporte del filtro. 3.- Conexión del manómetro. 4.- Válvula de seguridad. 5.- Válvula de descarga o sobrepresión. 6.- Conexiones al enfriador de aceite.

### COLADOR

Es un tamiz metálico fino (10 de la fig. 55) que se encarga de retener las partículas gruesas que al penetrar en el circuito puedan producir desgastes por abrasión.

El conjunto o bien forma parte de la bomba o si es independiente se fija a la bancada por un soporte (11). Su acción se complementa con un "filtro magnético", que no es otra cosa que un pequeño imán que forma parte del tapón de vaciado para retener las partículas metálicas.

### BOMBA DE ACEITE

La bomba de aceite tiene por misión tomar el aceite del cárter y mandarlo a presión, hasta aquellas partes del motor que requieren lubricación.

Está situada en el interior del cárter, recibiendo el movimiento del cigüeñal mediante un engranaje (3 de la fig. 55) o por medio de una cadena (19 de la fig. 38).

Existen dos tipos: de engranajes y de rotor.

La bomba de engranajes (Fig. 56), está formada por los piñones 3 y 4. El piñón conductor (3) es el que recibe el movimiento desde el cigüeñal, haciendo girar al conducido (4). Al girar ambos, sus dientes aspiran el aceite por la tubería de aspiración (2), previamente filtrado en el colador (1); a través de los huecos que quedan entre los dientes y el cuerpo de bomba, es conducido hasta la tubería de impulsión (5) por donde sale ya a presión.

La bomba de rotor se utiliza menos. Presenta cierta analogía en cuanto a funcionamiento con la de engranajes, estando sustituidos los piñones por un rotor interior y un anillo exterior.

### VALVULA DE DESCARGA O SOBREPRESION

La presión y cantidad de aceite que impulsa la bomba depende de las revoluciones del motor y de la viscosidad del aceite. Si en el circuito no hubiese ningún mecanismo que regulase el caudal y presión del aceite, con el motor en ralentí la lubricación sería deficiente; con el motor acelerado la presión sería tan alta que se quemaría gran cantidad de aceite.

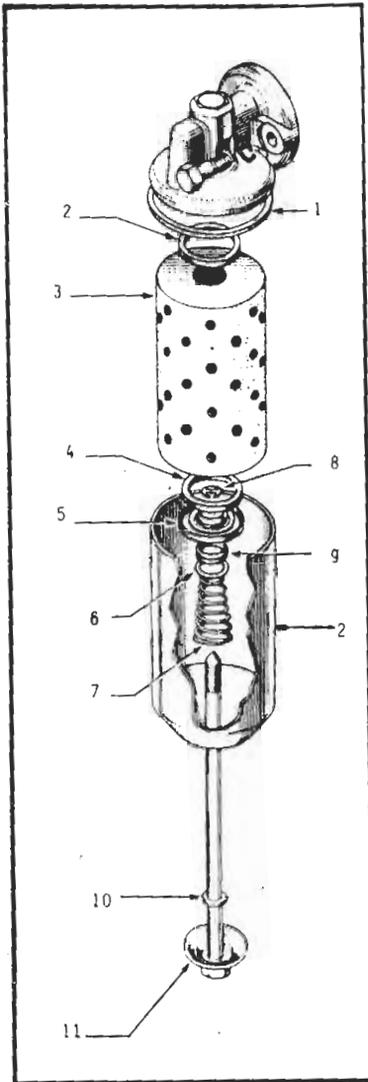


Fig. 58. Despiece de un conjunto de filtro normal (FORD). 1.- Junta. 2.- Vaso. 3.- Cartucho filtrante. 4.- Junta. 5.- Arandela. 6.- Asiento de muelle. 7.- Muelle. 8.- Disco. 9.- Junta. 10.- Junta. 11.- Platillo.

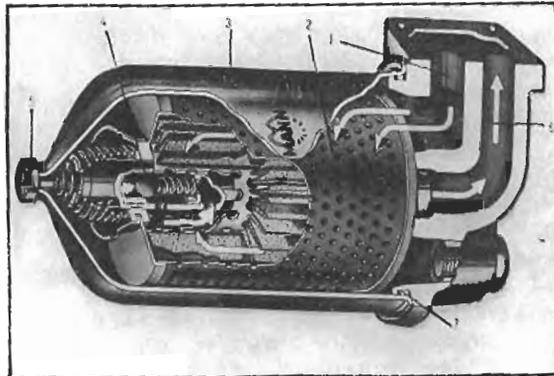


Fig. 59. Conjunto de filtro normal montado (MANN). 1.- Entrada del aceite sin filtrar. 2.- Cartucho filtrante. 3.- Vaso. 4.- Válvula de seguridad. 5.- Tornillo de sujeción. 6.- Salida de aceite filtrado. 7.- Junta.

Por ambas razones, existe una válvula de descarga (7 de la fig. 56) cuya misión es:

- a) Descargar al cárter el sobrante de aceite cuando la presión es excesiva.
- b) Regular la presión ajustándola al estado de holguras del motor. Esta presión suele oscilar entre las 3 y las 5 atmósferas.

La válvula se suele situar próxima a la bomba o en el soporte del filtro (5 de la fig. 57). Su funcionamiento es muy sencillo: el circuito de presión (Fig. 56) comunica con el cárter mediante la salida (6), donde está colocada la válvula (7). Esta consiste en un pequeño pistón o una bola, que por la acción de un muelle tiende a mantener cerrada la citada salida 6. Cuando la fuerza que ejerce la presión del aceite es superior a la del muelle, el émbolo o la bola son empujados hacia atrás, quedando libre la salida 6 por donde sale el sobrante de aceite.

### FILTRO DE ACEITE

Su cometido es retener las partículas finas del aceite.

Existen dos tipos:

- a) Blindados (Fig. 57), en éste el cartucho, válvula, vaso y junta forman un conjunto único e intercambiable que

se rosca directamente al motor. Su colocación es muy cómoda, pero al tener que desechar todo el conjunto cuando se cambia el aceite, su coste es mayor que el tipo normal.

b) *Normal*, en el que solo hay que sustituir el cartucho filtrante (Fig. 58). Además del cartucho filtrante de papel microporoso (3), existe el vaso (2) que recubre al resto de elementos y se fija al soporte por medio de un tornillo, quedando el conjunto sellado por las juntas 1 y 10, la primera situada entre el vaso y el soporte; la segunda entre el vaso y el platillo. En el interior existen las juntas 2 y 4, colocadas en ambos extremos del cartucho, evitan el paso directo del aceite al circuito de engrase sin pasar por el elemento de filtraje.

En ambos tipos, el conjunto se completa con una válvula de seguridad, consistente en una bola y un muelle (4 de la fig. 59), o un disco y un muelle (4 de la fig. 57). Su misión en ambos casos es asegurar la lubricación en todo momento; pues si el cartucho se obstruye y no deja pasar aceite, la válvula se abre y el motor se lubrica con aceite sin filtrar. Para evitar esto, se debe sustituir el filtro siempre que se cambie el aceite del cárter.

#### APARATOS DE CONTROL

En máquinas y tractores existen dos formas de controlar la presión y funcionamiento del sistema de engrase: manómetro o lámpara testigo.

El manómetro es más fiable, puesto que en todo momento podemos controlar la presión en el circuito, para lo que va provisto de una aguja que la marca sobre una escala



Fig. 60. Manómetro de aceite del motor.

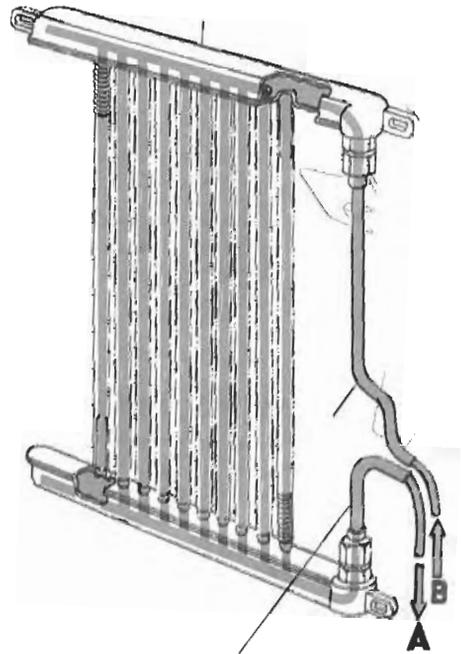


Fig. 61. Enfriador de aceite (UIB), A.- Salida de aceite frío. B.- Entrada de aceite caliente.

Dicha escala, venía

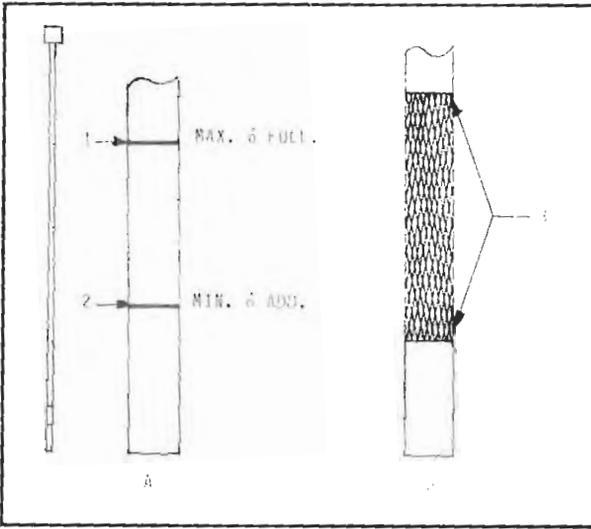


Fig. 62. Varilla de nivel. A) Detalle de las marcas: 1.- Nivel máximo (FULL). 2.- Nivel mínimo (ADD). B) Detalle de la zona de seguridad que tiene la varilla en la parte opuesta a las marcas en los motores a revisar el nivel con motor parado y en funcionamiento.

graduada en  $\text{Kg}/\text{cm}^2$  en las máquinas antiguas. Para facilitar la lectura e interpretación al maquinista, actualmente viene dividida en tres franjas (Fig. 60):

- Roja que indica "peligro"; debiendo parar el motor cuando la aguja se encuentre en la misma, ya que no existe presión o es insuficiente.

- Blanca o amarilla, indica "precaución". Cuando sea ésta la zona que señale la aguja se puede funcionar sin someter el motor a esfuerzos. Corresponde a la presión mínima tolerable de funcionamiento.

- Verde, indicadora de "normalidad" de funcionamiento.

Según el código de símbolos aceptado internacionalmente por los fabricantes, la señal de identificación correspondiente al manómetro de aceite del motor, es una silueta de cárter y cilindro (motor), una gota o una aceitera (aceite) dentro y dos flechas en sentido opuesto exteriormente (presión).

Si la máquina va equipada con lámpara testigo (chivato), sobre un costado del motor va colocado un interruptor que actúa por la presión del aceite (mancontacto), que envía corriente a la lámpara cuando no existe presión o es insuficiente. Por tanto, habrá que parar el motor en cuanto la lámpara se encienda.

#### NIVEL DE ACEITE

Para comprobar el nivel de aceite, existe una varilla que colocada sobre un tubo, penetra en el cárter del motor. Dicha varilla va provista de dos marcas (Fig. 62); la superior que corresponde al nivel máximo, suele ir acompañada de las iniciales MAX ó FULL.; la inferior o de nivel mínimo, lleva las iniciales MIN ó ADD.

Para verificar el nivel, la máquina ha de encontrarse en terreno horizontal y el motor parado. Se extrae la varilla y se limpia con un trapo o algodón limpio; a continuación se introduce en el motor y se vuelve a extraer, debiendo quedar el nivel de aceite entre las dos marcas.

Una variante la constituyen los motores CATERPILLAR, en los que hay que mirar el nivel con el motor parado y en marcha. En el primer caso el nivel ha de encontrarse en la zona moleteada de la varilla (3 de la fig. 62); una vez arrancado el motor y con presión normal en el circuito, el nivel debe encontrarse entre las marcas FULL y ADD.

En automóviles se emplea, a veces, un sistema electrónico de comprobación del nivel, consistente en un "reloj" con una aguja y una escala con las citadas marcas o unos colores. La aguja marca el nivel solo al dar el contacto, volviendo a cero en cuanto el motor se pone en funcionamiento.

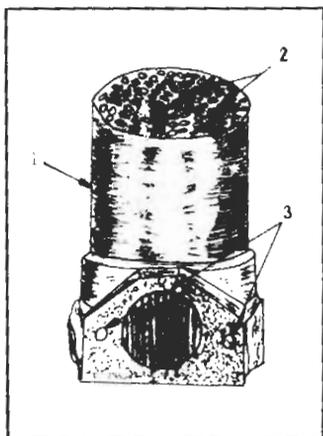


Fig. 63. Enfriador de aceite por el agua de refrigeración. 1.- Carcasa tubular. 2.- Tubos de cobre. 3.- Sujeción.

#### ENFRIADOR DE ACEITE

Este elemento recibe diferentes denominaciones, tales como refrigerador o intercooler. En cualquier caso se trata de un intercambiador de calor aceite-aire ó aceite-agua.

En ciertos motores tiene forma de radiador de agua (Fig. 61) y se suele montar paralelo a éste, de modo que la corriente de aire producida por el ventilador del sistema de refrigeración, pasa también por fuera de los tubos del radiador que conducen el aceite, llevándose parte del calor de éste. En otros motores el enfriador es más compacto (Fig. 63), teniendo forma de cilindro corto y gran diámetro, dentro del cual van colocados longitudinalmente otra serie de tubos de cobre por los que circula el agua de refrigeración y alrededor de estos pequeños tubos circula el aceite lubricante, transmitiendo parte del calor al agua de refrigeración. En este último caso, el enfriador se monta en un costado del motor.

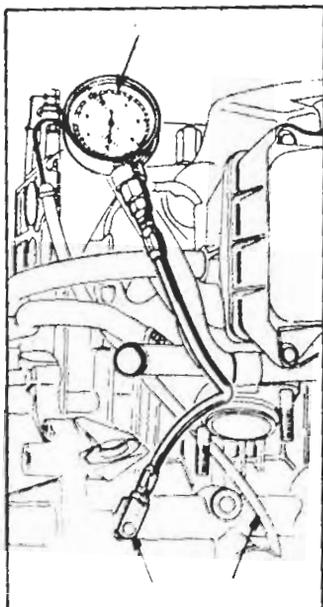


Fig. 64. Comprobación de la presión en el motor. 1.- Manómetro portátil. 2.- Conexión del manómetro. 3.- Tubo de la varilla de nivel.

#### VENTILACION DEL CARTER

El cigüeñal en su giro, produce unas corrientes de aire en el interior del cárter, que se aprovechan para sacar fuera del motor los gases escapados de la combustión y que al condensarse deterioran las cualidades del aceite. Para ello los motores Diesel llevan un respiradero, a modo de pequeño filtro de malla metálica impregnada de aceite, por donde penetra aire

del exterior al cárter, y un tubo de salida de gases conectado a la tapa de balancines, generalmente.

### ACEITES PARA MOTOR

En el capítulo correspondiente a lubricantes y combustibles se describen los diferentes aceites y sus características; normativas internacionales, etc. Aquí nos vamos a limitar a unos conceptos básicos:

- En el tapón de los envases existe un número acompañado de las siglas S.A.E. (Ejem. S.A.E. 30); este número se refiere a la viscosidad del aceite. Si se utilizan aceites "monogrado", para el clima peninsular, lo ideal es emplear un S.A.E. 40 en verano y un S.A.E. 30 en invierno, tanto en motores Diesel como de explosión. Para evitar el inconveniente de utilizar dos tipos de aceite en un mismo motor, es aconsejable emplear aceites "multigrado", que se designan por una "W". Ejemplo: S.A.E. 20W40. En este caso se trata de un aceite que en verano se comporta como un S.A.E. 40 y en invierno como un S.A.E. 20.

- En la práctica sigue arraigada la idea de que los motores de gasolina (explosión) han de emplear aceites "Premium" y los de combustión (Diesel) aceites detergentes, designados por las iniciales "H.D.". Este concepto se puede considerar como obsoleto, pues un buen lubricante de motor, indistintamente de que sea para combustión o explosión, ha de llevar aditivos detergentes.

- La calidad de un lubricante de acuerdo al tipo de motor y el servicio que va a prestar, está normalizada por dos organismos americanos: Instituto Americano del Petróleo (A.P.I.) y el Ejército Norteamericano (M.I.L.). Algunos fabricantes de motores han elaborado su propia normativa de lubricantes. Por ejemplo, CATERPILLAR los denomina por "Series", siendo el "Serie 3ª", especialmente popular entre camioneros y maquinistas.

- En el trabajo forestal, tanto la maquinaria (bulldozer, skidder ...), como los vehículos de transporte (camiones, vehículos ligeros todo-terreno,...), realizan un servicio denominado "SEVERO", debiéndose emplear un aceite en sus motores que cumplan alguna de las siguientes normas:

#### a) Motores Diesel:

MIL - L - 45.199B ó 2.104C.

API - CD.

CAT - Serie 3ª

#### b) Motores de gasolina:

MIL - L - 2.104B

API - SE ó SF (1)

(1) El aceite API SF tiene una mayor duración en el motor que el SE.

Estas especificaciones vienen impresas en el envase.

Como regla general, no se deben mezclar nunca dos aceites de distinto fabricante, aunque cumplan las mismas normas.

#### CAMBIO DE ACEITE

El aceite ha de sustituirse en el cárter al finalizar el periodo determinado por el fabricante. Por regla general, este periodo oscila entre las 200 y 300 horas en máquinas; de 4.000 a 5.000 Km. en vehículos ligeros de motor Diesel y de 6.000 a 10.000 Km. si éste es de gasolina.

Como en el deterioro del aceite, influye directamente el estado del motor, algunos fabricantes han implantado un servicio de análisis del aceite por infrarrojos, que realizado periódicamente sobre muestras extraídas del cárter con una jeringa especial, nos permite cambiar el aceite cuando realmente han disminuido sus cualidades, e incluso detectar desgastes anómalos en el interior del motor con lo que se evitan costosas averías.

El cambio de aceite es una práctica sencilla que en pocos minutos pueden efectuar el maquinista en el propio campo:

#### CAMBIO DE ACEITE

FASES	OPERACIONES
A) PREPARACION	a.1.- Consultar el manual de instrucciones del motor para determinar el periodo de cambio y tipo de aceite a emplear. a.2.- Preparar material: llaves para el tapón del cárter y de filtros; cubo, aceite, filtro y algodones. a.3.- Poner el motor en funcionamiento hasta que alcance su temperatura normal.
B) VACIADO	b.1.- Colocar cubo debajo del tapón del cárter. b.2.- Aflojar y extraer el tapón de vaciado del cárter y dejar que salga todo el aceite. b.3.- Limpiar la prolongación magnética del tapón. b.4.- Colocar el tapón poniendo una nueva arandela de cobre si fuese necesario. b.5.- Quitar el tapón de llenado (se encuentra en la tapa de balancines o sobre el cárter de distribución).
C) CAMBIO DE FILTRO	Filtro normal: c.1.- Aflojar el tornillo central de sujeción. c.2.- Extraer el vaso del filtro y sacar el elemento usado. c.3.- Limpiar el vaso del filtro con gas-oil y secar con algodón. c.4.- Colocar un elemento nuevo en el vaso.

	<p>c.5.- Extraer junta usada y colocar la nueva impregnándola de aceite limpio. Poner las dos tás pequeñas a ambos lados del cartucho.</p> <p>c.6.- Colocar el conjunto sobre su soporte y apretar el tornillo central, sin darle una presión excesiva.</p> <p>Filtro blindado:</p> <p>c.1.- Extraer el filtro con una llave especial de cinta.</p> <p>c.2.- Impregnar la junta del nuevo filtro con aceite limpio de motor y colocarlo sobre su soporte, apretándolo a mano o ligeramente con la llave.</p>
D) LLENADO	<p>d.1.- Sirviéndose de un embudo echar aceite por el tapón de llenado hasta las proximidades de la marca MAX. o FULL. de la varilla de nivel.</p> <p>d.2.- Poner el tapón de llenado.</p> <p>d.3.- Poner el motor en marcha y observar si existen fugas. En caso afirmativo, reapretar tapón de vaciado y filtro y de seguir goteando repetir las operaciones de colocación.</p>

#### INVESTIGACION DE AVERIAS EN EL ENGRASE

En cuanto se aprecie que el manómetro de un motor no marca presión, o la lámpara testigo se enciende, hemos de proceder rápidamente a parar el motor. La avería puede proceder de la bomba de aceite, válvula de sobrepresión u otros elementos del engrase en el interior del motor; o puede proceder del manómetro o, en su caso, del mancontacto de la lámpara testigo. Si la avería procede del interior del motor y continuamos con éste en funcionamiento en pocos minutos lo griparemos. Al contrario, si la avería procede del manómetro, mancontacto o lámpara testigo, la avería no es grave y puede seguir funcionando hasta su reparación.

Por consiguiente, sabiendo con seguridad de donde procede la avería se pueden evitar reparaciones e interrupciones en el trabajo. Veamos la forma de averiguarlo:

#### INVESTIGACION DE AVERIAS EN EL ENGRASE

FASES	OPERACIONES
A) COMPROBACION EN MOTORES PROVISTOS DE MANOMETRO	<p>a.1.- Parar el motor en cuanto el manómetro no marque presión.</p> <p>a.2.- Mirar el nivel de aceite y reponer si fuese necesario.</p> <p>a.3.- Poner el motor en marcha por si la deficiencia de presión fuese por falta de aceite (solo si se ha añadido aceite).</p> <p>a.4.- Si sigue sin marcar presión, parar el motor y soltar el tubo del manómetro por su conexión al motor.</p> <p>a.5.- Accionar el motor de arranque y poner un momento el motor en marcha, parándolo a continuación: Si sale aceite con fuerza (presión), la avería procederá del manómetro, pudiendo seguir funcionando hasta su reparación. Si no sale aceite o lo hace</p>

	debilmente, la avería procederá de la bomba no debiendo poner el motor en marcha hasta reparar la avería. a.6.- Conectar el tubo.	
3) COMPROBACION EN MOTORES PROVISTOS DE MANOCONTACTO	b.1.- Hacer operaciones a.1., a.2 y a.3. b.2.- Deconectar el cable del manocontacto. b.3.- Desenroscar y extraer el manocontacto. b.4.- Hacer operación a.5.	
Nota.- En ambos casos se puede comprobar la presión exactamente utilizando un manómetro portátil, provisto de un juego de boquillas, que se conecta a la conexión del tubo del motor o al lugar donde va roscado el manocontacto (Fig. 64).		

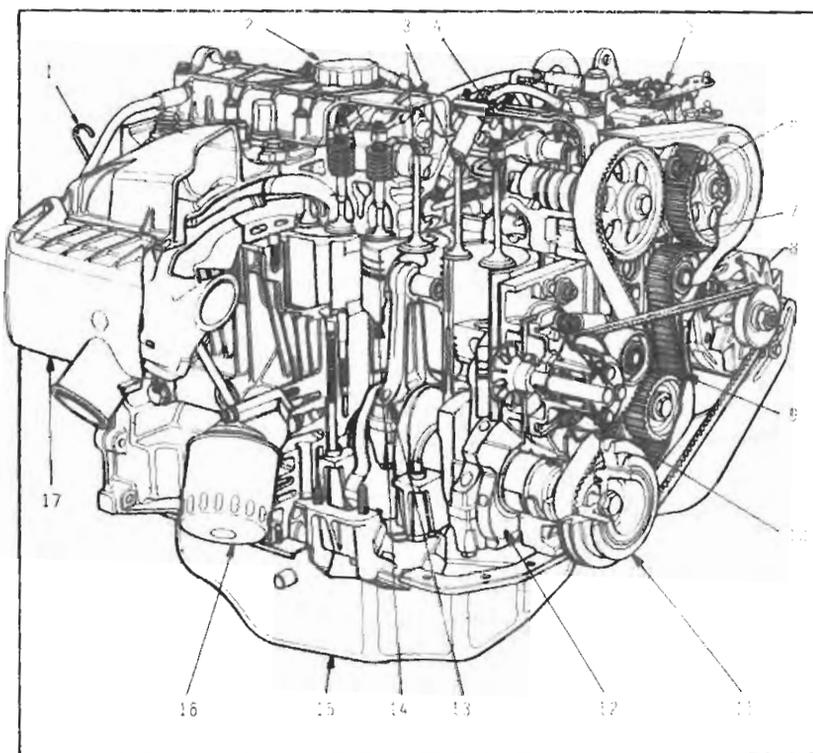


Fig. 65. Motor Diesel ligero de 2.063 cc. (RENAULT). 1.- Varilla de nivel de aceite. 2.- Tapón de llenado de aceite. 3.- Válvulas. 4.- Balancín. 5.- Bomba de inyección. 6.- Engranaje de la bomba de inyección. 7.- Engranaje del árbol de levas. 8.- Alternador. 9.- Correa de distribución. 10.- Bomba de agua. 11.- Polea del cigüeñal. 12.- Cigüeñal. 13.- Biela. 14.- Pistón. 15.- Cáster. 16.- Filtro blindado de aceite. 17.- Envoltura del filtro de aire.

## CAPITULO V

SISTEMA DE REFRIGERACION

La temperatura que se alcanza en el tiempo de combustión sobrepasa los  $1.500^{\circ}$ , aunque en realidad esta temperatura es instantánea y se reduce considerablemente al expansionarse los gases y con la penetración de aire fresco al cilindro en el tiempo de admisión.

Tales temperaturas serían suficientes para carbonizar el aceite de engrase y fundir las piezas del motor en contacto con los gases de combustión. Es, en consecuencia, necesario eliminar el exceso de calor que se adentra en las partes del motor durante el funcionamiento normal del mismo, para lo cual todos los motores disponen de un sistema de refrigeración, pudiendo ser éste por agua o por aire.

REFRIGERACION POR AGUA

Es el sistema mas utilizado, tanto en maquinaria como en camiones o turismos. Consiste en rodear los cilindros con agua impulsada por una bomba, que absorbe el exceso de calor y lo pasa al aire ambiente a través de un radiador (Fig. 66).

Está formado por las siguientes partes principales: radiador (1), bomba (6), ventilador (5), termostato (4), aparato de control (7) y los conductos en bloque y culata. También existen unos manguitos o racores, un tapón de llenado (3), los grifos de vaciado (2 y 8) y, a veces, un depósito independiente de expansión (vehículos ligeros), o el postenfriador del aire del turboalimentador y los enfriadores del aceite del motor y del convertidor en las máquinas pesadas (Fig. 67).

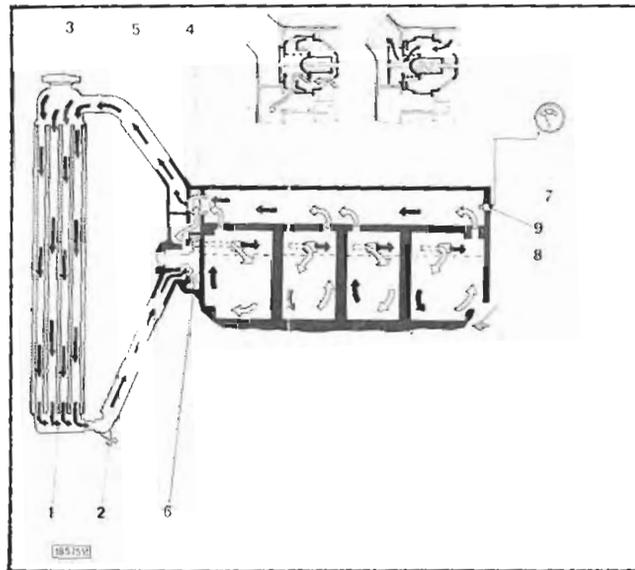


Fig. 66. Sistema de refrigeración por agua. 1.- Radiador. 2.- Grifo de vaciado del radiador. 3.- Tapón. 4.- Termostato. 5.- Ventilador. 6.- Bomba de agua. 7.- Termómetro. 8.- Grifo de vaciado del bloque. 9.- Termoresistencia. A.- Termostato cerrado. B.- Termostato abierto.

RADIADOR

El radiador tiene la misión de enfriar el agua, merced a una corriente de aire ambiente que produce el ventilador.

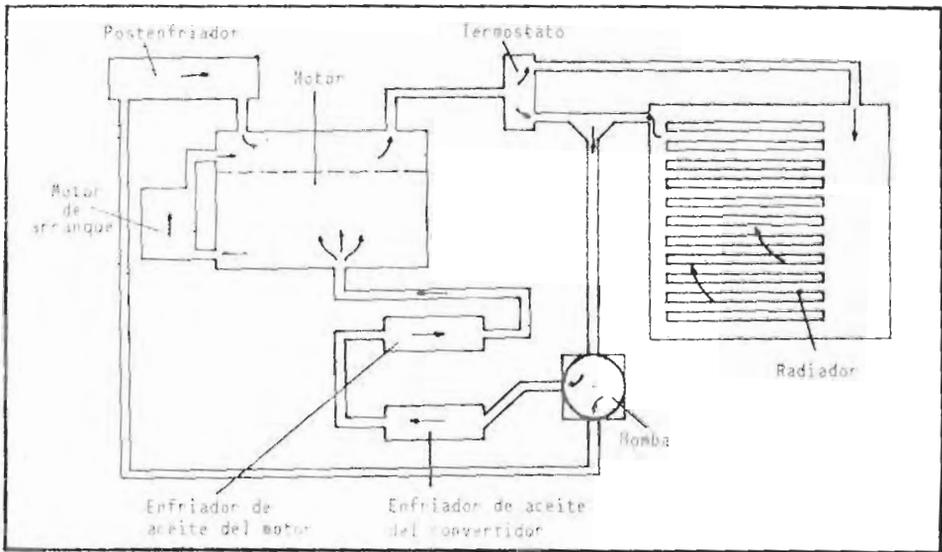


Fig. 67. Esquema de refrigeración por agua en una máquina pesada (CAI).

Está formado por una multitud de tubitos de cobre o aluminio, unidos entre sí por unas finas aletas, que aumentan su superficie exterior para facilitar la irradiación del calor. Por su parte inferior está cerrado, terminando en la conexión del manguito que conduce el agua fría hasta el motor. En esta zona, suele existir el grifo (2) para el vaciado del agua en las operaciones de mantenimiento.

En su parte superior, igualmente cerrada (Fig. 68), lleva el tapón de llenado (5), el tubo de rebose (1) y la conexión del manguito que conduce el agua caliente del motor al radiador.

El tapón va provisto de una válvula de presión, que merced a su asiento o disco (4) cierra herméticamente el radiador. Cuando existe un exceso de calentamiento por falta de líquido refrigerante u otra causa, se acumula un exceso de vapor en la parte alta del radiador que aumenta la presión interna y abre dicha válvula saliendo el vapor al exterior por el tubo de rebose.

Es por tanto, un circuito cerrado a presión y dado que

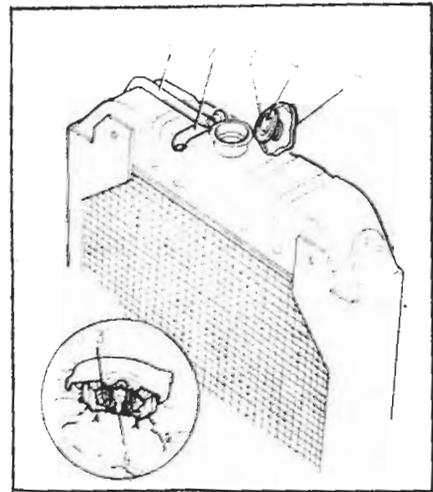


Fig. 68. Radiador. 1.- Tubo de rebose. 2.- Tubo del cable de mando de la cortinilla delantera. 3.- Muelle de válvula. 4.- Disco de válvula. 5.- Cierre manual del tapón.

no existe un depósito de expansión independiente, como en los sistemas sellados de los automóviles, el radiador ha de estar lleno de agua hasta unos 2 cm. por encima de los tubos y nunca hasta el tapón; pues el espacio libre en su parte alta sirve de depósito de expansión, impidiendo una pérdida excesiva de líquido refrigerante.

El radiador va colocado delante del motor y perpendicularmente al eje de la máquina.

#### CONDUCTOS EN BLOQUE Y CULATA

En el interior del bloque y la culata, existen unos huecos por donde es conducida el agua de refrigeración, de modo que arrastre el calor en las zonas "calientes" del motor. Cuando los cilindros son intercambiables (12 de la fig. 40), puede que el agua esté en contacto directo con el cilindro, denominándose "camisa húmeda" y "camisa seca" en el caso contrario. La junta de culata lleva unas perforaciones que permiten el paso del agua del bloque a la culata, desde donde retorna al radiador o a la bomba, de acuerdo a la temperatura del agua.

#### BOMBA

La mas usual es la centrífuga (Fig. 69). Está formada por un rodete (2), provisto de aletas y unido a un eje (4), en cuyo extremo lleva, generalmente, una polea para su accionamiento (5). El conjunto rodete-eje-polea, gira dentro del cuerpo de bomba, apoyándose en los rodamientos (1) y un retén (3) se encarga de evitar las fugas de agua hacia el exterior o hacia los rodamientos.

El funcionamiento es bien sencillo: el agua penetra en la bomba por el centro del rodete, obligándola a circular entre las aletas que por fuerza centrífuga la mandan hacia su periferia de donde es conducida hacia el bloque del motor o hacia los enfriadores de aceite.

La bomba se puede accionar de dos formas diferentes:

- Mediante una correa trapezoidal movida desde una polea montada en el extremo del cigüeñal, que transmite el movimiento a la polea (5) del eje de la bomba. Desde esta correa se suele accionar también el generador eléctrico del motor (dinamo o alternador).

- Directamente desde los engranajes de distribución del motor, colocándose en un costado del motor.

#### VENTILADOR

Su misión es la de activar la circulación de aire entre los

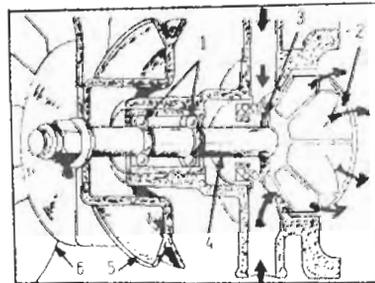


Fig. 69. Sección de la bomba de agua. 1.- Rodamientos de bolas. 2.- Rodete. 3.- Retén. 4.- Eje. 5.- Polea para la correa de transmisión. 6.- Ventilador.

conductos del radiador. Está formado por un disco central al que se fijan unas paletas variables en número y forma de unos motores a otros (Fig. 70).

La corriente total de aire que incide en el radiador, es debido a la producida por el ventilador y a la ocasionada por la velocidad de desplazamiento del vehículo. Si éste se desplaza a una velocidad considerable, la corriente propia de su marcha puede ser suficiente para la refrigeración del radiador, no siendo necesario que gire el ventilador constantemente, pues su efecto solo se requerirá cuando se circula a poca velocidad o cuando funciona el motor a vehículo parado. En este sistema, empleado en turismos y vehículos todo-terreno ligeros, el ventilador es accionado por un motor eléctrico (electroventilador), de mando automático mediante un interruptor eléctrico (termocontacto), roscado al radiador que envía corriente de la batería hasta el motor del ventilador cuando la temperatura sube por encima de lo normal y la interrumpe al descender ésta a los límites establecidos (Fig. 71). No resta potencia al motor, siendo una importante ventaja, especialmente en los motores de poca potencia.

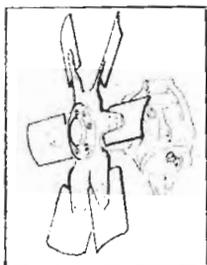


Fig. 70. Ventilador.

En máquinas forestales pesadas que se desplazan a escasa velocidad, el ventilador ha de ser de accionamiento continuo mediante una correa trapezoidal desde el cigueñal, para lo que va unido al eje de la bomba de agua (6 de la fig. 69), manteniendo este sistema de transmisión aunque la bomba vaya accionada desde los engranajes de distribución; llevando, en este caso, el ventilador su propio eje de giro.

Por el sentido de la corriente de aire, el ventilador puede ser:

- De succión, que toma aire del exterior y lo hace pasar por el radiador y exterior del motor. Es el mas eficaz en vehículos ligeros, camiones y máquinas de transmisión directa.

- Soplante, que toma aire del compartimento del motor y lo hace pasar por el radiador hacia el exterior por la parte delantera de la máquina. O sea, la corriente producida por el ventilador es en sentido opuesto a la que produce el desplazamiento de la máquina, por lo que solo será efectivo en las que circulan a poca velocidad. Este sistema es el normal en las máquinas equipadas con transmisión Power-Shift (servotransmisión), pues trabajan mas calientes y si se emplease el ventilador de succión el aire caliente se enviaría hacia el puesto del maquinista, haciendo mas penoso su trabajo.

- De aspas reversibles, que puede hacerse a voluntad soplante o de succión, según convenga.

#### TERMOSTATO

Para el buen funcionamiento del motor, el agua de re-

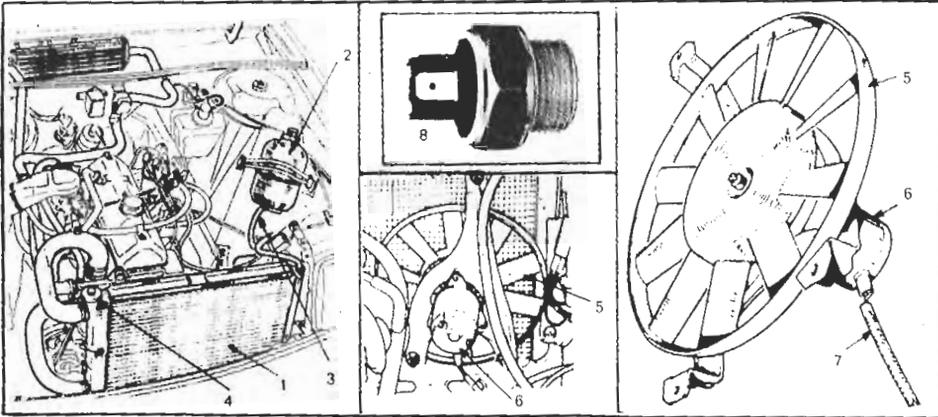


Fig. 71. Sistema de refrigeración sellado en un automóvil (RENAULT). 1.- Radiador. 2.- Vaso de expansión del vapor. 3.- Tubo flexible que une el radiador y vaso de expansión. 4.- Tapón. 5.- Ventilador. 6.- Motor eléctrico. 7.- Cable al termostato. 8.- Termostato. refrigeración deberá encontrarse a una temperatura comprendida entre los  $70^{\circ}$  y unos  $10^{\circ}$  antes del punto de ebullición de ésta, de acuerdo a la presión reinante en el interior del circuito, de ahí que la temperatura "normal" sea algo mayor en los circuitos sellados que en los, ya obsoletos, abiertos. Por esta razón, en algunas máquinas muy potentes, encontramos un termómetro y un manómetro como aparatos de control del sistema de refrigeración, perfectamente combinados, de modo que los valores que indique el primero van en función de la presión acusada por el segundo.

Si el motor funciona "frío", es decir, a una temperatura inferior a  $70^{\circ}$ , además de restarle potencia inutilmente, el aceite mantiene alta su viscosidad circulando con dificultad y existe un mayor desgaste entre las piezas. Una temperatura excesiva, igual o superior al punto de ebullición, averiará rápidamente el motor (rotura de la junta de culata, gripado, curvado de la culata...). Por ambas razones se precisa de un dispositivo denominado "termostato", que facilita el rápido calentamiento del agua, manteniendo la temperatura dentro de los valores establecidos actuando sobre la cantidad de agua en circulación.

El termostato es una válvula localizada en la salida del agua de la culata (4 de la fig. 66), que actúa de forma automática según la temperatura. Cuando el motor está frío hace circular el agua sin pasar por el radiador, conduciéndola de la culata a la bomba directamente, como se observa en A de la fig. 66; por el contrario, cuando el motor se calienta la pasa al radiador para que se enfríe (B).

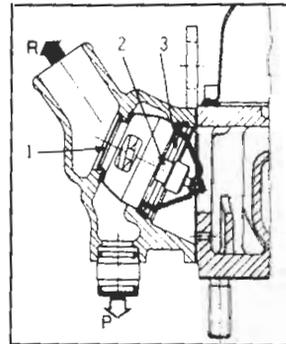


Fig. 72. Termostato por cápsula de cera. 1.- Disco. 2.- Cápsula. 3.- Muelle. P.- Retorno a la bomba. R.- Salida al radiador.

Existen varios tipos de termostatos, pero todos consisten esencialmente en un sistema elástico sensible a las variaciones de temperatura. Con el motor frío el mecanismo elástico permanece contraído y el disco cierra la salida del agua al radiador (R) y mantiene abierto el retorno (P) a la bomba (Fig. 72); al aumentar la temperatura se dilata el sistema elástico, cerrando el conducto P y abriendo el R.

Por la forma y naturaleza del sistema elástico, pueden ser:

- De cápsula, conteniendo cera en el interior, que se funde al calentar y mueve el disco de válvula. (Fig. 72).
- De fuelle, que contiene éter o alcohol líquido interiormente, que al pasar a gases por efectos del calor, lo estiran accionando el disco (Fig. 73)

#### APARATOS DE CONTROL

Para controlar la temperatura del agua de refrigeración lo más efectivo es emplear un termómetro, colocado en el panel de instrumentos de la máquina (7 de la fig. 66). Actualmente son eléctricos, pues la aguja se mueve merced a las variaciones de resistencia eléctrica que le envía una "termoresistencia" (9) de forma capsular, que se rosca al motor y está en contacto directo con el agua.

La escala puede venir graduada directamente en grados centígrados; pero actualmente es más normal que lleve la escala sin números y si dividida en tres sectores de distinto color, que facilita su interpretación por el operador (Fig. 74):

- Blanco, corresponde al motor frío, pudiéndose funcionar sin sobrecargarlo hasta alcanzar la temperatura normal.
- Verde, corresponde a las temperaturas normales de funcionamiento (de 70 a 95°, generalmente).
- Rojo, indicador de peligro por calentamiento. Si la aguja marca este color, hemos de dejar el motor en ralentí unos minutos, parándolo a continuación e investigar y corregir la causa del calentamiento.

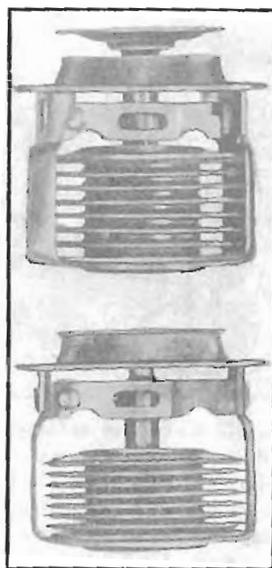


Fig. 73. Termostato de fuelle. Abierto y cerrado.



Fig. 74. Termómetro de agua.

Otro sistema empleado es una lámpara testigo (Fig. 75), que se enciende al calentarse el motor y enviarle corriente un "termistor" roscado a la culata. Si bien, es mas barata que el termómetro, no es recomendable emplear unicamente la lámpara testigo (chivato), pues no se puede controlar constantemente la temperatura, ya que unicamente avisa cuando se ha producido el calentamiento y para entonces ya se puede haber provocado una avería mayor.



Fig. 75. Lámpara testigo de temperatura del agua.

En ambos casos, los símbolos de identificación de los aparatos de control de temperatura del agua de refrigeración, es la silueta de un termómetro y unas olas (Figs. 74 y 75).



Fig. 76. Termoresistencia para termómetro.

Por último, el sistema mas completo, pero poco extendido, es la utilización conjunta de un termómetro y un manómetro, al que ya nos hemos referido, pues el agua hierve unicamente a  $100^{\circ}\text{C}$  cuando está a presión atmosférica; si la presión es superior, el punto de ebullición tambien es mas alto. Por tanto, la temperatura normal en un momento dado, estará en función de la presión en el interior del radiador.

#### RACORES

Son unos manguitos flexibles de caucho, que unen el radiador con la bomba y la culata, respectivamente. Van sujetos con unas abrazaderas metálicas, cuyo apriete hemos de revisar periodicamente a fin de evitar fugas en el circuito.

#### GRIFOS DE VACIADO

Sirven para evacuar el líquido refrigerante cuando hay que sustituirlo, limpiar interiormente el circuito o vaciar el agua de refrigeración en tiempo de heladas si no se ha puesto anticongelante.

Normalmente, existen dos grifos de vaciado: uno colocado en la parte inferior del radiador y otro en el bloque (2 y 4 de la fig. 66). Algunos motores modernos carecen de ellos, debiéndose desconectar los racores para vaciar el sistema; en otros, los grifos son sustituidos por unos tapones roscados.

#### DEPOSITO DE EXPANSION

Es un recipiente, generalmente de vidrio o plástico transparentes, para poder observar a simple vista el nivel del líquido refrigerante en su interior (Fig. 78). Solo es utilizado en los circuitos sellados de los vehículos ligeros. El depósito de expansión, comunica con la parte alta del radiador por medio de un tubo flexible (3 de la fig.

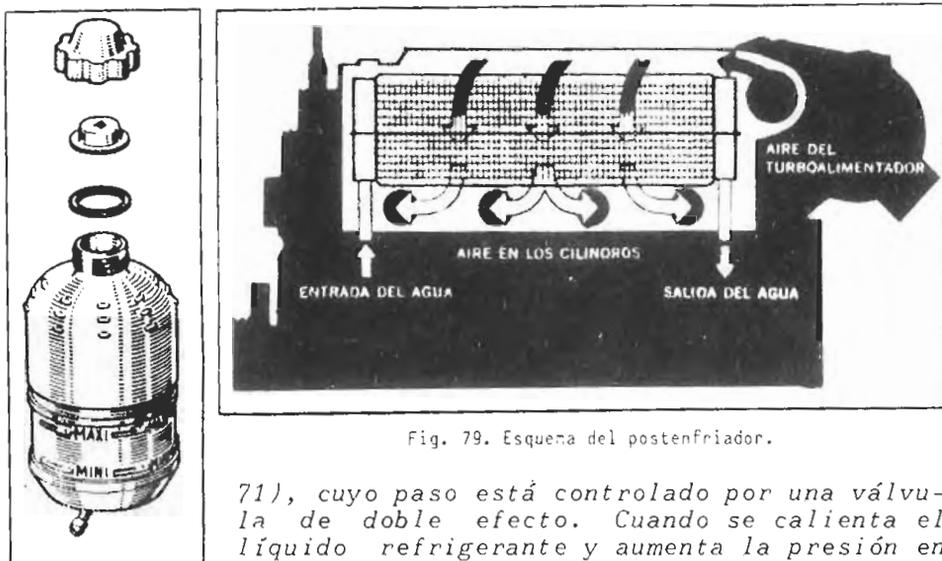


Fig. 78. Depósito de expansión.

Fig. 79. Esquema del postenfriador.

71), cuyo paso está controlado por una válvula de doble efecto. Cuando se calienta el líquido refrigerante y aumenta la presión en el interior del radiador, la válvula se abre y permite el paso del refrigerante evaporado desde el radiador al depósito; cuando baja la temperatura el agua pasa del depósito hacia el radiador.

La principal ventaja de este sistema es que al estar el circuito incomunicado de la atmósfera, el consumo del líquido refrigerante es inapreciable.

#### POSTENFRIADOR

Es un intercambiador de calor, cuya misión es disminuir la temperatura del aire de admisión precomprimido por el turboalimentador y antes de entrar en los cilindros (Fig.79).

Consiste en una serie de tubos incluidos en una carcasa común por los que pasa el agua de refrigeración, siendo el aire enfriado al hacerle circular por entre los tubos.

Existen otros enfriadores que utilizan aire del exterior en lugar del aire de refrigeración, para enfriar el aire de admisión. Se reducen a unos pequeños radiadores, en los cuales el aire de admisión circula por el interior de los tubitos y una corriente de aire pasa por el exterior de los tubos y aletas, arrastrando el calor de los éstos. El intercambiador aire-agua es el mas empleado en las máquinas pesadas; en vehículos es el aire-aire, denominado con los sobornos "intercooler" o "intercooling", el que normalmente emplean.

#### ENFRIADORES DE ACEITE

Ciertas máquinas emplean enfriadores de aceite del motor o del convertidor de par, mediante el agua de refrigeración. La estructura y funcionamiento de los enfriadores

(fig. 63), fueron explicados en el anterior capítulo de lubricación.

### LIQUIDO REFRIGERANTE

El líquido base es el agua, pues unido a su enorme capacidad de absorción de calor, está su abundancia en la naturaleza y, consiguientemente, la facilidad de abastecimiento. Aunque cualquier agua puede servir, es aconsejable utilizar agua químicamente pura ( $H_2O$ ); es decir, exenta de sales, tal como el agua destilada o el agua de lluvia. Las menos recomendables son las aguas calizas, ya que depositan fácilmente el fosfato y carbonato cálcicos, formando incrustaciones, especialmente en los puntos calientes del motor, con alto efecto de aislante térmico, similar al que tendría una lámina de acero de 65 veces su espesor.

Como el agua se solidifica a una temperatura de  $0^{\circ}C$ , obligatoriamente en invierno, hay que añadir a ésta un líquido anticongelante a fin de evitar roturas tan costosas como las del bloque y culata. Antaño se empleaban como anticongelantes glicerina, alcohol etílico o una mezcla de ambos. Actualmente se utilizan anticongelantes comerciales que tienen la propiedad de rebajar la temperatura de congelación del agua. Se comercializan de dos formas:

- Mezclas de anticongelante-agua ya preparadas, que protegen al motor hasta unas temperaturas de congelación determinadas; cuyo grado de protección debe figurar en el envase. Es el sistema más cómodo y el más utilizado en los circuitos sellados de automóvil.

- Anticongelante puro, que para ser utilizado hay que mezclarlo previamente con agua. Es el método más aconsejable en circuitos

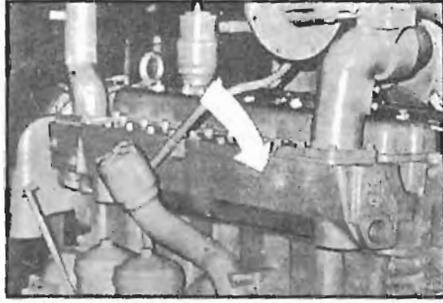


Fig. 80. Localización del postenfriador en un motor CAT.

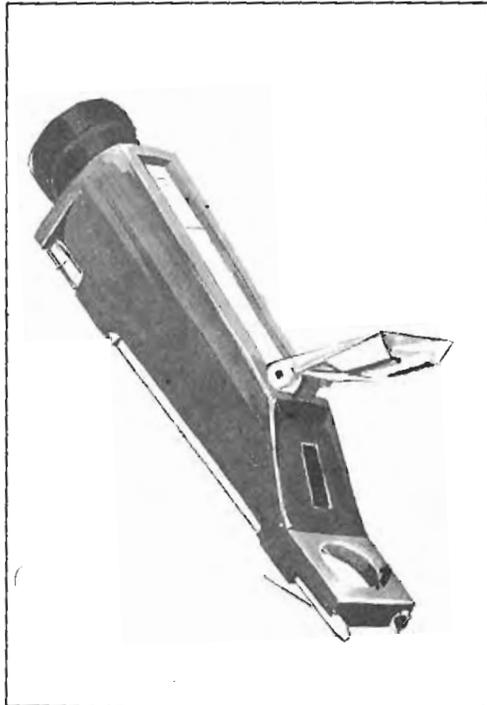


Fig. 81. Densímetro especial para medir el grado de protección de la mezcla anticongelante.

de cierta capacidad (maquinaria, camiones..), pues unido a las ventajas de poco peso y volumen en el transporte, podemos realizar la mezcla en la proporción que nos convenga, de acuerdo a las temperaturas mínimas a que estará sometido el motor.

En los envases figura una tabla con la proporción anti-congelante-agua, correspondiente a diferentes grados de protección.

Dicho grado se puede obtener, igualmente, utilizando un "densímetro" para este uso (Fig. 81). Como con el tiempo de utilización el anticongelante puede perder parte de sus características, especialmente si añadimos solo agua al radiador al bajar el nivel; el densímetro es indispensable para observar en cualquier momento el grado real de protección del refrigerante y la necesidad de añadir anticongelante si éste se encuentra por debajo del límite mínimo de protección determinado.

Como regla general, la mezcla anticongelante se debe sustituir una vez al año, pudiéndose prolongar este periodo si ésta se encuentra limpia y no deja suciedad acumulada en las paredes del circuito. Cada vez que cambiamos el anticongelante se debe lavar el circuito interiormente.

#### REFRIGERACION POR AIRE

La refrigeración por aire es el sistema mas empleado en motores Diesel de poca potencia, tales como los que equipan las motobombas móviles, motocultores, motosegadoras y algunos tractores. En potencias superiores a los 70 H.P. es menos usada que la refrigeración por agua, si bien no es rara encontrarla en ciertas máquinas forestales pesadas, tales como skidders, autocargadores, estaciones motrices de teleféricos, etc.; especialmente en las que pernoctan en invierno a la intemperie, pues suelen presentar un buen arranque de frío y no hay necesidad de emplear anticongelantes de protección.

En estos motores los cilindros son independientes -no van agrupados en un bloque-; tanto éstos como las culatas van provistos de múltiples aletas externas (Fig. 83). Un potente ventilador o turbina (4 de la fig. 82), accionado desde la polea del cigüeñal a través de una correa trapezoidal, coge aire del exterior formando una fuerte corriente de aire que, debidamente canalizada, pasa al exterior a través de las aletas del cilindro y culata, arrastrando el calor de estos elementos.

Aunque el sistema es menos perfecto que el de agua, pues la capacidad de absorción del aire es muy inferior a la de aquella y en invierno enfría mas que en verano; por su sencillez y ausencia casi absoluta de averías es empleado con eficacia por las firmas Deutz, Same, Campeón, Diter y Lombardini, entre otras.

Los aparatos de control no difieren de los ya explica-

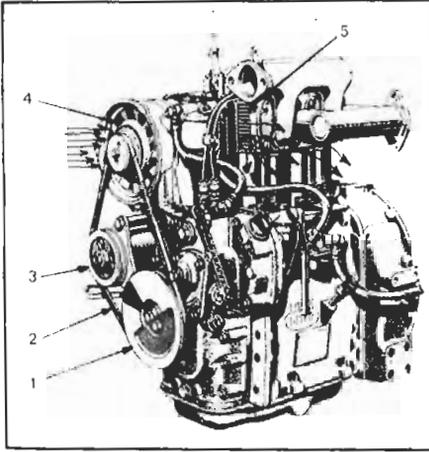


Fig. 82. Motor Diesel bicilíndrico, refrigerado por aire (MWM - DITTE). 1.- Polea del cigüeñal. 2.- Correa trapezoidal. 3.- Polea del generador que ejerce de tensor. 4.- Turbina. 5.- Aletas del cilindro.

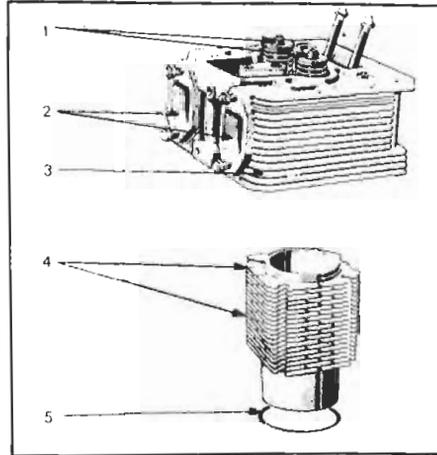


Fig. 83. Culata y cilindro de un motor refrigerado por aire. 1.- Válvulas. 2.- Conductos de admisión y escape. 3.- Aletas de la culata. 4.- Aletas del cilindro. 5.- Junta de cobre.

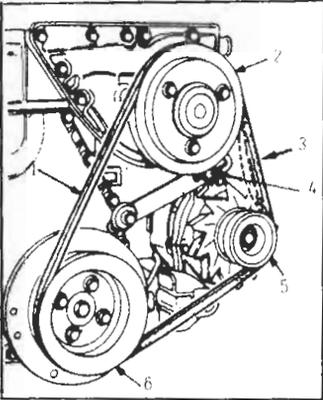
dos en la refrigeración por agua (termómetro o lámpara testigo), montándose a veces un dispositivo acústico de seguridad, consistente en un interruptor que en caso de rotura de la correa del ventilador conecta un claxon.

#### CAUSAS DE CALENTAMIENTO EN LOS MOTORES DE REFRIGERACION POR AGUA

Si durante el trabajo observamos que la aguja del termómetro alcanza la zona roja, o se enciende la lámpara testigo, dejaremos el motor en ralentí; pues si lo paramos el agua no circula y aumentará aún mas la temperatura. Solo si observamos que la avería es la rotura de la correa del ventilador, pararemos el motor. A continuación aflojamos el tapón del radiador, protegiéndonos la mano con un trapo o gamuza y solo cuando deje de salir vapor quitaremos el tapón. Si falta agua, añadiremos ésta con el motor igualmente en ralentí, para que al irse mezclando gradualmente con la caliente se eviten deformaciones en la culata.

Si no faltase agua en el radiador o el calentamiento persistiese después de haberla añadido, habrá que investigar las causas que han producido el calentamiento. Veamos a continuación las mas frecuentes y la forma de corregirlas:

INVESTIGACION DE AVERIAS EN LA REFRIGERACION POR AGUA

FASES	OPERACIONES
<p>A) COMPROBACION DE LA CORREA DEL VENTILADOR Y BOMBA</p>  <p>Fig. 84. 1.- Correa. 2.- Polea de la bomba. 3.- Flecha. 4.- Tornillo de tensión. 5.- Polea del generador. 6.- Polea del cigüeñal.</p>	<p>a.1.- <u>Correa floja</u></p> <p>a.1.1. Comprobar si la flecha (3 de la fig. 84), tiene las dimensiones determinadas por el fabricante, según el manual de instrucciones del motor, presionando con el dedo pulgar en el centro del vano. Si la tensión no es correcta, operar de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aflojar el tornillo 4.</li> <li>- Tirar del generador 5 hacia afuera hasta conseguir la flecha deseada.</li> <li>- Apretar el tornillo 4.</li> </ul> <p>a.2. <u>Correa rota</u></p> <p>a.2.1. Colocar una correa nueva en la garganta de las poleas, con la polea 5 en la posición correspondiente a la mínima tensión y repetir operaciones a.1.1.</p>
<p>B) RADIADOR SUCIO EXTERIORMENTE</p>	<p>b.1. Extraer la parrilla protectora (si existe) y liberarla de hojas, polvo, etc.</p> <p>b.2. Limpiar el radiador exteriormente con agua a presión o con aire comprimido, soplando en sentido contrario al de la corriente de aire del ventilador.</p>
<p>C) RADIADOR OBSTRUIDO INTERIORMENTE</p>	<p>- Ver práctica siguiente.</p>
<p>D) TERMOSTATO AVERIADO</p>	<p>d.1. <u>Desmontaje</u></p> <p>d.1.1. Desconectar el racor que une el rotor con la parte alta del radiador.</p> <p>d.1.2. Aflojar los tornillos de la tapa del termostato</p> <p>d.1.3. Extraer la tapa, procurando no romper la junta.</p> <p>d.2. <u>Comprobación del termostato</u></p> <p>d.2.1. Sumergir el termostato en agua hirviendo. Si al introducirlo se abre y al sacarlo se cierra es que funciona correctamente. Si esto no ocurre hay que sustituirlo.</p> <p>d.3. <u>Montaje</u></p> <p>d.3.1. Colocar termostato, junta, tapa y apretar las tuercas.</p> <p>d.3.2. Conectar el racor y apretar su abrazadera.</p>

NOTAS: (1) En vehículos ligeros provistos de electroventilador, el calentamiento proviene frecuentemente por que el rotor del ventilador no gira, cuando la temperatura sube. La avería puede proceder del propio rotor del ventilador o del "termocontacto".

Para comprobarlo basta con poner la "llave de contactos" y soltar los dos cables del termocontacto y unirlos. Si la avería es del termocontacto, el ventilador se pondrá a girar; por lo que dejando unidos los dos cables, podemos seguir funcionando hasta sustituir el termocontacto. Si al unir los contactos el ventilador sigue sin funcionar comprobaremos el fusible; si está bien lo más seguro es que el motor eléctrico del ventilador esté quemado y habrá que sustituirlo.

(2) Si después de realizar las fases precedentes, el rotor sigue calentándose es probable que la avería proceda de la junta de culata, cuya sustitución corresponde a un especialista.

### LIMPIEZA INTERNA DEL CIRCUITO Y PUESTA DE ANTICONGELANTE

La suciedad interna del radiador es una importante causa de calentamiento, por lo que su proceso debía haber sido descrito en la anterior práctica. Pero dado que la limpieza interna de éste debiera realizarse anualmente, como medida preventiva y aprovechando los cambios de anticongelante, vamos a describirlas conjuntamente con ésta:

#### LIMPIEZA DEL CIRCUITO Y PUESTA DE ANTICONGELANTE

FASES	OPERACIONES
A) LIMPIEZA (Fig. 66)	<p>a.1. Abrir los grifos del radiador (2), bloque (8) y quitar el tapón del radiador (3).</p> <p>a.2. Enchufar una manguera a la entrada del radiador, desde un grifo y dejar correr el agua para que la presión expulse las impurezas sueltas.</p> <p>a.3. Cerrar los grifos 2 y 4.</p> <p>a.4. Verter en el interior del radiador de 50 a 100 cc. (según capacidad del circuito), de un producto comercial para limpieza de radiadores.</p> <p>a.5. Llenar el circuito de agua y poner el tapón del radiador.</p> <p>a.6. Poner el rotor en funcionamiento y mantenerlo ligeramente acelerado al menos media hora, parándolo a continuación.</p> <p>a.7. Repetir operaciones a.1, a.2 y a.3, manteniendo la manguera enchufada al radiador con el motor en ralentí, hasta tener <u>la seguridad de haber evacuado todo el producto limpiador</u>, pues si quedan residuos de éste acabarán perforando al radiador.</p> <p>a.8. Parar el motor y cerrar los grifos.</p>
B) PUESTA DE ANTICONGELANTE	<p>b.1. Hacer la mezcla agua-anticongelante de acuerdo al grado de protección deseado. Podemos valernos de la tabla del envase del anticongelante o de un densímetro.</p> <p>b.2. Llenar el circuito con la mezcla y poner el tapón del radiador.</p> <p>b.3. Poner el motor en marcha hasta que el termómetro marque normalidad de funcionamiento (termostato abierto); pararlo a continuación y reponer el nivel del radiador hasta unos 2 cm. por encima de los tubos.</p>

NOTA.- Si la máquina lleva el sistema de calefacción por el agua de refrigeración, después del cambio de líquido refrigerante hay que purgar dicho sistema. Para ello se pone la máquina en rampa de modo que la parte alta del radiador quede más elevada que el purgador. Con el rotor en ralentí se afloja el tornillo de purga hasta que salga el aire, apretándolo seguidamente. El omitir esta operación puede dar lugar a una bolsa de aire que sea causa de calentamiento, e incluso romper la junta de culata.



## CAPITULO VI

SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR DIESEL

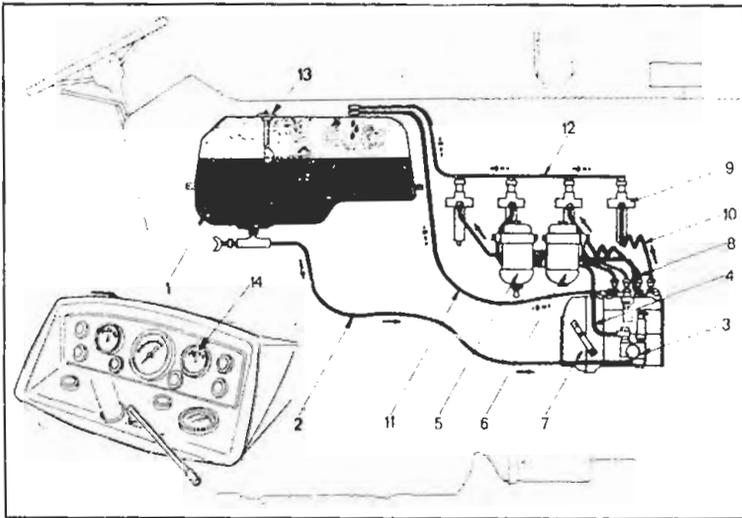
Al explicar el funcionamiento del motor Diesel, decíamos que al final de la compresión se inyectaba en el cilindro una pequeñísima cantidad de gas-oil, que se quemaba casi instantáneamente empujando el pistón hacia abajo. Pues bien, en este capítulo nos vamos a referir a la inyección del gas-oil y a todos los elementos que intervienen (Figs. 85 y 86).

En todo sistema de alimentación de combustible, hemos de distinguir dos circuitos:

- Circuito de baja presión. Siguiendo el sentido del recorrido del gas-oil, comprende el depósito, bomba de alimentación, filtros y tuberías de retorno del gas-oil sobrante.
- Circuito de alta presión. Comprende la bomba de inyección y los inyectores.

Basicamente, el funcionamiento del sistema es el siguiente: (Fig. 87):

Fig. 85. Sistema de alimentación en un motor de cuatro cilindros (UTB). 1.- Depósito de gas-oil. 2.- Tubería del depósito a la bomba de alimentación. 3.- Bomba de alimentación por émbolo. 4.- Tubería de la bomba de alimentación a los filtros. 5.- Filtro primario de combustible. 6.- Filtro secundario de combustible. 7.- Bomba lineal de inyección. 8.- Tubería de los filtros a la bomba de inyección. 9.- Inyectores. 10.- Tubos de alta presión de los inyectores. 11.- Tubería de retorno del gas-oil sobrante en la bomba. 12.- Id. de los inyectores. 13.- Tapón de llenado. 14.- Aparato de control del nivel de combustible en el depósito.



El gas-oil es almacenado en el depósito (1), de donde es aspirado por la bomba de alimentación (2) a través de la tubería (3); esta bomba lo manda por presión a los filtros (5) por la tubería (4). En los filtros pierde todas sus impurezas y se retiene el agua que pudiera llevar en suspensión; a continuación pasa a la bomba de inyección (7), donde es sometido a una enorme presión (de 100 a 300 atmósferas) y enviado intermitentemente a los inyectores (9) que lo introducen en cada cilindro en el momento justo de ini-

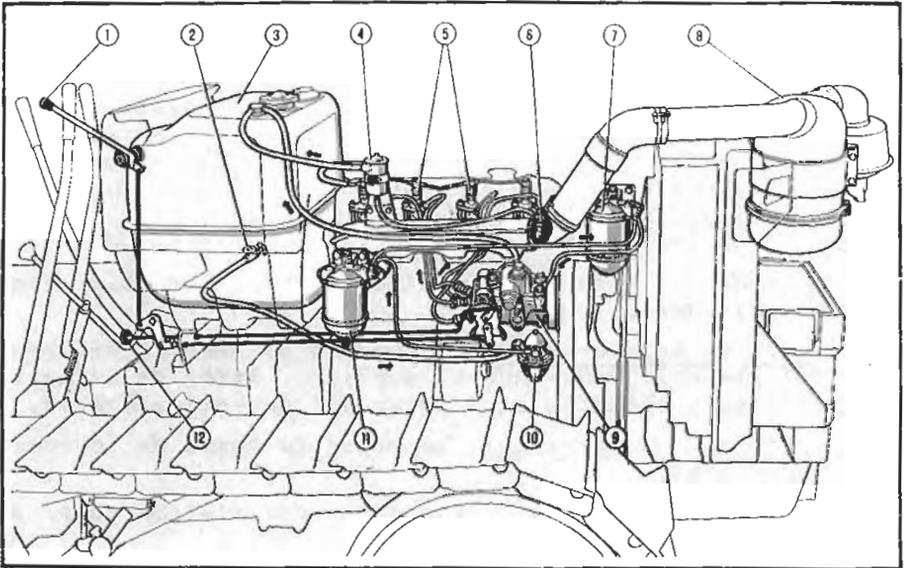


Fig. 86. Sistema de alimentación de un motor Diesel, montado en un tractor de orugas (FIAT)  
 1.- Palanca de mando del acelerador. 2.- Grifo del depósito de combustible. 3.- Depósito de combustible. 4.- Depósito del calentador de arranque en frío. 5.- Inyectores. 6.- Calentador. 7.- Filtro secundario de combustible. 8.- Filtro del aire de admisión. 9.- Bomba rotativa de admisión. 10.- Bomba de alimentación por membrana. 11.- Filtro de combustible. 12.- Estrangulador.

ciarse el tiempo de combustión. La bomba de alimentación envía mas gas-oil del que consume la de inyección; ésta a su vez envía mas del que gastan los inyectores. Ambos sobrantes son recogidos por la tubería de retorno (13) y devueltos al depósito.

A veces se instala un manómetro (14) que marca la presión de alimentación. Cuando la presión indicada es deficiente, o están los filtros sucios, existe aire en las conducciones o está averiada la bomba de alimentación.

Veamos por separado cada uno de los elementos que intervienen:

#### DEPOSITO

Es un recipiente, generalmente de chapa, donde se almacena el combustible. En su parte superior lleva el tapón de llenado con un orificio para permitir la entrada de aire al depósito a medida que se va consumiendo el gas-oil.

También tiene un conducto de entrada del retorno en su parte alta y en el fondo un orificio de drenaje. En el fondo está la salida del gas-oil con una llave de paso.

#### BOMBA DE ALIMENTACION

Su misión es suministrar combustible del depósito a

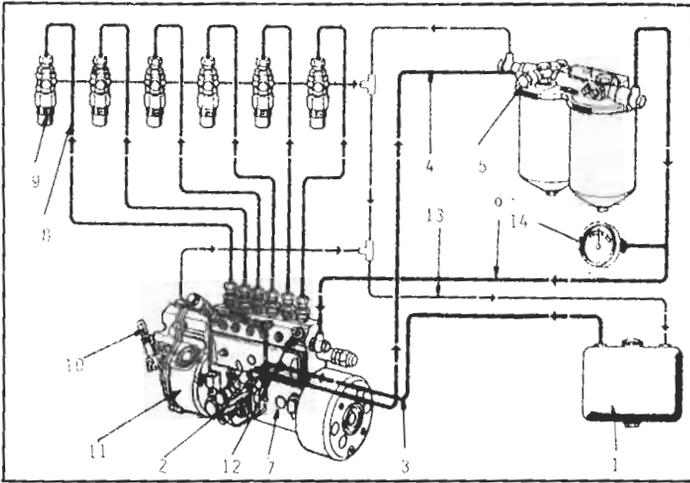


Fig. 87. Elementos del sistema de alimentación del motor Diesel. 1.- Depósito. 2.- Bomba de alimentación. 3.- Tubería del depósito a la bomba de alimentación. 4.- Id. de la bomba de alimentación a los filtros. 5.- Filtros. 6.- Tubería de los filtros a la bomba de inyección. 7.- Bomba de inyección. 8.- Tubos de los inyectores. 9.- Inyectores. 10.- Palanca de aceleración. 11.- Carcasa del regulador centrífugo. 12.- Tornillo de purga de la bomba. 13.- Tubería de retorno. 14.- Manómetro.

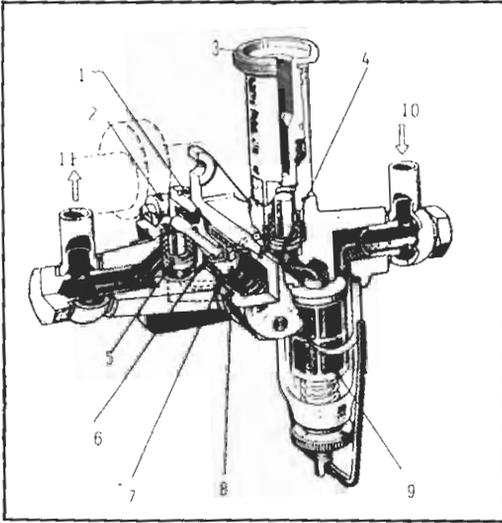


Fig. 88.- Elementos de la bomba de émbolo 1.- Cilindro. 2.- Taqué. 3.- Mando del bombín manual de purgado. 4.- Válvula de aspiración. 5.- Id. de impulsión. 6.- Empujador. 7.- Resorte. 8.- Cabeza del émbolo. 9.- Prefiltro de combustible. 10.- Entrada del gas-oil del depósito. 11.- Salida del gas-oil hacia los filtros.

la bomba de inyección en cantidad superior a la necesaria para el funcionamiento del motor. Cuando la presión asciende excesivamente el combustible sobrante se devuelve al depósito desde la bomba de inyección y desde los

inyectores.

Pueden ser de diferentes tipos: alternativas (émbolo o membrana) o rotativas (engranajes).

El accionamiento de la bomba de alimentación puede realizarse desde:

a) El árbol de levas de la bomba de inyección; solución aplicada solo en las bombas de inyección lineal, en las que la de alimentación suele ser de émbolo, situada en un costado de la primera (3 de la fig. 85).

b) El árbol de levas del motor; cuando la bomba de alimentación es rotativa y la de alimentación, normalmente, de membrana, situándose ésta en un costado del motor (10 de la fig. 86)

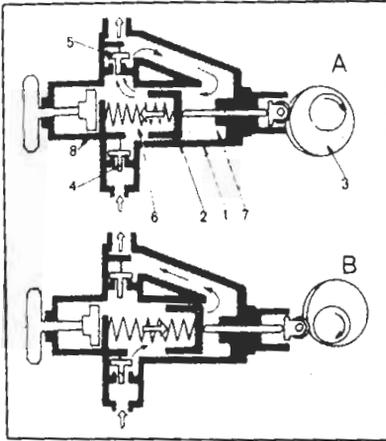


Fig. 89. Esquema del funcionamiento de la bomba de émbolo. 1.- Cilindro. 2.- Émbolo. 3.- Leva. 4.- Válvula de aspiración. 5.- Id. de impulsión. 6.- Resorte. 7.- Cánara inferior. 8.- Bombín manual de purgado. A.- Tiempo de impulsión. B.- Id. de aspiración.

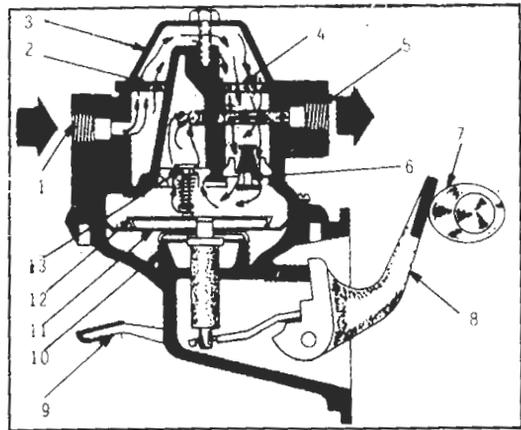


Fig. 90. Bomba de membrana. 1.- Lunbrera de aspiración. 2.- Filtro. 3.- Tapa. 4.- Filtro. 5.- Tobera de salida. 6.- Válvula de aspiración. 7.- Leva. 8.- Palanca de accionamiento mecánico. 9.- Id. manual. 10.- Muelle. 11.- Membrana. 12.- Disco. 13.- Válvula de impulsión.

Veamos los elementos y el funcionamiento de cada tipo:

#### a) Bomba de émbolo

En la figura 88 podemos observar sus elementos. En esencia consta de un cilindro, un émbolo, un muelle y dos válvulas. El conjunto se completa con un pequeño prefiltro (9) que retiene las impurezas mayores del combustible antes de penetrar en la bomba, así como un bombín de accionamiento manual (3) para purgar el sistema, cuando exista aire en su interior. En la figura 89 se representa el funcionamiento de la misma. En B, vemos que el resalte de leva no empuja al taqué, consiguientemente el émbolo se ha desplazado hacia la derecha obligado por el muelle (6). En su desplazamiento provoca una succión dentro del cilindro, haciendo que se abra la válvula de aspiración (4) y el cilindro se llene de gas-oil. En A, el resalte de leva ha empujado el émbolo hacia la izquierda, abriendo la presión a la válvula de impulsión (5) y haciendo salir el gas-oil hacia los filtros. Cuando la leva deja de presionar al pistón, el resorte o muelle (6) lo desplazará en sentido contrario, volviéndose a repetir el ciclo.

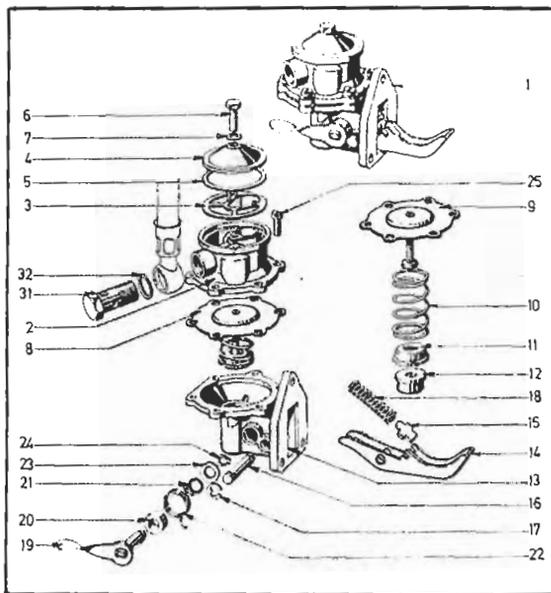
#### b) Bomba de membrana

Este tipo de bomba (Fig. 90) difiere por su forma de la anterior. Sin embargo el funcionamiento es similar, con la única excepción de que es una membrana y no un pistón, quien aspira e impulsa el gas-oil. Carece de un bombín auxiliar independiente para el purgado, pues esta función se realiza con la propia membrana de la bomba (11), accionada manualmente con la palanca (9).

Por su analogía de mecanismos y funcionamiento con la anterior, omitimos mas detalles. La figura 91 corresponde a un despiece de la misma.

### c) Bomba de engranajes.

Es una pequeña bomba rotativa, similar a la de engranajes del sistema de engrase (Fig. 56), cuyas partes y funcionamiento fueron descritas en el capítulo correspondiente. La montan en bombas de inyección lineal, siendo accionada desde el árbol de levas de ésta.



Para el sangrado del sistema dispone de un bombín auxiliar de émbolo, idéntico al de la figura 88.

Es la menos utilizada de los tres tipos, siendo la empleada por la firma CAT en sus motores.

Fig. 91. Despiece de la bomba de membrana (DITER). 1.- Bomba de alimentación completa. 2.- Cuerpo superior. 3.- Filtro. 4.- Tapa. 5.- Junta. 6.- Tornillo. 7.- Junta. 8.- Membrana completa. 9.- Membrana. 10.- Muelle. 11.- Asiento muelle. 12.- Manguito. 13.- Cuerpo inferior. 14.- Palanca de accionamiento mecánico. 15.- Guía del muelle. 16.- Eje. 17.- Clip de seguridad. 18.- Muelle. 19.- Palanca de accionamiento manual. 20.- Anillo separador. 21.- Anillo de sellado. 22.- Muelle. 23.- Arandela intermedia. 24.- Clip de seguridad. 25.- Tornillo. 31.- Tornillo hueco. 32.- Junta.

### FILTROS DE COMBUSTIBLE

El filtro tiene por misiones el perfecto filtrado y limpieza del gas-oil. Se ubica entre las bombas de alimentación e inyección.

Se compone (Figs. 92 y 93) de soporte, cartucho y vaso. El soporte va sujeto generalmente al motor; en él están las conexiones de entrada y salida del gas-oil y el tornillo de purga.

El cartucho es de papel microporoso de excelente calidad, por el que tiene que pasar forzosamente el combustible para retener sus impurezas.

El vaso suele ser transparente y se une al soporte por medio de un tornillo. El hermetismo del conjunto se consigue con unas juntas de caucho que han de sustituirse siempre que se cambie el cartucho.

Cada motor lleva su filtro de unas formas y dimensiones determinadas, que se designa por una referencia. El cartucho se ha de sustituir por otro de igual tipo, cuando lo aconseje

el fabricante o antes si observamos que el gas-oil está sucio, el manómetro indica poca presión o el motor falla por esta causa.

Algunos motores llevan dos filtros de combustible, sustituyéndose mas frecuentemente el primario que el secundario. Actualmente se está generalizando el empleo de filtros blindados, en los que cartucho y cuerpo y vaso forman un conjunto único. Son de manipulación mas fiable que los tradicionales.

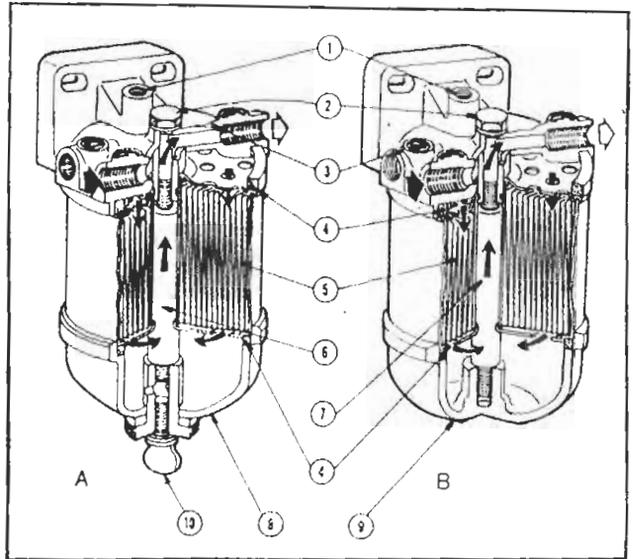


Fig. 92.- Filtros de combustible (UITB). A.- Primario. B.- Secundario. 1.- Orificios del tornillo de purga. 2.- Tornillo central de fijación. 3.- Tapa soporte. 4.- Junta. 5.- Cartucho filtrante. 6-7.- Vástago central. 8.- Vaso de decantación transparente. 9.- Vaso. 10.- Tornillo para evacuar el agua y las impurezas del vaso.

### RETORNO DEL GAS-OIL

La bomba de alimentación del motor Diesel, a diferencia de la del motor de explosión, está enviando mas gas-oil del que el motor necesita, existiendo la necesidad de retornar el gas-oil sobrante al depósito. Un tubo único o dos independientes, recogen el gas-oil sobrante de la bomba de inyección e inyectores y lo vierten en la parte superior del depósito (11 y 12 de la fig. 85).

### BOMBA DE INYECCION

Esta bomba realiza los cometidos de recibir el gas-oil de la bomba de alimentación, dosificar la pequeñísima cantidad de éste que debe entrar en el motor en cada combustión, elevar enormemente su presión y enviarlo a los inyectores en el momento oportuno. A excepción del "turbo", éste es el órgano de mayor precisión del motor.

Pueden ser de varios tipos:

- Alternativas o lineales
- Rotativas o tipo distribuidor
- Inyectores-bomba
- De pistón giratorio (BOSCH).
- De regulación por admisión.
- De regulación por sobrante.
- De manguito deslizante.
- C.A.V. tipo "DPA" o similar.
- ROOSA MASTER tipo "Rotomaster"
- BOSCH tipo "E.P."
- General Motors y Cummins.

Siendo la bomba lineal de pistón giratorio, diseñada por Robert Bosch y la rotativa C.A.V., las de mayor utilización en los propulsores de maquinaria forestal pesada, exclusivamente a ellas nos vamos a referir. Ambas se colocan horizontalmente en un costado del motor, recibiendo el movimiento desde los engranajes o correa de distribución; aunque la rotativa puede ir dispuesta verticalmente, como si de un distribuidor Delco de los motores de explosión se tratase, recibiendo el movimiento desde el árbol de levas mediante un engranaje.

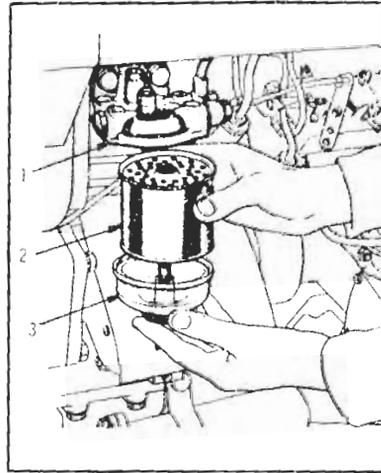


Fig. 93. Desmontaje del filtro. 1.- Soporte. 2.- Elemento filtrante. 3.- Vaso de decantación.

a) Bomba lineal de pistón giratorio (BOSCH)

La bomba lineal (Fig. 94), está formada por una carcasa que soporta y envuelve al resto de los mecanismos; un árbol de levas (7) apoyado en dos rodamientos; tantos elementos (1) como cilindros tenga el motor; una barra-cremallera de aceleración y un regulador de velocidad (5) para evitar que el motor gire a velocidades excesivas; una tobera de entrada del gas-oil y las salidas de los inyectores y retorno. Suele llevar un variador (11) automático de avance a la inyección, que retrasa o avanza ésta de acuerdo a las revoluciones de giro del cigüeñal.

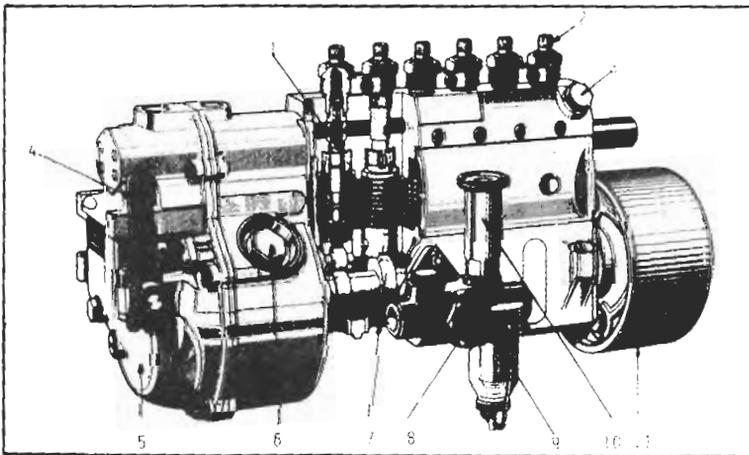


Fig. 94. Conjunto de bomba lineal (BOSCH). 1.- Elemento de bomba. 2.- Conexión del tubo del inyector. 3.- Tapón de purga. 4.- Palanca de aceleración. 5.- Carcasa del regulador. 6.- Tapón llenado aceite del regulador. 7.- Arbol de levas. 8.- Tornillo guía de válvula. 9.- Prefiltro. 10.- Bombín manual de purgado. 11.- Variador de avance a la inyección.

Fig. 95. Elemento de inyección completo (BOSCH). 1.- Entrada del gas-oil. 2.- Tubo del inyector. 3.- Muelle de la válvula de retención. 4.- Válvula de retención. 5.- Cilindro. 6.- Émbolo. 7.- Barra cremallera. 8.- Tobera de salida. 9.- Muelle. 10.- Casquillo. 11.- Talón del émbolo. 12.- Guía. 13.- Anillo de seguridad.

La parte inferior de la carcasa sirve de cárter de aceite para el engrase de los órganos internos de la misma, a excepción del cilindro y émbolo de cada elemento que se lubrica con el gas-oil, existiendo un tapón o varilla de nivel y un tapón de vaciado. Algunas bombas reciben el aceite a presión del sistema de lubricación del motor, careciendo, por tanto de estos tapones.

Para comprender el funcionamiento de la bomba, nos fijamos en un elemento. La figura 95 representa a un elemento de bomba completo; la 96 es un detalle del mismo. En ambas las piezas están marcadas con el mismo número. Cada elemento se compone de un pequeño émbolo (6) que se mueve alternativamente en el interior de un cilindro (5), merced a la acción de una leva (7), montada en un árbol accionado desde la distribución. El émbolo (6) tiende siempre a bajar debido al muelle (9) que lo mantiene contra la leva. Para disminuir el rozamiento, la leva empuja al émbolo mediante un pequeño rodillo. El gas-oil procedente de la bomba de alimentación penetra en el cilindro cuando el émbolo está en su p.m.i., por la tobera de entrada (1) e incluso por la de salida (8), al estar ya sometido a una cierta presión. Cuando la leva acciona al émbolo, éste impulsa el combustible a través de la válvula de retención (4) y la tubería (2) hacia el inyector. Una vez finalizada la carrera de impulsión, la válvula de presión o retención (4), por la acción de su muelle (3), cierra la salida del inyector y el émbolo regresa a su posición mas baja, obligado por el resorte (9).

En la figura 97, se observan los detalles de la carrera ascendente del émbolo. En A está en el p.m.i.; la cabeza descubre las lumbreras y el cilindro se llena de combusti-

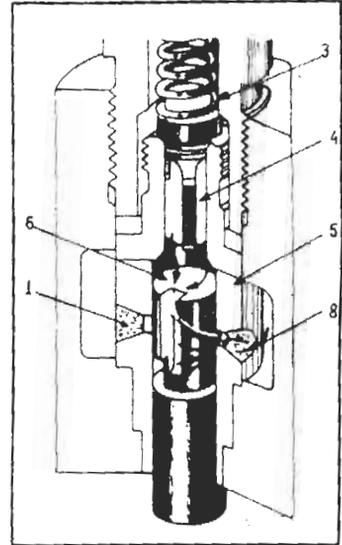
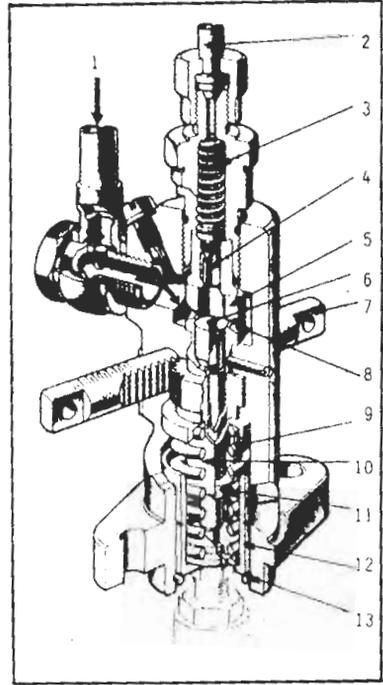


Fig. 96.- Detalle del elemento.

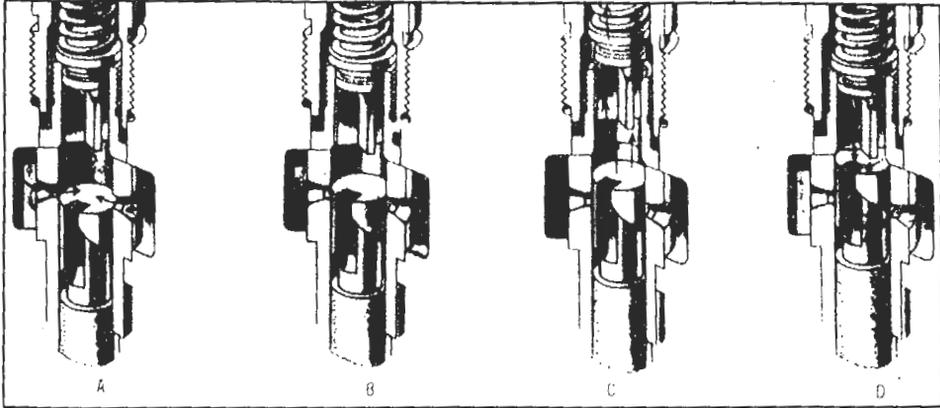


Fig. 97. Detalles de la carrera de impulsión del émbolo.

ble. En B comienza a ascender, sometiendo al gas-oil a una mayor presión, venciendo la acción de la válvula de retención e iniciando la inyección. En C continúa la inyección hasta que la rampa sesgada del émbolo (D) descubre las toberas, cerrándose la válvula y escapándose el gas-oil por la tobera de salida (8).

El orden de inyección en los elementos de bomba, lógicamente es el mismo que el de combustión del motor. Como ya hemos dicho, la dosificación del gas-oil es también función de la bomba, lo que se consigue por la rampa sesgada del émbolo y el giro del mismo a través de la barra de cremallera; pues como sabemos, la carrera del émbolo en su cilindro es siempre la misma, pero por su disposición no siempre se utiliza toda ella para inyectar combustible.

En la figura 98, observamos que la cremallera accionada desde el acelerador, o en su caso desde el regulador, engrana con un sector dentado fijado al émbolo, que hace que éste gire. Si la tobera de salida coincide con la ranura, el suministro de gas-oil será nulo; correspondiendo al motor "estrangulado" (A). Si el diente central de la cremallera es el que engrana con el sector dentado, el suministro será medio (B) y si el que engrana es el último, la inyección

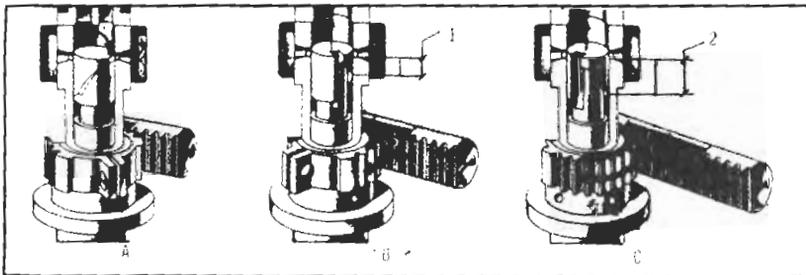


Fig. 98. Detalle de las diferentes posiciones giratorias del émbolo. A.- Inyección nula. B.- Inyección parcial. C.- Inyección máxima. 1.- Carrera útil del émbolo correspondiente a la inyección parcial. 2.- Id. correspondiente a la máxima inyección.

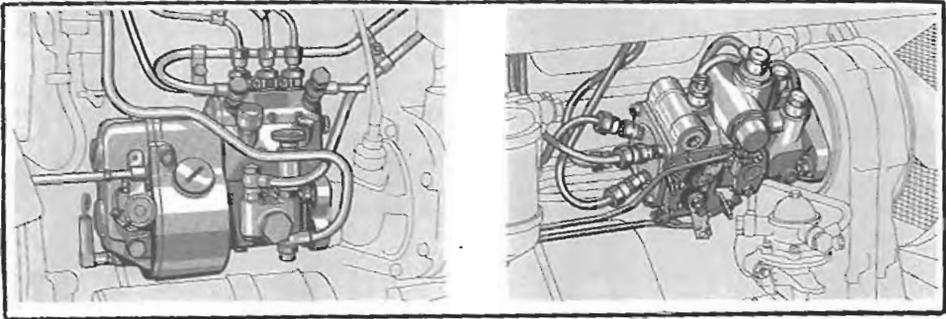


Fig. 99. Bombas de inyección lineal (izquierda) y rotativa (derecha).

será máxima (C), que corresponderán a los regímenes de revoluciones del cigueñal medio y alto, respectivamente. Lógicamente, la cremallera es única para todos los elementos de bomba.

La parada del motor se consigue desplazando la cremallera hacia la izquierda a fin de que el consumo sea nulo (A), tirando de un cable o varilla o por medio de un solenoide conectado a la llave de contacto, como si de un motor de gasolina se tratase.

Para evitar que el motor se embale, la cremallera de la bomba se conecta a un regulador de velocidad, que actúa conjuntamente con el acelerador. Actualmente se emplean casi exclusivamente los de tipo "centrífugo o de contrapesos".

#### b) Bomba de inyección rotativa (C.A.V.)

La bomba rotativa es más compacta que la lineal, ocupa menor volumen y es por su funcionamiento la más apropiada para alimentar motores Diesel de velocidades elevadas, tales como los "ligeros" de la nueva generación. Es una unidad totalmente hermética que no requiere ningún sistema externo de lubricación, ya que esta función la realiza el propio gas-oil.

El bombeo se efectúa por medio de un solo elemento a todos los inyectores, lo que asegura uniformidad de funcionamiento en todos los cilindros; carece de muelles siendo la presión del combustible quien se encarga de la recuperación del elemento de bombeo.

La distinción entre ambas es bien sencilla. Así como la lineal tiene forma de un pequeño motor; la rotativa presenta cierto parecido con la cabeza Delco del motor de explosión, estando los tubos dispuestos circularmente como los cables de las bujías en aquél (Fig. 99).

Sus elementos de forma esquematizada se representan en la Figura 100, así como los pertenecientes al resto de la instalación del sistema y comunes con la anterior (bomba de alimentación, filtro...).

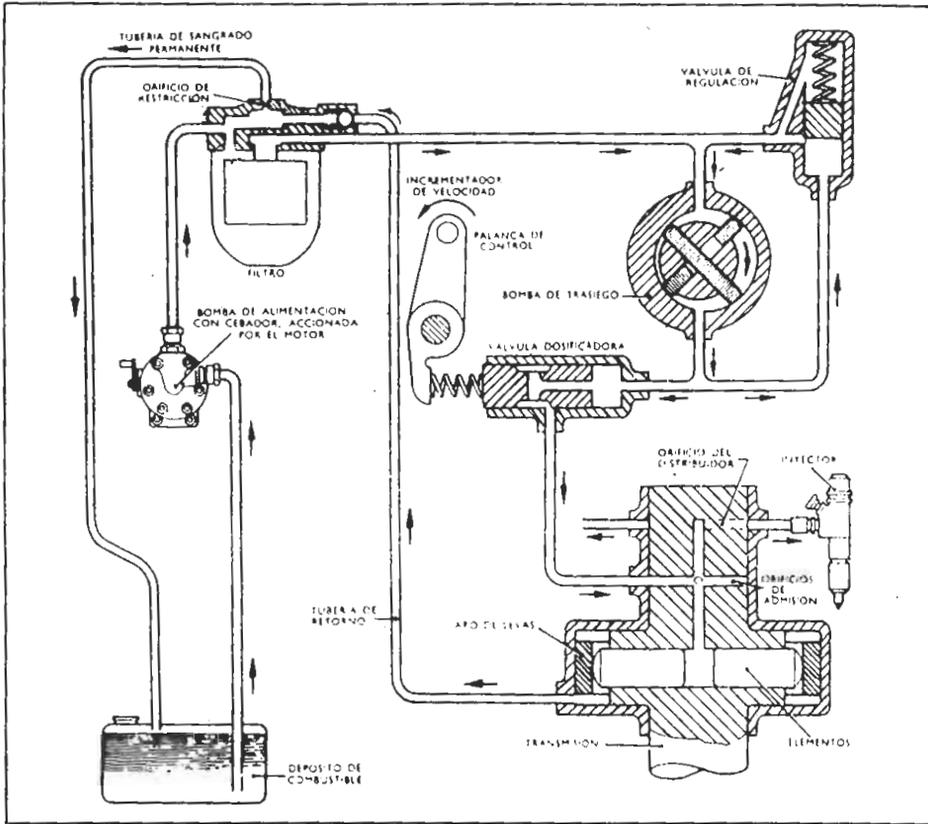


Fig. 100. Sistema de alimentación con bomba rotativa (C.A.V.).

Los cometidos de cada uno de ellos son:

- Bomba de trasiego. Somete el gas-oil a una presión intermedia entre la de inyección y la de alimentación.
- Válvula de regulación. Como la presión de transferencia que proporciona la bomba anterior, depende de las revoluciones del motor; esta válvula mantiene una relación predeterminada entre la presión de transferencia y el régimen de rotación.
- Válvula dosificadora. Controlada por el mando del acelerador, se encarga de dosificar el caudal de combustible que pasa al elemento de bombeo.

Con el motor en ralentí, tanto la presión de transferencia como la de dosificación están en su valor mínimo. Al accionar el acelerador, ambas se elevan penetrando mas gas-oil en el elemento de bombeo, quien enviará a su vez mas cantidad a los inyectores, aumentando el motor de revoluciones.

- Cabezal hidráulico: Aloja al anillo de levas, elementos de bombeo y al rotor (Fig. 101). En su interior se somete el gas-oil a la presión de inyección y se distribuye a la salida del tubo del inyector correspondiente.

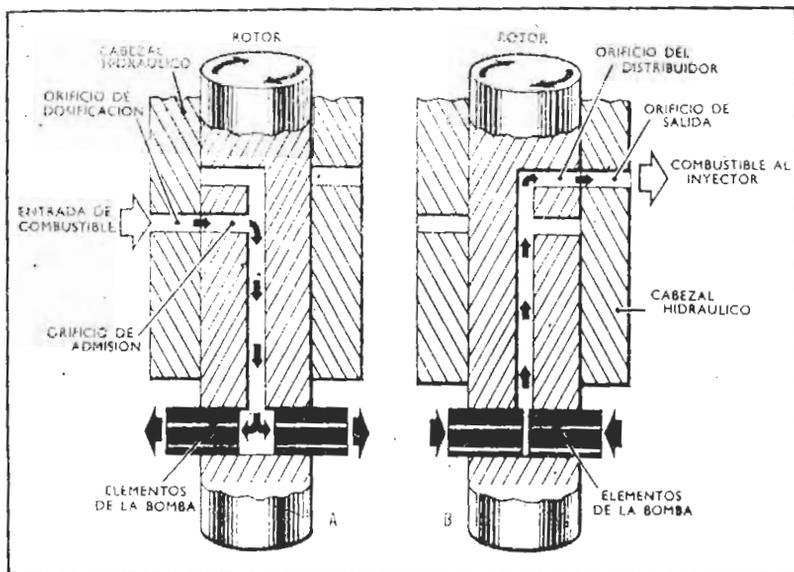


Fig. 101. Detalles de funcionamiento. A.- Embolada de admisión. B.- Id de inyección.

Lleva dos émbolos de bomba opuestos, que funcionan por contacto con los lóbulos de un aro de levas interno y estacionario, con tantas levas como cilindros tiene el motor. Cuando la leva no toca los elementos es la presión del gas-oil quien los desplaza hacia afuera (A). El rotor que gira por un eje de transmisión estriado, dispone de un orificio interno vertical, que se bifurca en otros dos: uno para la entrada de combustible y otro para la salida. En el momento de la embolada de inyección (B), el orificio de salida del rotor coincide con el tubo del inyector correspondiente.

- Regulador de velocidad. Su cometido es el mismo que el regulador de la bomba lineal. O sea, evitar que el motor se embale. Puede ser mecánico o de contrapesos e hidráulico.

En las bombas equipadas con regulador mecánico, el conjunto de contrapesos del regulador está montado en el eje de transmisión y alojado dentro del cuerpo de bomba. Una conexión apropiada transmite el movimiento de los contrapesos del regulador a la palanca de mando de la válvula dosificadora, estando ubicado el sistema bajo una tapa del cuerpo de bomba. En las bombas reguladas hidráulicamente, el regulador está montado en la carcasa de la bomba en un pequeño alojamiento y la válvula dosificadora es accionada por el combustible a la presión de transferencia.

La bomba de regulador mecánico es algo mas larga que la regulada hidráulicamente, siendo el resto de elementos idénticos en ambas.

También suelen encontrarse en la bomba uno o dos tornillos de purga, el sistema de aceleración, estrangulador de parada y un variador automático de la inyección.

La figura 102 muestra una sección de la misma, en la que se pueden apreciar sus elementos:

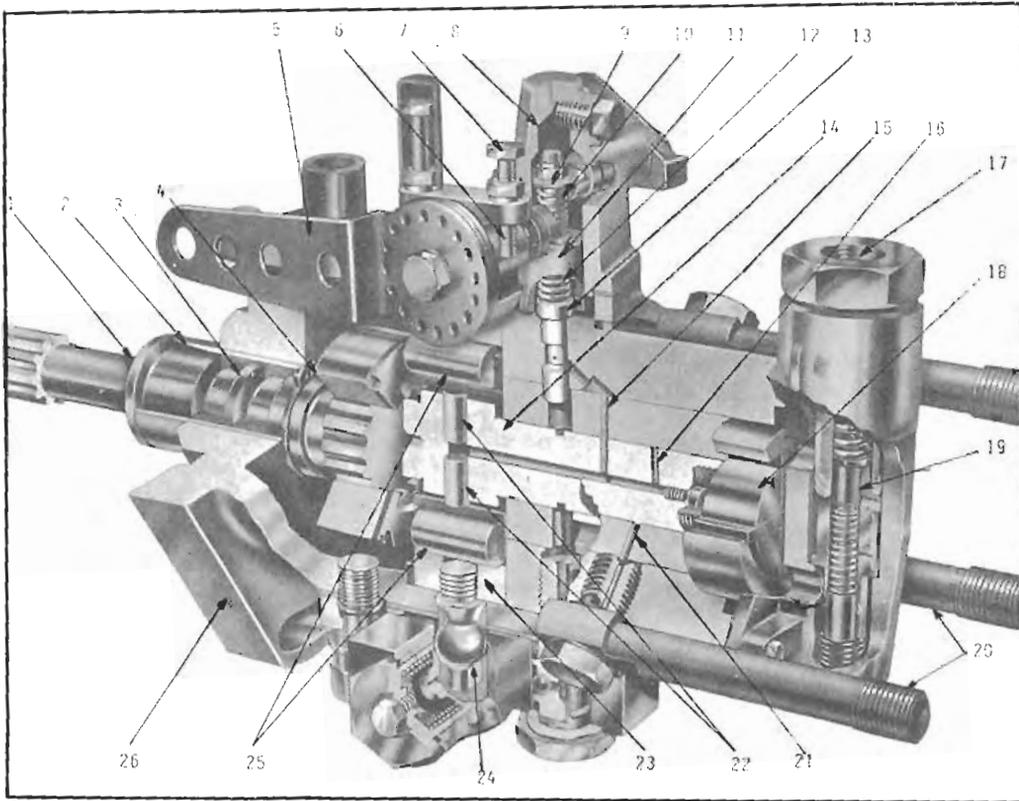


Fig. 102.- Sección de una bomba de inyección rotativa con regulador hidráulico (C.A.V.).-  
 1.- Eje de transmisión. 2.- Guía. 3.- Anillo de retén. 4.- Variador automático de avance a la inyección. 5.- Palanca de acelerador. 6 y 7.- Tornillo de tope. 8.- Cuerpo del regulador hidráulico. 9.- Arandela de cierre. 10.- Muelle de marcha lenta. 11.- Cremallera del regulador. 12.- Muelle principal. 13.- Válvula. 14.- Rotor. 15.- Lumbreira de carga o admisión. 16.- Orificio de inyección del distribuidor. 17.- Entrada del gas-oil. 18.- Bomba de trasiego o transferencia. 19.- Válvula de regulación. 20.- Conexiones de los tubos de los inyectores. 21.- Lumbreira de inyección. 22.- Embolos. 23.- Anillo de levas. 24.- Mecanismo de avance. 25.- Rodillos. 26.- Cuerpo de bomba.

### INYECTOR

El inyector (Fig. 103) tiene por misiones las de introducir, pulverizar y repartir uniformemente en el cilindro el gas-oil que manda la bomba de inyección.

El gas-oil comprimido a alta presión, entra por la boca de entrada del inyector (11) y llega a la cámara de presión de la tobera a través del canal de impulsión, donde vence la presión del muelle que tiene cerrada la válvula de aguja (3) y abre el paso del gas-oil al cilindro.

No todo el gas-oil penetra en el cilindro, escapando

Fig. 103. Inyector (U.T.B.). 1.- Cuerpo o portainyector. 2.- Tobera. 3.- Válvula de aguja o de pulverización. 4.- Manguito roscado. 5.- Pasador. 6.- Vástago. 7.- Muelle. 8.- Guía de muelle. 9.- Tapa. 10.- Tornillo sujeción boquilla del gas-oil sobrante. 11.- Boquilla de entrada. 12.- Id. del sobrante. 14.- Juntas. 15.- Tornillo de regulación de la presión de inyección. 16.- Contratuerca.

parte de él entre el vástago de la válvula y su guía, saliendo por la tubería de retorno hasta el depósito.

El inyector está formado por la tobera, válvula de aguja e inyector, principalmente. Igualmente, existen otros elementos, tales como el conducto de entrada del gas-oil (11), varilla de empuje (6), muelle de presión (7), tornillo de regulación de la presión o tarado del muelle (15) y salida del sobrante.

La presión del muelle debe ser constante, pues cualquier pérdida de resistencia haría que la válvula se abriera de forma anticipada, realizándose la inyección a destiempo. El tarado del muelle se realiza con el tornillo (15) y se fija con la contratuerca (16).

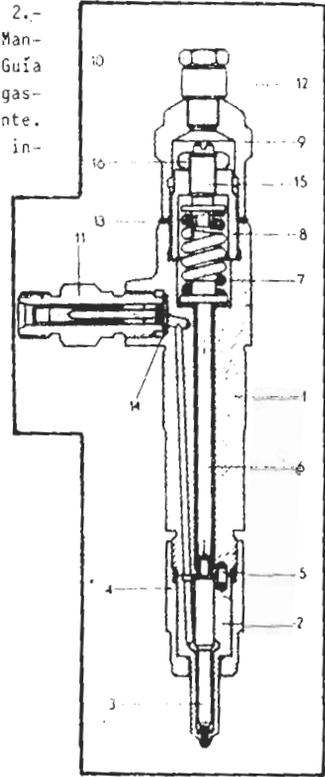
La pulverización del gas-oil se consigue en parte por la alta presión que manda la bomba y en parte por los pequeñísimos orificios de la tobera.

El inyector puede tener un orificio único para la pulverización del gas-oil al cilindro, o disponer de varios orificios, con distintas posibilidades de pulverización (cono, abanico....). Los de un orificio llevan un tarado de apertura de la válvula comprendida entre los 80 y los 200 Kg./cm.<sup>2</sup>, siendo los utilizados en la inyección indirecta. Los de orificios múltiples, se utilizan en los motores de inyección directa y requieren un tarado mucho mayor, estando la presión de apertura de la aguja comprendida entre los 250 y los 800 Kg./cm.<sup>2</sup>

#### APARATOS DE CONTROL

En el sistema de alimentación del motor Diesel, pueden existir dos aparatos de control:

a) Un manómetro (Fig. 104), que controla la presión de alimentación entre los filtros y la bomba de inyección (14 de la fig. 87), pudiendo ir situado en el cuadro de instrumentos de la máquina o en las proximidades de la bomba de inyección. Se distingue de otros posibles manómetros de la máquina por la silueta de un surtidor, signo correspondiente al sistema de combustible.



b) Un indicador de nivel de combustible, similar al utilizado en los automóviles, que indica la cantidad de combustible que, aproximadamente, existe en el depósito. Para este fin se puede utilizar, igualmente, una varilla que se extrae quitando el tapón de llenado del depósito. Esta varilla viene graduada en %, correspondiendo el 100% al depósito lleno y que a su vez es el que necesita la máquina para funcionar unas diez horas.

### SISTEMAS DE INYECCION

Dado que uno de los cometidos esenciales de la cámara de combustión es el poner en contacto el aire con el combustible a fin de asegurar una perfecta formación de la mezcla, se han ideado varios procedimientos para este fin.

Dichos procedimientos pueden hallarse combinados en las formas mas diversas; pero generalizando, podemos simplificarlos en dos:

a) *Inyección directa.*

b) *Inyección indirecta (Cámara de combustión, cámara de turbulencia,....).*

En la inyección directa (fig. 105), los chorros de gas-oil inciden directamente sobre la cabeza del pistón, por lo que ésta suele llevar un hueco que provoca un movimiento de turbulencia en el aire, asegurando una mezcla perfecta de aire y combustible.

Los motores de inyección directa, obtienen un rendimiento térmico de aproximadamente un 10% mas elevado que los de cámaras de combustión, lo que representa un menor consumo de combustible. Los arranques son fáciles, no necesitando precalen-



Fig. 104. Manómetro que indica la presión de alimentación del combustible.

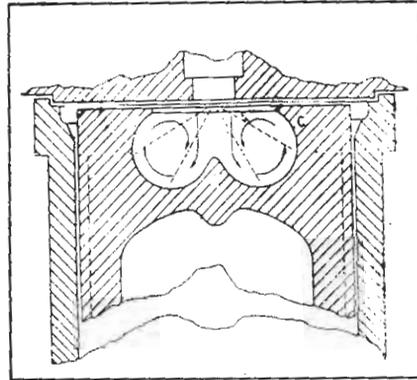


Fig. 105.- Inyección directa con cámara de turbulencia en el pistón.

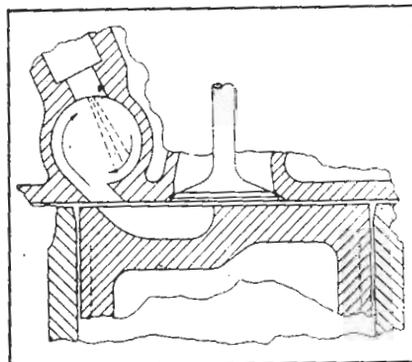


Fig. 106.- Inyección indirecta con cámara de turbulencia en la culata.

tamiento cuando el motor está frío. En contrapartida, necesitan una técnica de fabricación muy depurada, exigen presiones de inyección elevadas (200-300 atms.), son muy ruidosos y menos revolucionados. No obstante, los trabajos de investigación sobre estos motores en la última década han empezado a dar sus frutos, atenuando estos inconvenientes; pues se han conseguido motores ligeros de inyección directa para turismos, con similares prestaciones que sus homólogos ligeros provistos de cámaras de combustión.

Sin entrar en detalles de las diferentes variantes, en los motores de inyección indirecta el inyector está situado en una cámara o cavidad situada en la culata y que comunica con el cilindro (Fig. 106). El aire se hace entrar en la cámara, que por su diseño provoca una gran turbulencia.

Presentan un funcionamiento más suave y requieren unas presiones de inyección menos elevadas (100-150 atms.). Como inconvenientes, los ya citados de un mayor consumo y la necesidad de bujías de precalentamiento para el arranque en frío.

#### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION

El equipo de inyección (bomba e inyectores), son elementos de alta precisión, calculados para funcionar sin problemas durante miles de horas. Consecuentemente, son elementos muy caros y delicados, cuya reparación está reservada a un especialista.

Sus averías son provocadas mayoritariamente, por la ausencia de un mantenimiento preventivo básico; para el que no se requieren conocimientos especiales, debiendo realizarlo el operador de la máquina, como parte integrante de su trabajo. La puesta en práctica de la frase "mas vale prevenir que curar", en el sistema de inyección nos va a proporcionar largos periodos de trabajo sin interrupciones y evitaremos gastos innecesarios.

Las sencillas operaciones de mantenimiento, se reducen a:

a) Evitar que al repostar penetre en el depósito agua o suciedad. Si los bidones pernoctan en la intemperie se colocarán algo inclinados, con el tapón en su parte más elevada, a fin de que si llueve no les entre agua. Los embudos y regadera estarán perfectamente limpios al usarlos. La utilización de una bomba portátil de repostado facilita la operación y dificulta el acceso de suciedad. Al quitar el tapón de llenado, se limpiará éste y sus alrededores, colocándolo invertido para que en su parte interna no se adhieran partículas, que posteriormente pasarían al depósito.

b) Repostar al finalizar la jornada, con lo que evitaremos condensaciones indeseables de agua en el circuito.

c) Si la bomba es lineal y no se lubrica directamente desde

Fig. 107. Separador de agua (CAT). 1.- Entrada del gas-oil. 2.- Salida del gas-oil. 3.- Tornillo de drenaje del agua. 4.- Tornillo de purgado.

el motor, revisar semanalmente el nivel de ésta y su regulador, sustituyendo el aceite cada vez que se cambie el del cárter del motor y utilizando el mismo lubricante de éste.

d) Evacuar el agua del separador o vaso de decantación cada 50 horas de funcionamiento o semanalmente. El separador puede ser una unidad independiente (Fig. 107), situado entre la bomba de alimentación y los filtros; puede ser la propia parte baja del filtro primario de combustible (8 de la fig. 92) o el vaso del prefiltro, colocado a la entrada de la bomba de alimentación (9 de la fig. 88). Para evacuar el agua se afloja el tornillo de limpieza y se acciona la bomba manual, purgando el separador o filtro a continuación; en el último caso hay que extraer el vaso para limpiarlo.

e) Cambiar los filtros de combustible (Fig. 93) en el periodo que aconseje el fabricante, o antes si el manómetro indica insuficiencias en la presión de alimentación. Si el filtro no es blindado, se limpiará el vaso y se sustituirán el elemento filtrante y las juntas de caucho.

Siempre que se acabe el gas-oil del depósito, exista aire en el interior del circuito y después de realizar las operaciones d y e anteriores, hay que purgar el sistema; de lo contrario el motor no funciona.

El purgado es una práctica que debiera saber realizar cualquier persona que conduzca una máquina u otro vehículo de motor Diesel, pues su ne-

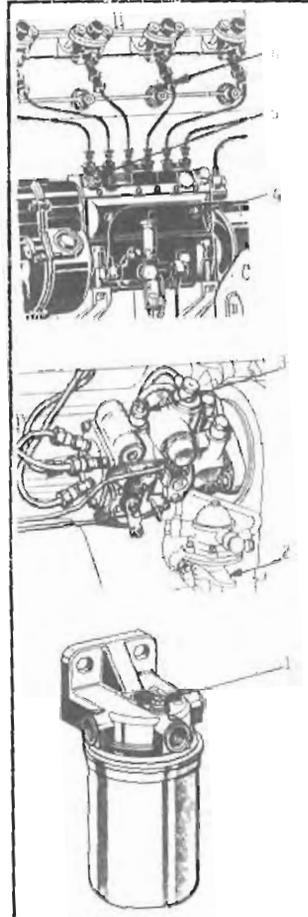
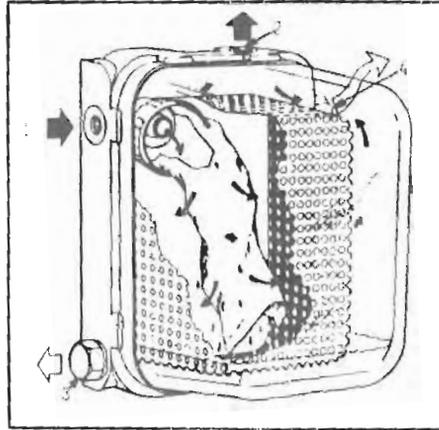


Fig. 108. 1.- Purgador del filtro. 2.- Palanca de accionamiento de la bomba de alimentación de membrana. 3.- Tornillo de purga de la bomba de inyección rotativa. 4.- Pozo de accionamiento del bombín manual de émbolo. 5.- Tornillo de purga de la bomba de inyección lineal. 6.- Tuerca del tubo de un inyector.

cesidad es tan habitual como cambiar una rueda y su realización no presenta mayor dificultad.

El orden de sangrado de los elementos debe ser el del sentido del recorrido de gas-oil; es decir, filtros, bomba de inyección y, en su caso, inyectoros. Veamos la forma de realizarlo:

PURGADO DEL SISTEMA DE INYECCION

FASES	OPERACIONES
A) PURGADO DEL FILTRO (Fig.108)	a.1.- Comprobar si hay gas-oil en el depósito. a.2.- Comprobar que la llave de paso del depósito está abierta. a.3.- Aflojar el tornillo de purga del filtro (1), utilizando una llave adecuada. Este tornillo suele situarse en la parte lateral o superior del soporte, pero nunca en su parte central. a.4.- Accionar a mano la bomba o bombín de alimentación ( 2 ó 4), hasta que salga por el purgador gas-oil sin burbujas de aire. Si el bombín de alimentación es de émbolo, para accionarlo hay que desenroscar el pomo de mando (4) debiéndose roscar una vez finalizadas las operaciones. a.5.- Apretar tornillo de purga del filtro. a.6.- Repetir operaciones a.3, a.4 y a.5 en el filtro secundario, en el caso de que éste exista.
B) PURGADO DE LA BOMBA DE INYECCION	b.1.- Aflojar el tornillo de purga (3) si se trata de una bomba rotativa o el (5) si es lineal. b.2.- Repetir operaciones a.3 y a.4. b.3.- Apretar tornillo de purga de la bomba ( 3 ó 5).
C) PURGADO DE LOS INYECTORES	c.1.- Aflojar tubos por la tuerca (6) de unión al inyector. c.2.- Poner la palanca de cambios en punto muerto y accionar tres o cuatro veces el motor de arranque con el acelerador pisado a fondo. c.3.- Colocar tuercas (6) de los tubos y apretar. c.4.- Arrancar el motor, observar su funcionamiento y si existen fugas de gas-oil.

## CAPITULO VII

### SISTEMA DE ADMISION

En el capítulo I, al tratar los principios de funcionamiento de los motores de combustión interna, se explicó que era necesario proporcionar combustible y aire al interior de los cilindros, para que pueda "arder" el primero y, consiguientemente, el motor funcione. En el capítulo anterior nos hemos ocupado de los elementos que intervienen en el sistema de inyección del combustible al cilindro en el motor Diesel. En el presente, trataremos los referentes a la admisión del aire en el cilindro.

Por el sistema de admisión los motores pueden ser atmosféricos y sobrealimentados. En los primeros el aire penetra en el cilindro únicamente por la succión que hace el émbolo en el tiempo de admisión; en los segundos, el aire es ligeramente comprimido antes de entrar al cilindro, por lo que el llenado de éste es mas perfecto al recibir una mayor cantidad de aire.

Los elementos mas importantes que podemos encontrar en el sistema son:

- a) Filtro de aire.
- b) Indicador del filtro.
- c) Conducciones del aire.
- d) Sobrealimentador (Turbocompresor y compresor volumétrico de rotores).
- e) Intercambiador de calor o postenfriador.
- f) Colector de admisión.

Los motores atmosféricos carecen, logicamente, de sobrealimentador y postenfriador.

#### FILTRO DE AIRE

El trabajo de las máquinas agrícolas, forestales y, especialmente, las de movimiento de tierras, se realiza en un ambiente mas o menos polvoriento. Si el polvo penetra en el interior del motor produciría serias averías y un desgaste prematuro del mismo, siendo necesario filtrar perfectamente el aire de admisión antes de que penetre en los cilindros.

En maquinaria, encontramos dos tipos de filtro de aire:

- a) En baño de aceite, cuya efectividad no es superior al 85%, presenta un importante gasto de aceite y requiere un mantenimiento lento y oneroso. Practicamente ha caído en desuso en las máquinas nuevas, pero por haber sido ampliamente usado anteriormente, un alto porcentaje de las máquinas forestales en uso lo siguen utilizando.
- b) Tipo seco, cuyo elemento filtrante es un cartucho

de papel poroso. Su efectividad es prácticamente del 100%, no necesita aceite y su mantenimiento es rápido, sencillo y económico.

La figura 109 representa los elementos de un equipo de filtrado en baño de aceite. El aire penetra del exterior a un prefiltro, obligándole a pasar entre unas aletas inclinadas que lo someten a una fuerte turbulencia, de modo que por centrifugación, las partículas más groseras de polvo se depositan en el vaso (1) del prefiltro. Este es transparente para que el maquinista observe la existencia de polvo en el mismo y lo limpie cuando sea necesario. Del prefiltro pasa el aire al tubo central del filtro que lo conduce hasta el interior de la cazoleta (3), donde las impurezas se cargan de aceite, depositándose en el fondo; si alguna partícula se escapa de la cazoleta, quedará adherida a las mallas metálicas (4).

La figura 110 corresponde al conjunto de un filtro seco. Obsérvese la existencia de un prefiltro, cuyo cometido es el mismo que el del anterior y que suele estar ubicado delante del puesto del operador para que éste en todo momento vea la cantidad de polvo retenido. Después el aire pasa al filtro propiamente dicho, atravesando de fuera hacia adentro el elemento filtrante; éste lleva el papel microporoso dispuesto en forma plegada, donde quedan retenidas las partículas de polvo (Fig. 111).

Los motores pequeños suelen usar un solo elemento filtrante; los de potencias media y alta van provistos de doble elemento, colocado uno en el interior del otro. El externo o "primario" es el que efectúa la casi totalidad del filtrado, que se completa en el interior con el "secundario" o de seguridad; pues en caso de rotura del primario, es el secundario quien realiza el filtrado, evitando costosas averías.

#### INDICADOR DEL FILTRO DE AIRE

Cuando el sistema de filtrado es de tipo seco, algunos

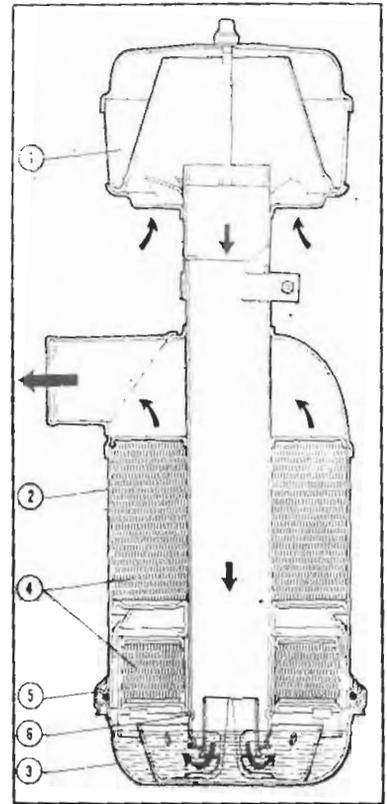


Fig. 109. Filtro de aire en baño de aceite (UTB). 1.- Vaso del prefiltro. 2.- Cuerpo. 3.- Cazoleta para el aceite. 4.- Paquete de rallas o virutas metálicas. 5.- Abrazadera para sujeción de la cazoleta al cuerpo. 6.- Junta de caucho.

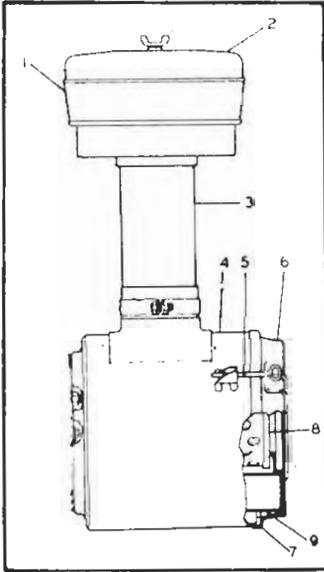


Fig. 110.- Sistema de filtrado seco (CAT). 1.- Vaso del prefiltro. 2.- Tapa del prefiltro. 3.- Tubo. 4.- Cuerpo o carcasa. 5.- Tornillo sujeción de la tapa. 6.- Tapa. 7.- Junta. 8.- Elemento filtrante secundario. 9.- Id. primario.

fabricantes equipan a sus máquinas con un indicador que avisa cuando es necesario limpiar el elemento filtrante. Este aparato es muy útil, aunque su constitución y funcionamiento sean muy simples (Fig. 112).

Está formado por un cilindro transparente, dentro del cual puede desplazarse un émbolo, apareciendo en la ventana del cilindro una línea roja cuando el elemento está tupido. El émbolo tiende a mantenerse en su posición mas baja empujando por un pequeño muelle. A medida que se van obstruyendo los elementos, se crea una depresión en el interior del colector de admisión que es transmitida a la cara superior del émbolo, llegando a vencer la resistencia del muelle y levantando el émbolo hasta quedar visible la citada línea roja.

El aparato se ubica en las proximidades del filtro o en el cuadro de instrumentos, siendo preferible y mas efectiva la última solución.

#### CONDUCCIONES

En maquinaria, todas las conexiones entre filtro, turbo e intercambiadores de calor, suelen ser de tubo metálico con sección suficiente y la menor longitud posible, para facilitar la admisión. Los manguitos flexibles de caucho deben evitarse, pues una simple grieta puede ser suficiente para que pase polvo al motor.

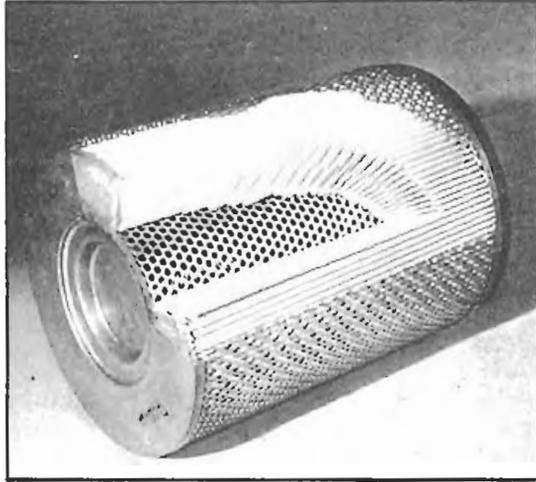


Fig. 111. Elemento filtrante (CAT).



Fig. 112.- Indicador del filtro de aire (CAT).

## SOBREALIMENTADORES

La "sobrealimentación" consiste en introducir en el cilindro una masa de aire superior a la que corresponde al volumen del mismo a presión atmosférica; lo que a su vez permitirá inyectar mas combustible y, en consecuencia, elevar la potencia de un motor sin necesidad de aumentar su cilindrada.

Si bien la aplicación generalizada de la sobrealimentación en el mundo del automóvil, se ha producido en los últimos años, popularizada por el éxito de los motores "turboalimentados" en las competiciones de Fórmula 1; la verdad es que las técnicas de sobrealimentación han seguido una evolución paralela a la del motor en sí. Si miramos hacia atrás veremos que de 1.920 a 1.940, los motores sobrealimentados dominaron el mundo de la competición, siendo su utilización habitual por firmas como Mercedes, Alfa Romeo o los célebres Bugatti, entre otras. En maquinaria pesada la sobrealimentación lleva utilizándose mas de treinta años, aunque existen excepciones, logicamente.

No obstante, hay que reconocer que el perfeccionamiento de la misma se ha logrado en la última década. "Turbos" que giran hasta 200.000 r.p.m., con sus elementos móviles soldados por fricción; o aceites que soportan temperaturas altísimas sin quemarse, son fruto de unas tecnologías insospechadas en el primer cuarto de siglo.

De los diferentes sistemas de sobrealimentación que a lo largo de la historia del motor se han investigado, solo dos han tenido continuidad en el tiempo y se aplican en maquinaria:

- a) Compresor volumétrico de rotores ("Root")
- b) Turboalimentador o turbocompresor ("Turbo")

El sistema "Root" no es mas que un compresor rotativo de dos rotores lobulares, accionado mecánicamente desde el cigüeñal. A pesar de su mayor antigüedad, ha evolucionado menos que el turboalimentador, aunque parece ser que el sistema tiene bastante porvenir. El principal problema que el compresor Root presenta, es que al ser accionado mecánicamente resta potencia al motor, mientras que el "turbo" es accionado "gratuitamente" por los gases de escape, como despues veremos.

En el sector forestal tiene una aplicación muy limitada, pues solo lo hemos encontrado en máquinas propulsadas por motores G. M. (General Motors) Diesel de dos tiempos. Por tanto, no entramos en mas detalles.

El "turbo" consta esencialmente de un eje, en cuyos extremos lleva dos ruedas de paletas: la turbina y el impulsor o compresor centrífugo. Los tres van unidos por lo que giran solidariamente (Fig. 114). El funcionamiento es muy simple (Fig. 113): los gases de escape que salen por el colector (6) inciden directamente sobre la turbina (10), po-

niéndola a girar; al ser solidaria con los otros elementos arrastrará al impulsor en su giro, que por centrifugación aspira aire filtrado y lo somete a una ligera presión (1 atm. como máximo) y lo envía al colector de admisión (5). La velocidad de giro que alcanza es altísima, pues suele llegar hasta las 100.000 r.p.m. en los turboalimentadores de los motores Diesel y hasta las 200.000 en los de explosión.

Como la temperatura del aire por efecto de la compresión, asciende por encima de los  $150^{\circ}\text{C}$ , se suele montar un postenfriador o intercambiador de calor aire-agua (4), que la rebaja hasta unos  $150^{\circ}\text{C}$ , con el agua de refrigeración a la temperatura normal de trabajo ( $95^{\circ}\text{C}$ ).

En vehículos ligeros y camiones el intercambiador suele ser aire-aire (intercooler). El sistema se completa con una válvula de control (7) que acciona a otra denominada de "descarga o derivación" (8). La acción de ambas combinadas sirve para regular la presión de los gases de escape que inciden sobre la turbina y, en consecuencia, que ésta no se embale a fin de que la presión que el impulsor da al aire no sea superior a la preestablecida.

El funcionamiento es bien sencillo: el conducto (3) comunica la presión de admisión con la cámara de la válvula de control (7), e incide sobre un diafragma. Este por la acción de un muelle tiende a situarse en su posición superior, tirando a su vez de la válvula de descarga (8) que

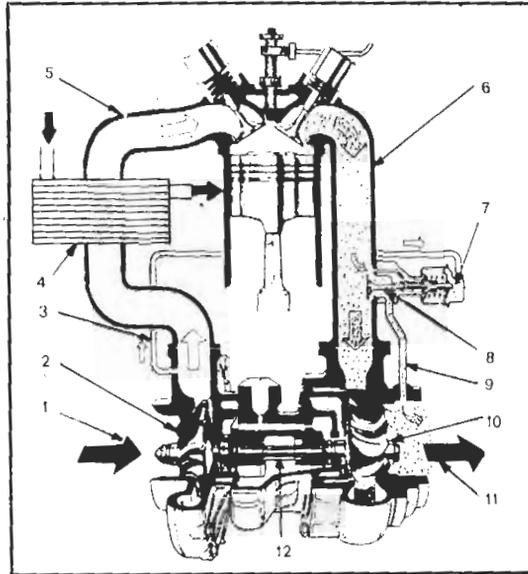


Fig. 113.- Esquema de funcionamiento de un turbocompresor. 1.- Sentido de entrada del aire de admisión procedente del filtro de aire. 2.- Impulsor o compresor centrífugo. 4.- Intercambiador de calor o postenfriador. 5.- Colector de admisión. 6.- Colector de escape. 7.- Válvula o unidad de control. 8.- Válvula de descarga o derivación. 9.- Conducto de derivación de los gases de escape. 10.- Turbina. 11.- Sentido de salida de los gases de escape que pasan por la turbina. 12.- Eje.

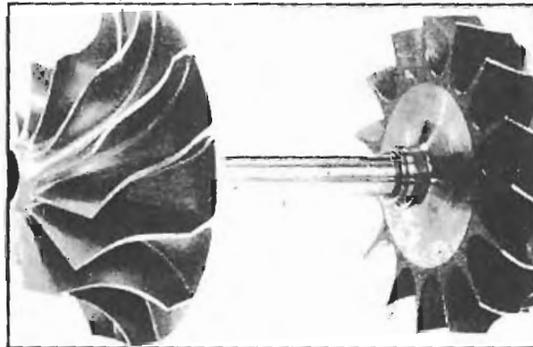


Fig. 114.- Conjunto de impulsor, eje y turbina.

cierra el conducto de derivación de gases (9). Cuando la presión de admisión llega al límite máximo establecido, desplaza al difragma hacia abajo, abriendo la válvula (8) al conducto (9), por el que salen hacia el tubo de escape el exceso de gases, sin incidir sobre las aletas de la turbina.

El eje de la turbina e impulsor (12) gira sobre cojinetes planos, que a su vez giran locos aproximadamente a mitad de vueltas que el eje. Aún no se han conseguido cojinetes de bolas o rodillos que aguanten tan alto régimen de revoluciones. Eje y cojinetes, sometidos a velocidades y temperaturas altas durante su funcionamiento, requieren una eficiente lubricación que reciben desde el sistema de engrase del motor. Algunas firmas utilizan a la salida de la bomba de engrase una válvula de prioridad, que asegura la instantánea lubricación de los cojinetes del turbo, nada mas arrancar el motor y antes, incluso, de que el aceite pase por el filtro.

El simple hecho de que un motor vaya equipado con un turboalimentador, ya se le considera de servicio "severo", por lo que si es Diesel, el aceite ha de cumplir la especificación A.P.I. CD, o equivalente.

De las ventajas del turboalimentador, destacamos:

a) Eleva la potencia de un motor hasta un 25%, sin aumentar su cilindrada ni su tamaño.

b) A igualdad de potencia efectiva con los atmosféricos, los turboalimentados poseen una potencia fiscal mas baja -menos impuestos-; ya que el fisco se basa unicamente en la cilindrada.

c) Menor ruido y carencia de humo en el escape, al quemar totalmente el combustible. En las máquinas forestales, el turbo hace de dispositivo antichis-

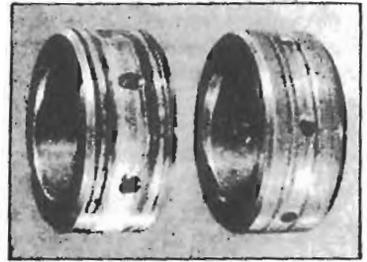


Fig. 115. Cojinetes del eje rayados por partículas sólidas en el aceite de engrase.

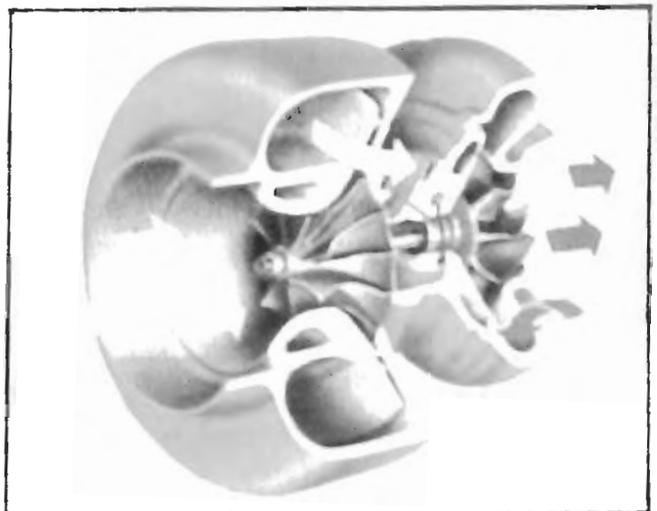


Fig. 116. Turboalimentador seccionado.

pas, por lo que se elimina el peligro de incendios forestales que pudieran originarse por esta causa.

d) Pérdida inapreciable de potencia al ascender en altitud.

e) Consumo específico de combustible (gm/H.P.), mas bajo que en los motores atmosféricos.

f) Facilita la pulverización del gas-oil y su mezcla con el aire en el interior del cilindro.

Resumiendo, en motores Diesel la turboalimentación es realmente beneficiosa. En motores de gasolina de uso "no deportivo", su efectividad es mas discutida. De todos modos, el perfeccionamiento óptimo del turbo sigue siendo un reto y todavía no sabemos hasta donde se puede llegar. La investigación actual, está orientada a la obtención de turbinas cerámicas, de poco peso y que soporten temperaturas y velocidades muy superiores a las que llegan los actuales; así como al perfeccionamiento de los cojinetes y paletas de ángulo variable, con lo que se podría llegar hasta un aumento del 50% de potencia.

#### INTERCAMBIADOR DE CALOR O POSTENFRIADOR

Su funcionamiento ya se explicó en el capítulo de refrigeración (Fig. 79). En maquinaria solo se instala en aquellos motores de una considerable potencia.

#### COLECTORES

En la figura 44 vienen representados los colectores de admisión y escape de un motor atmosférico. En estos motores si el de admisión sale por la derecha del motor, el de escape lo hace por la izquierda. En los turboalimentados, puesto que ambos finalizan en el turbo, suelen salir por el mismo lado del motor. El colector de escape, en especial, ha de tener un estudiado diseño, puesto que además de rea-

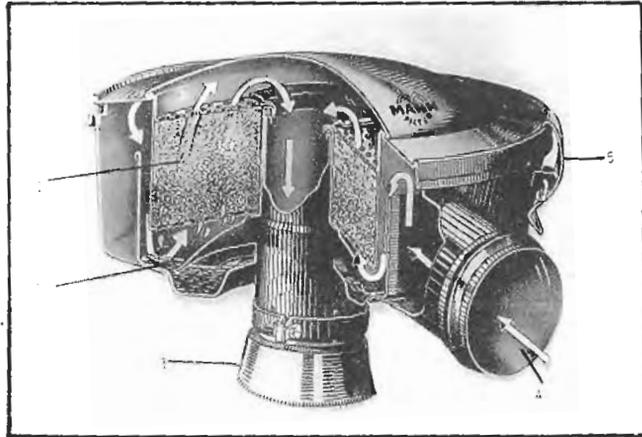
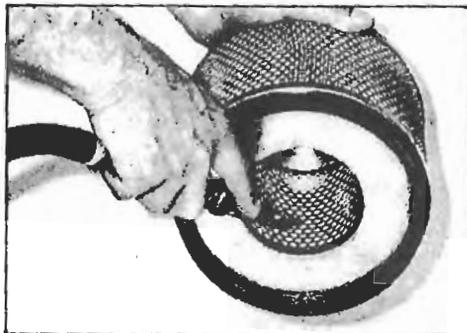


Fig. 117.- Filtro de aire en baño de aceite (MANN). 1.- Paquete de virutas metálicas. 2.- Cazoleta del aceite. 3.- Ensanchamiento del tubo, para conectar con el colector de admisión. 4.- Entrada de aire del prefiltro. 5.- Abrazadera.

lizar la función normal de cualquier colector, sirve para acelerar los gases de escape y encauzarlos directamente a la turbina, respetando al máximo las ondas de presión que salen de los cilindros.

Fig. 118.- Limpieza del elemento filtrante con aire a presión.



#### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ADMISION

FASES	OPERACIONES
A) CUIDADOS DEL TURBOALIMENTADOR	<p>a.1.- Los "turbos" que se montan en maquinaria al engrasarse directamente desde el motor, no requieren operaciones exclusivas de mantenimiento; si bien hay que tener presentes dos precauciones en el manejo, para evitar que el turbo se gripe por deficiencias de engrase:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al arrancar el motor <u>no acelerar hasta que el manómetro de presión de aceite del motor marque presión normal de funcionamiento</u> (zona verde).</li> <li>- <u>Dejar el motor en ralentí al menos un minuto antes de pararlo.</u> ¡Jamás acelerar antes de pararlo!</li> </ul>
B) MANTENIMIENTO DEL FILTRO EN BAÑO DE ACEITE (Fig. 117)	<p>b.1.- Limpiar el polvo del prefiltro, cuando se observe acumulación del mismo en el vaso. El intervalo puede oscilar entre dos horas en ambientes muy polvorientos, a uno o dos días, si el suelo está mojado o existe humedad ambiental.</p> <p>b.2.- Diariamente si el ambiente es polvoriento, o semanalmente en caso contrario, quitar la suciedad del aceite del filtro, <u>antes de arrancar el motor:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extraer el conjunto, soltándolo del colector por (3).</li> <li>- Soltar las abrazaderas (5), extrayendo la tapa y el paquete de virutas metálicas (1).</li> <li>- Verter en un bote limpio el aceite de la cazoleta, hasta que empiecen a salir impurezas. Tirar, a continuación, las impurezas y el aceite sucio del fondo, limpiando la cazoleta.</li> <li>- Pasar el aceite que habíamos depositado en el bote, a la cazoleta y reponer el nivel en ésta (suele ser una línea con las iniciales MAX), con aceite del mismo tipo que el utilizado en el motor.</li> <li>- Montar paquete filtrante y tapa; sujetarlos con las abrazaderas y colocar el conjunto en el colector de admisión.</li> </ul> <p>Nota.- A veces se puede extraer la cazoleta sin necesidad de desmontar todo el conjunto. (1)</p>

<p>C) MANTENIMIENTO DEL FILTRO SECO (Fig. 118)</p>	<p>c.1.- Mantenimiento del prefiltro: igual que el b.1.</p> <p>c.2.- Siempre que sea necesario o aparezca la raya roja en el indicador del filtro, limpiar el elemento primario, por cualquiera de estos métodos:</p> <p>c.2.1.- Con aire comprimido:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soltar tapa y extraer elemento.</li> <li>- Soplar con una ranguera de aire a unas 3 atms. de presión, el elemento filtrante, siguiendo los pliegues del papel, tanto por dentro como por fuera (Fig. 118).</li> </ul> <p>c.2.2.- Con agua a presión y detergente doméstico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Igual que en el caso anterior, pero utilizando una manguera de agua a una presión no superior a 3 atm. No colocar el elemento en su compartimento, hasta que no esté seco.</li> </ul> <p>c.3.- Si después de limpiarlo sigue apareciendo la raya roja en el indicador, el elemento secundario o el primario estarán tupidos, debiendo ser substituidos. El secundario no se suele limpiar, debiéndose substituir en el periodo que indique el fabricante.</p> <p>c.4.- Comprobación de desperfectos en el papel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Si en el papel existe algún agujero, el elemento debe ser substituido de inmediato. Se comprueba colocando una lámpara encendida en el interior del elemento, observando desde fuera, a la vez que lo vamos girando.</li> </ul>
<p>(1) Si el filtro es en baño de aceite, además de realizar las operaciones b.1. y b.2. en los periodos indicados, conviene cambiar el aceite de la cazoleta por otro nuevo, siempre que se cambie el aceite del motor; así como limpiar el paquete de virutas metálicas con gas-oil y aire comprimido.</p>	



## CAPITULO VIII

SISTEMA ELECTRICOIDEAS GENERALES SOBRE CORRIENTE ELECTRICA

La "corriente eléctrica", tal y como somos capaces de imaginarla, pues no la visualizamos, solo percibimos sus destellos y efectos (lámparas que se iluminan, motores que giran...); se dice que está caracterizada por una corriente de electrones que circulan a lo largo de un conductor; de forma análoga a como lo hace una determinada cantidad de agua pasando por una cañería.

Existen varios tipos de corriente eléctrica:

a) Continua.- Es aquella que recorre el conductor siempre en el mismo sentido y con la misma intensidad. Todo aparato que funcione con esta corriente, forzosamente tendrá un polo positivo (+) y otro negativo (-). La corriente que proporciona una pila o una batería, es una corriente continua.

b) Pulsatoria.- Es una corriente continua de intensidad variable a intervalos regulares de tiempo. Un ejemplo sería la corriente producida por una dinamo.

c) Alterna.- Es aquella que cambia constantemente de sentido e intensidad, a intervalos regulares de tiempo, no presentando una polaridad definida. La corriente que proporciona un alternador, es una corriente de este tipo.

Al contrario de lo que hasta hace poco se creía, la corriente eléctrica se desplaza desde el polo negativo al positivo.

Toda corriente eléctrica se caracteriza por:

a) Diferencia de potencial, tensión eléctrica o voltaje

Se podría definir como "la diferencia de nivel eléctrico, existente entre dos puntos de un circuito eléctrico".

La corriente eléctrica al circular a través de un conductor, observa un comportamiento similar a la corriente de agua que pasa por una tubería (Fig. 119). Cuanto mayor sea la diferencia de nivel entre A y B, mayor será la presión con que salga el agua por el grifo. Igualmente, la corriente eléctrica circulará del punto A al B, con mayor o menor "presión", dependiendo del nivel eléctrico que en todo momento exista entre ambos puntos del circuito.

La unidad de medida de este desnivel eléctrico, diferencia de potencial o voltaje, es el voltio (v) y el aparato de medida es el voltímetro.

Las instalaciones eléctricas de las máquinas son de 12 ó 24 voltios. Al ser de voltajes fijos no es necesario utilizar un voltímetro entre sus aparatos de control.

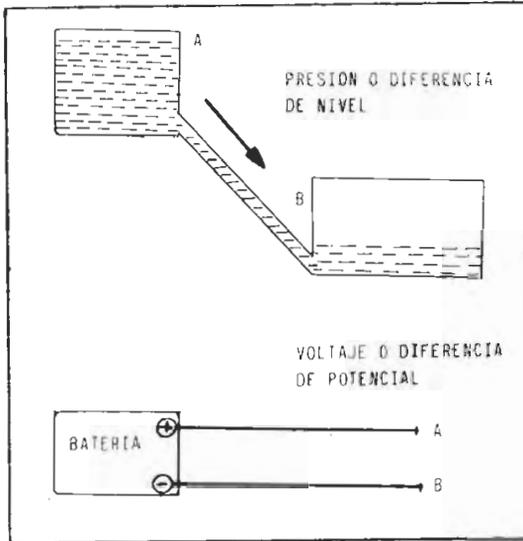


Fig. 119. Voltaje.

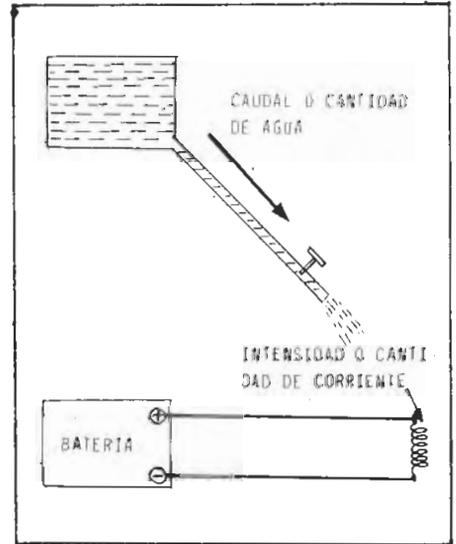


Fig. 120. Intensidad.

### b) Intensidad

Entendemos por "intensidad" al número de electrones que pasan por un conductor durante un determinado tiempo. Si la comparamos con el agua, sería la cantidad que pasa por el tubo en la unidad de tiempo. (Fig. 120).

La unidad de medida es el amperio (A), y se mide con un amperímetro. Este aparato suele estar presente en toda máquina para controlar la carga y descarga de la batería.

### c) Resistencia

Como su nombre indica, es la resistencia que opone un conductor al paso de la corriente eléctrica. Depende del material del conductor, de su longitud y de su sección.

Son buenos conductores el cobre, el aluminio y en general todos los metales. Otros materiales oponen una gran resistencia, por lo que se llaman "aisladores o aislantes". Son aislantes la madera, el vidrio, la porcelana, la mica y la ebonita; aunque actualmente son ampliamente desplazados por materias sintéticas especiales, tales como el poliéster, polietileno, teflón, etc.

En automoción, la corriente eléctrica que sale de la batería hacia el resto de la instalación, va por cables o hilos conductores, recubiertos de material aislante; volviendo a la batería por la masa metálica del vehículo.

La unidad de medida es el "ohmio", que se designa por las iniciales (Oh) o por la letra omega. Se mide con un ohmetro.

Observando el dibujo de la figura 121, comprenderemos que cuanto más corto y mayor sección tenga el tubo, con ma-

por facilidad circulará la corriente de agua. De modo análogo se comporta la corriente eléctrica.

### LEY DE OHM

De lo expuesto, se comprende que la intensidad de corriente que circula por un conductor, va a depender de la tensión y de la resistencia de ese mismo conductor.

Partiendo de estas mismas consideraciones, el físico OHM, llegó a la siguiente consideración: "La intensidad de una corriente que recorre un circuito eléctrico, es directamente proporcional a la tensión aplicada en sus extremos, e inversamente proporcional a la resistencia del circuito". De aquí se deduce que:

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde  $I$  representa a la intensidad en amperios de la corriente que recorre el circuito =  $V$ , es el voltaje en voltios y  $R$ , la resistencia del mismo en ohmios.

Ejemplo: Calcular la intensidad de la corriente eléctrica que circula por el filamento de una bombilla, sabiendo que su resistencia es de 20 Oh. y la tensión aplicada de 24 v.

$$I = \frac{V}{R}; I = \frac{24v}{20. Oh.} = 1,2 A.$$

De esta fórmula, también se deduce que:

$$V = I \times R \quad \text{y} \quad R = \frac{V}{I}$$

### POTENCIA ELECTRICA

La potencia de un circuito es igual al producto de los valores de la tensión existente entre sus extremos, por la intensidad eléctrica que lo recorre.

La unidad de medida es el vatio (W), empleándose también el Kilovatio (KW), que equivale a 1000 W.

La fórmula de la potencia eléctrica es:  $P = I \times V$ .

Ejemplo: Calcular la potencia eléctrica de una lámpara, si sabemos que la intensidad que la recorre es de 3,75 A y el voltaje de la batería es de 12 v.

$$P = I \times V; P = 3,75 A \times 12 v = 45 W.$$

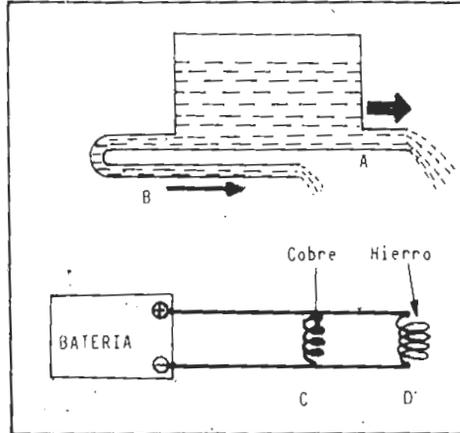


Fig. 121. Resistencia eléctrica. A.- Paso de agua con poca dificultad. B.- Id. con mayor dificultad. C.- Poca resistencia (hilo grueso y buen conductor). D.- Mucha resistencia (hilo delgado y peor conductor).

## SOBRECARGA

Se entiende por sobrecarga de un circuito, el aumento de la corriente que lo recorre sobre el valor normal correspondiente. Si una bombilla está calculada para dos amperios, estará sobrecargada si la intensidad de la corriente a que está sometida, es superior a esos dos amperios.

## CORTOCIRCUITO

Cuando por avería u otra causa quedan unidos dos cables, entre los cuales exista una diferencia de potencial, significando un aumento de intensidad, decimos que se ha producido un "cortocircuito".

## CORTACIRCUITO

Si el conductor de un circuito se parte y queda interrumpido el paso de la corriente, lo que se ha producido es un "cortacircuito".

## IMANES

Se llama "imán" a toda sustancia que tenga la propiedad de atraer al hierro y sus derivados.

En la Naturaleza se encuentra un mineral, llamado "piedra imán" que goza de esa propiedad. Los imanes pueden tener formas diferentes, aunque estamos habituados a ver el clásico imán en forma de herradura; si bien, pueden ser de cualquier forma (Figs. 122 y 123).

Todos ellos tienen dos polos: Norte (N) y Sur (S). Si los polos del mismo signo de dos imanes se aproximan, éstos se repelen (Fig. 124). Al contrario, si se aproximan los de distinto signo, se atraen (Fig. 125).

Los imanes, pueden ser de tres clases:

- Imán natural. - Es la citada piedra imán, formada por diferentes óxidos de hierro.

- Imán artificial. - Está constituido por un trozo de acero, al que se aplica un tratamiento frotando la barra que queremos imantar con un imán (imantación por frotamiento) o poniéndola en contacto con el mismo (imantación por influencia).

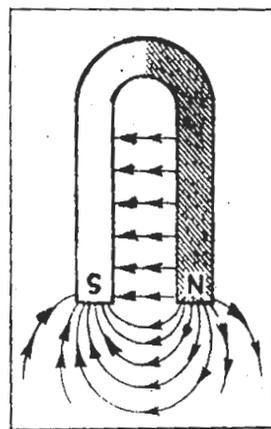


Fig. 122.- Imán en herradura.

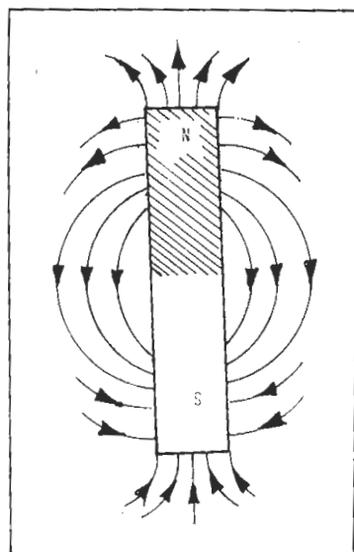


Fig. 123. Imán plano.

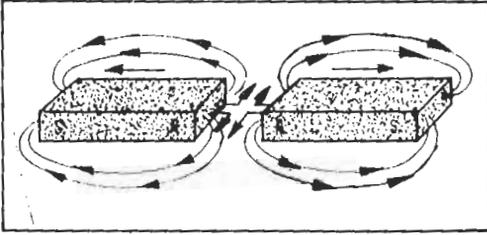


Fig. 124. Polos del mismo signo se repelen.

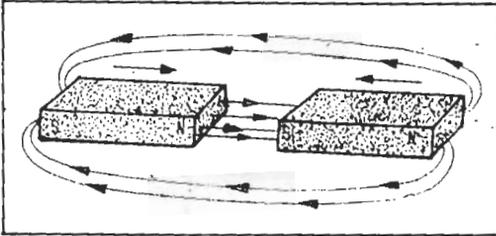


Fig. 125. Polos de distinto signo se atraen.

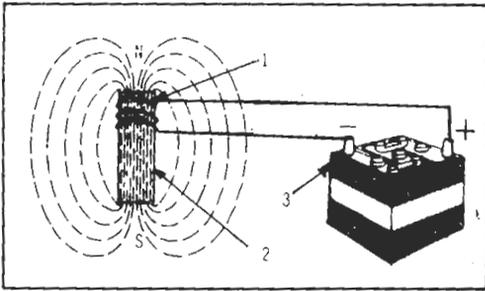


Fig. 126. Esquema de un electroimán. 1.- Espiras del arrollamiento. 2.- Núcleo. 3.- Batería (corriente continua).

- Electroimanes (Fig. 126).- Están constituidos por un núcleo de acero o hierro dulce, sobre el que se enrolla un cable aislado, por el que se hace pasar una corriente eléctrica (1), para que quede convertido en un imán. Si el núcleo es de acero, el imán persiste cuando cesa la corriente (imanes permanentes); pero si el núcleo es de hierro dulce, las características del imán desaparecen tan pronto como se corta la corriente (imán temporal); si bien, suele quedar una pequeña cantidad de imán (imán remanente), muy importante en las dinamos, para el inicio de su carga.

En todo imán, se denomina "campo magnético" a la zona espacial del mismo donde manifiesta su fuerza de atracción. Se dice que está constituido por unas líneas de fuerza, que salen del polo norte pasando por el exterior y que van curvándose hasta llegar al polo sur, regresando por el interior hasta el norte (Fig. 126).

## INDUCCION

Si entre los polos de un imán (Fig. 128), se hace girar una vuelta de hilo (espira) con sus extremos conectados a un aparato de medida o a una lámpara y la hacemos girar; o bien, una varilla de cobre, conectada igualmente a un elemento que acuse el paso de la corriente eléctrica, la movemos rápidamente de abajo a arriba. Tanto en uno como en otro caso, observaremos que al ir cortando la espira o la varilla a las líneas de fuerza del campo magnético, el aparato o la lámpara acusarán la corriente. Cuando el aparato de medida deja de indicar corriente, es por que el contorno de la espira o la barra de cobre, se están desplazando paralelas a las líneas de fuerza y no las cortan, por lo que no se produce corriente alguna.

El fenómeno que ha producido la corriente, se llama "inducción" y en él se basan la mayoría de los aparatos generadores de energía eléctrica.

En síntesis, la "inducción" consiste en la aparición de una corriente eléctrica en una espira, cuando ésta reali-

za una variación de flujo en un campo magnético.

### EQUIPO ELECTRICO

Si bien, existen una serie de elementos eléctricos comunes a todas las máquinas pesadas, la verdad es que la instalación puede variar considerablemente de unas máquinas a otras. Por ello, en el "manual de instrucciones" de cada una, suele venir el esquema de la instalación con sus particularidades. Como ejemplo, en la figura 129, se representa uno de estos esquemas, correspondiente a un tractor forestal.

Generalizando, en todo equipo eléctrico, podemos considerar los siguientes circuitos:

a) Circuito de carga, almacenamiento y arranque. - Comprende: interruptor general y de arranque o llave de contactos; alternador o dinamo; regulador, ba-

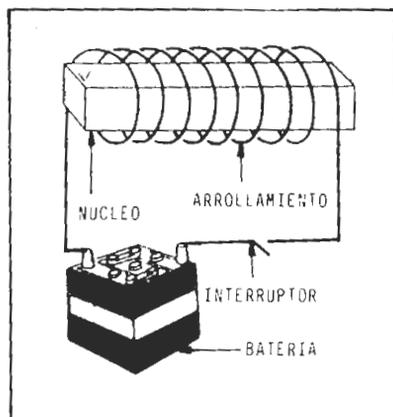


Fig. 127. Al interrumpir la corriente el imán desaparece si el núcleo es de hierro y permanece cuando es de acero.

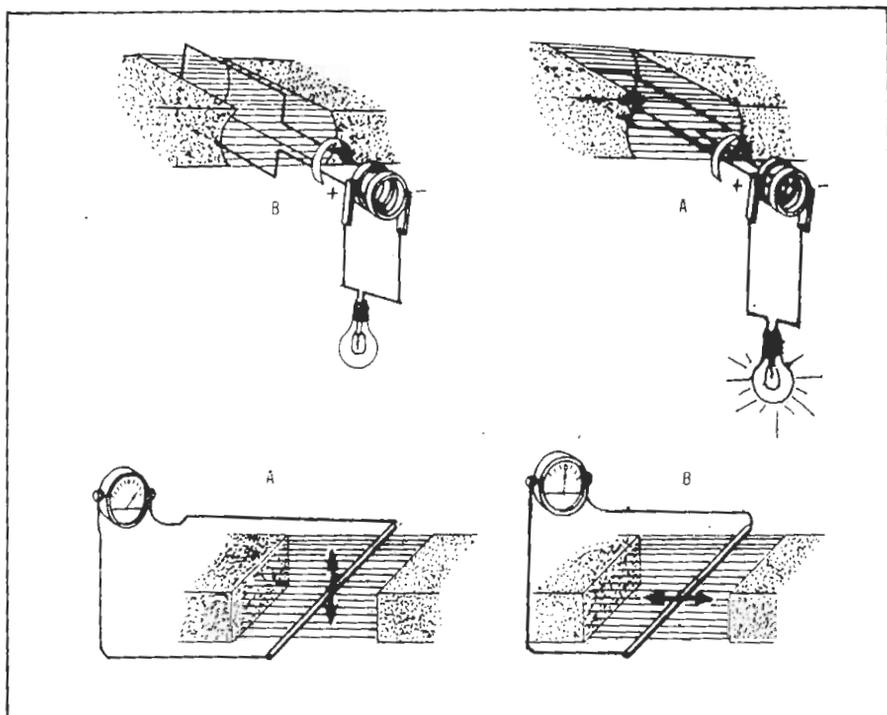


Fig. 128. Fenómeno de "inducción". A.- Movimiento perpendicular a las líneas de fuerza: nace una corriente. B.- Movimiento paralelo a las líneas de fuerza: corriente nula.

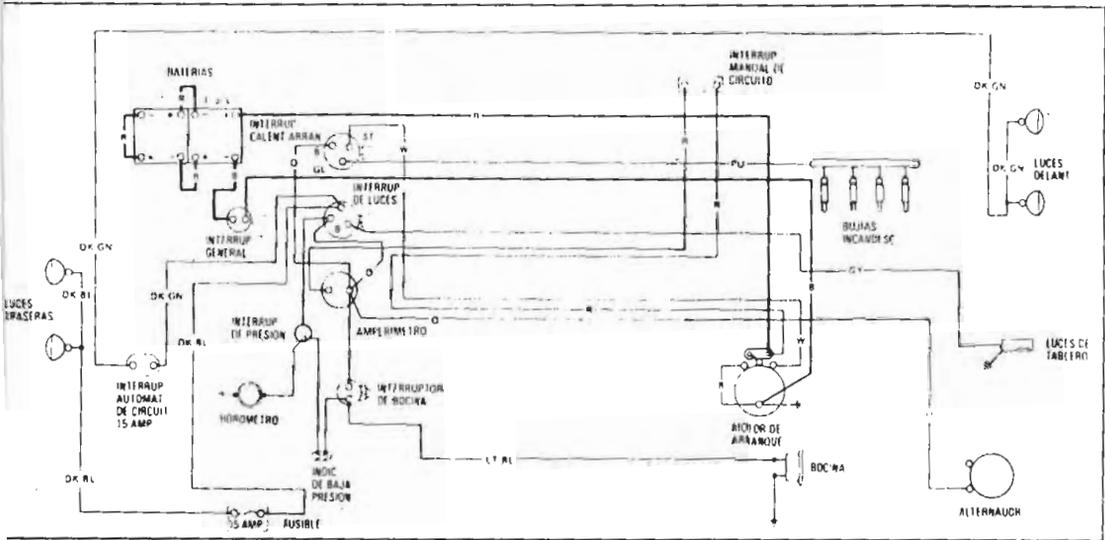


Fig. 129. Esquema del equipo eléctrico de un tractor forestal (CAT).

tería, amperímetro, motor de arranque y, en su caso, bujías de incandescencia o precalentamiento.

b) Circuito de control y seguridad. Comprende: termoresistencia y termómetro del circuito de refrigeración y convertidor; termistor y lámpara testigo de temperatura motor; manocontacto y manómetro del sistema de engrase; manómetro del sistema de frenos; indicador del nivel de combustible, cláxon, alarma de marcha atrás, avisador acústico de baja presión en el sistema neumático de frenos; interruptor automático de protección del circuito y caja de fusibles.

c) Circuito de alumbrado.— El alumbrado de una máquina para trabajar en el monte, se reduce a cuatro proyectores, dos delanteros y dos traseros, que emiten un haz de luz de unos 50 m. de radio en torno a la misma, a fin de que ilumine la zona de trabajo. Si la máquina va a circular por carretera, debe ir provista de alumbrado de carretera, cruce y ordinario; además de intermitentes y luces de frenado (Fig. 130).

Veamos los principales elementos del sistema:

### BATERIA

La batería tiene por misión almacenar parte de la energía eléctrica que produce el generador (alternador o dinamo), a fin de utilizarla cuando éste no funcione, como es el caso del arranque del motor.

Está formada (Fig. 131) por varios vasos, todos ellos unidos en serie; es decir, el polo positivo de uno unido al negativo del siguiente y así sucesivamente. Cada vaso

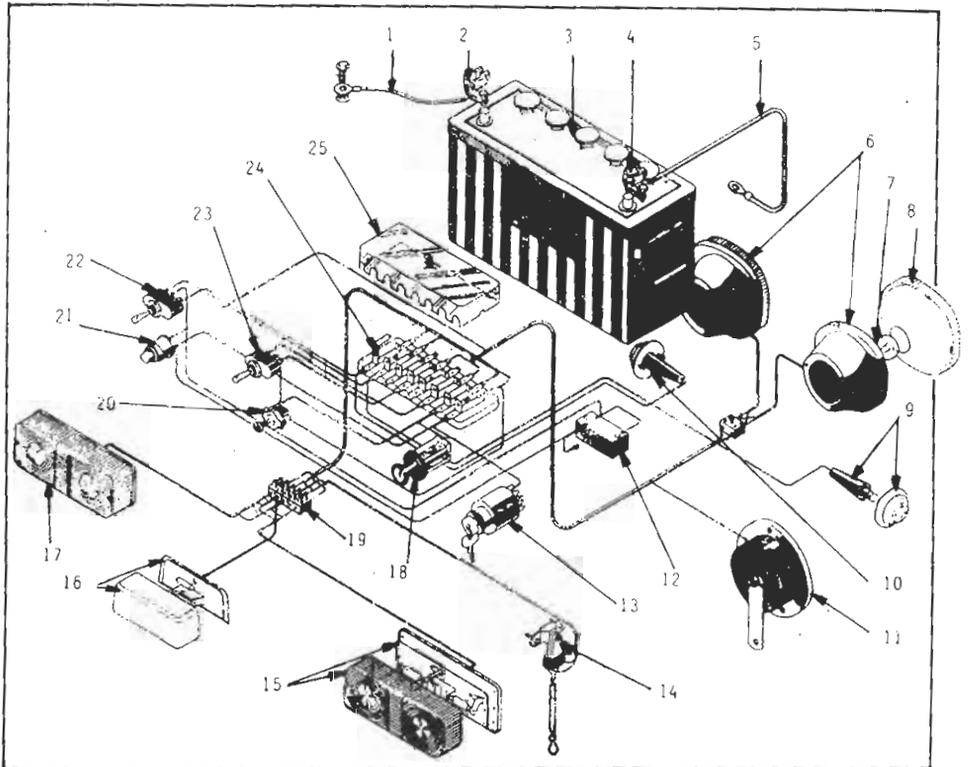


Fig. 130. Elementos de alumbrado en una máquina homologada para circular por carretera (BJR). 1.- Cable de masa. 2.- Abrazadera del borne negativo. 3.- Batería. 4.- Abrazadera del borne positivo. 5.- Cable al motor de arranque y resto de la instalación. 6.- Proyectores delanteros. 7.- Lámpara para luces de carretera y cruce. 8.- Cristal del proyector. 9.- Intermitente derecho. 10.- Id. izquierdo. 11.- Cláxon. 12.- Central de intermitencia. 13.- Llave de contactos y arranque. 14.- Interruptor luces de frenado. 15.- Piloto trasero izquierdo. 16.- Piloto trasero derecho (luces de posición, frenado e intermitencia). 17.- Piloto trasero izquierdo. 18.- Encendedor. 19.- Regleta de conexiones. 20.- Interruptor luces de posición. 21.- Pulsador del cláxon. 22.- Mando de intermitencias. 23.- Interruptor de luces. 24.- Caja de fusibles. 25.- Tapa de fusibles.

está formado por un recipiente de ebonita u otro material plástico, resistente al ácido. En su interior van una serie de placas positivas (3) de plomo, enlazadas por una barra de conexión o puente (12); entre éstas se intercalan otras llamadas negativas (4), unidas igualmente por su correspondiente puente. Entre ambas series de placas van unos separadores (2), para que queden aisladas unas de otras. Estos separadores son de plástico los próximos a las placas negativas y de fibra de vidrio, los más cercanos a las positivas.

El vaso va lleno de un líquido compuesto de agua destilada ( $H_2O$ ) y ácido sulfúrico ( $SO_4H_2$ ), llamado "electrolito". La proporción de ambos compuestos es de tres partes de ácido por ocho de agua destilada. Este líquido cubre las placas

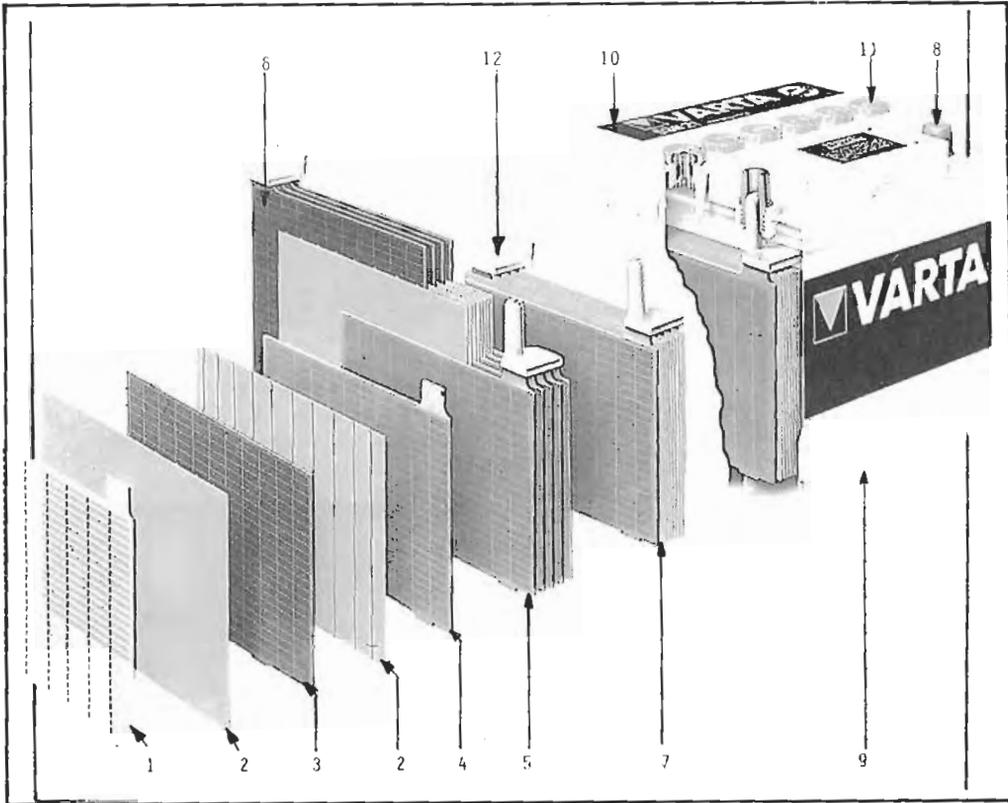


Fig. 131. Despiece de una batería (VARTA). 1.- Rejilla. 2.- Separador. 3.- Placa positiva. 4.- Placa negativa. 5.- Grupo negativo. 6.- Grupo positivo. 7.- Grupo completo. 8.- Borne. 9.- Caja. 10.- Tapa. 11.- Tapón de un vaso. 12.- Puente.

y separadores, un centímetro por encima de los mismos.

Cada vaso va provisto de un respiradero, consistente en un orificio en el tapón del vaso (11), que permite la salida de los gases producidos en el interior, como consecuencia de las reacciones químicas.

Las baterías se diferencian por su "capacidad y voltaje". Cada vaso puede acumular un máximo de dos voltios, por lo que tendremos que unir varios vasos en "serie", si queremos obtener un voltaje mayor. Consiste esta unión, como ya indicamos, en unir el borne positivo de un vaso con el negativo del siguiente; al final nos quedarán libres un borne positivo y un negativo (Fig. 132). El voltaje así obtenido, será el doble del número de vasos.

Respecto a la capacidad en amperios/hora (Ah); es en función del tamaño de los vasos y del número de placas. Lógicamente, cuanto mayores sean y mayor número de placas, mayor capacidad tendrá. La capacidad es independiente al número de vasos.

Las placas positivas son de óxido de plomo ( $PbO_2$ ) y las negativas de plomo (Pb).

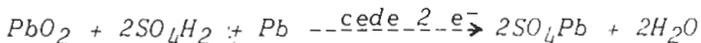
Para que la batería cumpla sus funciones, en su interior ocurre lo siguiente:

Si está cargada, la materia activa de las placas positivas será óxido de plomo ( $PbO_2$ ); la de las negativas será plomo ( $Pb$ ) y en el electrolito estará todo el ácido sulfúrico ( $SO_4H_2$ ).

La densidad de la batería será la máxima (1,28).

Al descargarse la batería, el ión  $SO_4$  del sulfúrico se combina con el Plomo ( $Pb$ ) de las placas, formándose en éstas sulfato de plomo ( $SO_4 Pb$ ). El oxígeno ( $O$ ) de la molécula de óxido de plomo ( $PbO_2$ ), se combina con el hidrógeno ( $H$ ) del sulfúrico, pasando a formar agua ( $H_2 O$ ); quedando el electrolito formado prácticamente por ésta, con lo que su densidad bajará hasta llegar a 1,12, que corresponderá a la batería totalmente descargada. En el proceso se ceden dos electrones que saldrán por las placas positivas a la instalación, pues ya dijimos que la electricidad no es más que una corriente de electrones a través de un conductor.

La reacción de descarga, sería:



Para cargar la batería se suministra corriente continua (electrones), invirtiéndose el proceso de reacción.

Para comprobar la carga de la batería se emplea un "densímetro", que nos mide la densidad del electrolito (Fig. 133). Está formado por un recipiente de cristal que termina en una empuñadura de goma en forma de pera; dentro del cual hay un flotador graduado. Cuando se usa se aspira electrolito sirviéndose de la empuñadura y el flotador nos marcará en su escala la densidad.

#### BATERIA SIN MANTENIMIENTO

En los últimos años, el mundo de las baterías ha sufrido una notable evolución tecnológica. La batería tradicional

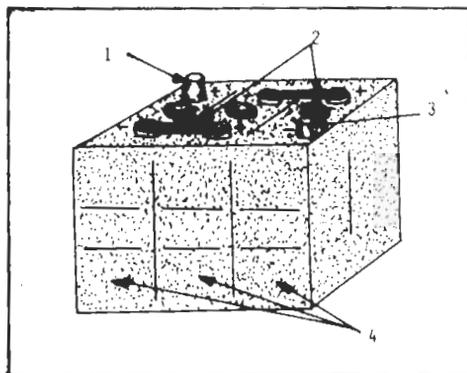


Fig. 132. Batería de 6 v. 1.- Borne positivo. 2.- Puente. 3.- Borne negativo. 4.- Vasos.

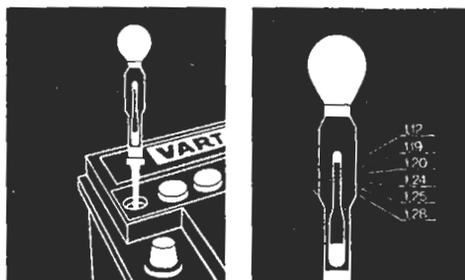


Fig. 133.- Comprobación de la carga mediante un densímetro. Izquierda: detalle de la operación. Derecha: graduación de la escala del densímetro

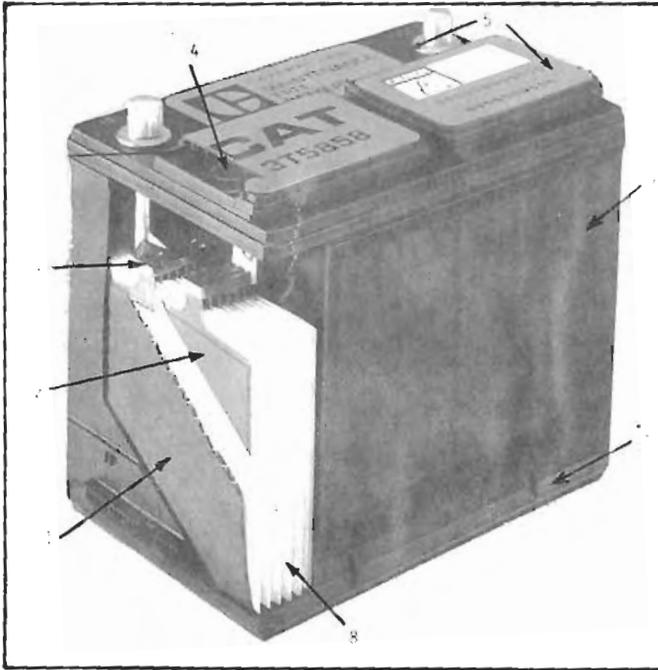


Fig. 134.- Batería sin mantenimiento (CAT). 1.- Rejilla de plomo. 2.- Separador. 3.- Puente. 4.- Zona de separación del líquido. 5.- Tapa sellada. 6.- Caja. 7.- Pestaña para soporte. 8.- Placas.

que acabamos de explicar, convive actualmente con las denominadas de "bajo mantenimiento" o "sin mantenimiento". Las principales diferencias entre las baterías tradicionales, bajo y sin mantenimiento, respectivamente, están en la aleación empleada para construir sus placas.

Tradicionalmente las placas se construían de una aleación de plomo antimonioso, actuando el antimonio para reforzar la consistencia del plomo. El gran inconveniente del antimonio es que se corroe con facilidad, descomponiendo el agua y transformándola en gases de hidrógeno y oxígeno. Por esta razón, es necesario añadir periódicamente agua destilada para evitar que las placas queden secas y se desprenda plomo; lo que en definitiva reduciría la superficie de placa y, por consiguiente, la capacidad de la batería.

Con estos antecedentes, la investigación se centró en reducir la cantidad de antimonio, llegándose a niveles muy bajos (2%), lo que reduce el problema, pero sin llegar a erradicarlo. A estas baterías, se les denomina de "bajo mantenimiento", ya que la adición de agua se efectúa en períodos más largos.

Un paso más en la investigación dió lugar a la construcción de las placas de aleación plomo-calcio, eliminando totalmente el antimonio y la necesidad de añadir agua. Estas

son las baterías "sin mantenimiento" (Fig. 134), fácilmente reconocibles por carecer de tapones en los vasos.

Entre las ventajas que presentan estas baterías con relación a las tradicionales, están el no necesitar agua, no hay que manipular con ácidos y una mayor duración. No obstante, nuestra experiencia nos ha demostrado que una batería tradicional bien cuidada, tiene una vida útil comprendida entre los 5 y los 8 años, no debiendo durar mucho más las "sin mantenimiento". Resumiendo lo más significativo de las últimas es la comodidad al despreocuparnos de su servicio; en contrapartida son más caras, a igualdad de capacidad, que las tradicionales.



Fig. 135.- Cargador de baterías.

#### CARGADOR DE BATERIAS

El cargador de baterías (Fig. 135), es un aparato que tomando corriente alterna de la red a 125 ó 220 v., la transforma en continua de 6, 12 ó 24 v., según la batería que se vaya a cargar.

En el equipo eléctrico de toda máquina, siempre existe un generador de corriente (dinamo o alternador), que carga la batería. No obstante, cuando una máquina lleva mucho tiempo parada, hace pocas horas de trabajo, se abusa del motor de arranque, tiene defectuosa la batería u otras causas; puede que el tiempo que esté funcionando su generador no sea suficiente para proporcionar la debida carga a la batería, debiéndose recurrir a un cargador para este fin.

Sin entrar en detalles, los elementos que forman al cargador son:

- Un transformador de corriente (transforma el voltaje de la red al de la batería).

- Un rectificador (transforma la corriente alterna en continua).

- Un dispositivo de protección (generalmente, es un fusible).

- Dos cables de carga para conectar a la batería (uno rojo para el borne positivo (+) y otro negro para el negativo (-)).

- Un selector de voltaje (sirve para adaptar el voltaje de salida del aparato al de la batería).

- Un regulador de intensidad (permite cargar gradualmente la batería).

- Un amperímetro (cuando su aguja se aproxima al cero, es que la batería ha alcanzado la carga, predeterminada en

el regulador de intensidad).

En todo parque de maquinaria, se debe disponer de un cargador profesional con capacidad para arrancar directamente el motor.

#### CONSERVACION DE LA BATERIA

La batería es un elemento caro y delicado, que si no se utiliza y conserva debidamente, su vida puede ser muy corta. Los cuidados se reducen a unos pocos minutos al mes y a cumplir las siguientes reglas:

- Mantener la batería en buen estado de carga.
- Evitar descargas bruscas y prolongadas (no arrancar el motor con las luces encendidas; si el motor se resiste a arrancar, esperar un minuto entre cada dos intentos consecutivos; en tiempo frío si el motor tiene dificultad de arranque al empezar el trabajo, ayudarse de los calentadores o utilizar "moderadamente" un spray de autoarranque).
- Cargar la batería gradualmente. Evitar cargas bruscas.
- Mantenerla limpia exteriormente, para evitar descargas a través de la suciedad.
- Mantener el nivel del electrolito en los vasos, añadiendo agua destilada cuando sea necesario. Evitar derrames de electrolito.

Veamos detalladamente, la práctica completa de conservación:

#### LIMPIEZA, CONSERVACION Y CARGA DE LA BATERIA

FASES	OPERACIONES
A) EXTRACCION DE LA BATERIA	a.1.- Aflojar y desconectar la abrazadera del borne negativo (-), girándolo parcialmente, o haciendo una suave presión con un destornillador. a.2.- Repetir la operación anterior con la abrazadera del borne positivo (+). No invertir el orden de operaciones. a.3.- Aflojar tuercas que sujetan la brida de sujeción y extraer la batería.
B) MANTENIMIENTO DE LA CAJA DE BATERIA	b.1.- Raspar la caja con espátula y lija. b.2.- Impregnar toda la caja, en especial las zonas corroídas, con una solución de agua y carbonato sódico. b.3.- Lavar con agua limpia, hasta eliminar los residuos de la reacción química. Secar la caja con un trapo limpio. b.4.- Pintar con un buen esmalte, las zonas afectadas de la caja y la brida. Dejarlo secar antes de poner la batería.
C) LIMPIEZA DE LA BATERIA	c.1.- Mezclar dos cucharaditas de bicarbonato sódico en un vaso de agua. c.2.- Sirviéndose de una brocha, impregnar exteriormente la batería, especialmente su parte superior; teniendo la precaución de taponar los respiraderos de los tapones, con unos palillos higiénicos cilíndricos, a fin de que no penetre solución en los vasos. Repetir la operación las veces necesarias, hasta que no se observe reacción química. c.3.- Lavar la batería con agua y secar con un trapo limpio.

	c.4.- Quitar palillos . limpiar y lijar los bornes y abrazaderas.
D) COLOCACION DE LA BATERIA	d.1.- Colocar la batería en su caja, en la misma posición que estaba antes de quitarla; colocar su brida y apretar las tuercas. d.2.- Conectar el borne positivo y apretar tuerca de la abrazadera. Hacer lo mismo con el negativo y poner vaselina neutra en ambos.
E) REPOSICION DEL NIVEL DE ELECTROLITO	e.1.- Quitar tapones de los vasos. e.2.- Comprobar el nivel del electrolito de cada vaso, introduciendo un tubito transparente y taponando el extremo al sacarlo. Si el nivel del electrolito está bajo, añadir agua destilada hasta que esta cubra de $\frac{1}{2}$ a 1 cm. por encima de las placas. e.3.- Poner tapones.
F) COMPROBACION DE LA CARGA	f.1.- Quitar tapones. f.2.- Extraer con el densímetro agua de un vaso. f.3.- Ver la densidad que marca el densímetro: 1,12 a 1,20 batería descargada; 1,20 a 1,24, media carga; de 1,24 a 1,28, batería totalmente cargada. La carga a la batería se comprueba antes de añadir agua a los vasos. f.4.- Poner tapones.
G) CARGA DE LA BATERIA	g.1.- Aflojar los tapones de los vasos. g.2.- Cerciorarse de que el selector de voltaje del cargador, coincide con la tensión de la red. g.3.- Pulsar el botón de STOP, enchufar el cargador a la red y colocar los cables en los bornes correspondientes (cable rojo al borne positivo (+); cable negro al negativo (-)). g.4.- Pulsar el botón correspondiente al voltaje de la batería. g.5.- Poner el selector de intensidad en la fase 1ª; y pulsar el botón de marcha. La aguja del amperímetro deberá acusar el paso de la corriente; cuando la aguja esté en el cero (0), poner el selector de intensidad en la 2ª fase y así sucesivamente con cada una de éstas hasta llegar a la última, que corresponderá a la batería cargada. g.6.- Pulsar la tecla de STOP o PARO, quitar cables de los bornes, desconectar el aparato de la red y apretar tapones de los vasos.

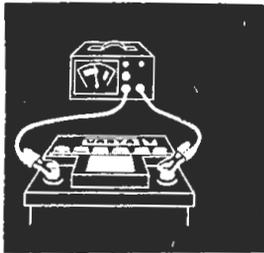


Fig. 136.- Cargador de baterías en la operación de carga.

### DINAMO

La dinamo o dínamo, es un generador de corriente continua, cuya misión es proporcionar ésta a la batería y demás elementos del sistema eléctrico (Fig. 137).

La corriente que produce la dinamo, está basada en el fenómeno de "inducción", que consiste en hacer girar unas espiras (inducido) dentro del campo magnético de unos electroimanes, apareciendo una corriente al cortar las espiras

las líneas de fuerza, que es llevada hasta las delgas donde la recogen dos escobillas. Merced a las delgas, la corriente recogida lleva un solo sentido (corriente continua); si bien, como la variación de flujo no es uniforme en las espiras durante toda una vuelta, se comprende que se trata de una corriente pulsatoria.

Este inconveniente es solucionado con la colocación de muchas espiras y delgas, formando una bobina grande llamada "inducido", que permite una producción mayor y mas uniforme.

Sus partes, las podemos apreciar en la figura 138. Consta de un inducido (1), que acaba en el colector (2) de delgas, separadas unas de otras por un aislante de mica. El inducido es la parte móvil de la dinamo; lleva en el extremo opuesto al colector, una polea (6), que recibe el movimiento del cigüeñal a través de una correa. La corriente en el colector, es recogida por las escobillas de carbón (13), que por el muelle (14), se mantienen en continuo contacto con las delgas.

Las "masas polares" (4) son dos imanes permanentes, cuyo campo magnético es reforzado por la acción de dos bobinas inductoras (3), a las cuales se les hace pasar una corriente eléctrica, para que se conviertan en electroimanes.

Tiene además, la dinamo una "carcasa" cilíndrica o armadura, (9) en cuyo interior van las masas polares, las bobinas inductoras y el inducido; dispone de dos ventanas (10) para inspeccionar el colector y las escobillas, que están cerradas mediante una abrazadera (11). En sus extremos está cerrada por dos tapas, la (8) que sirve de soporte al inducido, con la interposición de un casquillo de metal anti-fricción y la (12) que además de realizar esta función lleva las escobillas, por lo que se denomina "portaescobillas".

Las averías de la dinamo, son fáciles de solucionar. Las mas frecuentes son:

- a) Correa floja. Tensar debidamente (ver fase A de la práctica "Investigación de averías en la refrigeración por agua"
- b) Correa rota. Sustituir por otra nueva.
- c) Escobillas agarradas. Limpiar la guía y empujarlas hacia el colector.
- d) Escobillas gastadas. Sustituirlas por otras nuevas.
- e) Colector sucio. Limpiarlo y lijarlo con lija muy fina.
- f) Falta de engrase. Poner unas gotas de aceite en el orificio del eje, para lubricar sus casquillos.

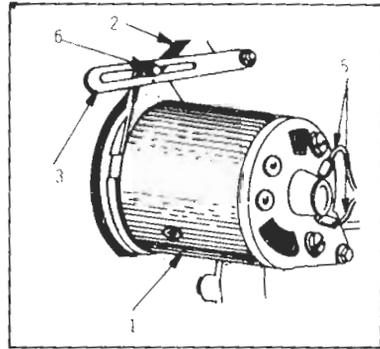


Fig. 137.- Disposición de la dinamo en el motor. 1.- Dinamo. 2.- correa del ventilador. 3.- Corredera de tensión de la correa. 5.- Cables de conexión. 6.- Tornillo de fijación.

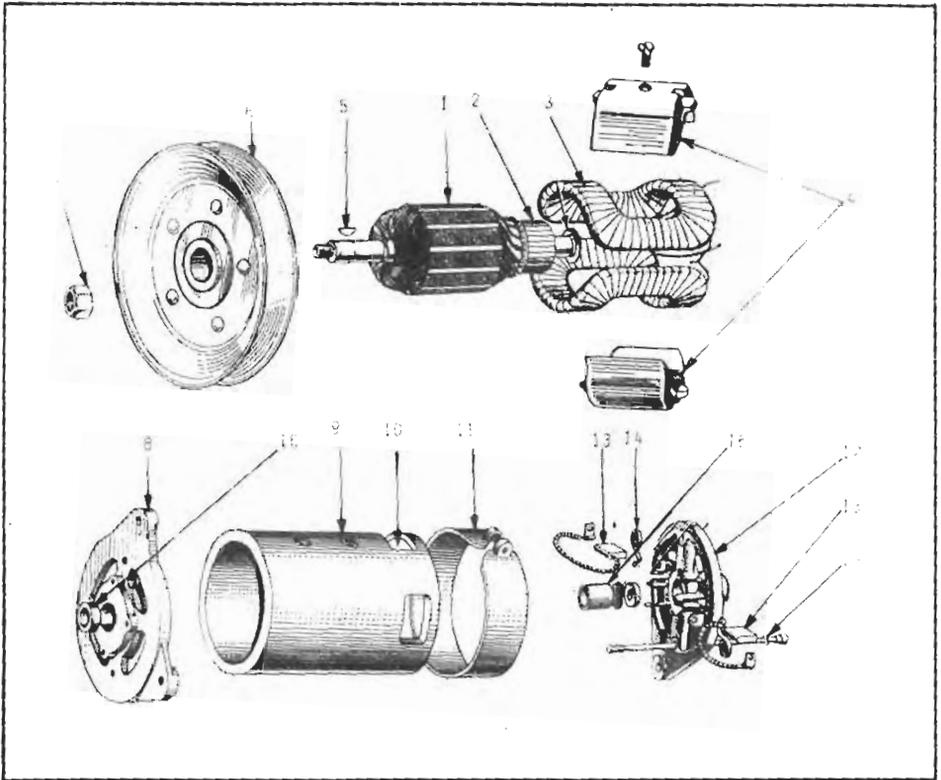


Fig. 138.- Despiece de una dinamo (FORD). 1.- Inducido. 2.- Colector de delgas. 3.- Bobinas inductoras. 4.- Masas polares. 5.- Chaveta. 6.- Polea. 7.- Iuerca de fijación. 8.- Tapa. 9.- Carcasa o armadura. 10.- Ventanas de inspección. 11.- Abrazadera. 12.- Tapa portaescobillas. 13.- Escobillas. 14.- Resorte de presión de las escobillas. 15.- Tornillo. 16.- Casquillos de bronce o antifricción.

### DISYUNTOR-REGULADOR

Como el voltaje de la dinamo es proporcional a la velocidad de giro, así como al flujo magnético del inductor, cuando el motor gira a altas revoluciones podemos contrarrestar el aumento de voltaje, disminuyendo el flujo magnético, por lo que bastará incrementar la resistencia del circuito interior, para que disminuya la corriente que lo recorre y, por tanto, el magnetismo, encargándose de esta función el "regulador".

El "disyuntor", intercalado entre la dinamo y la batería, tiene la misión de evitar que ésta última se descargue, permitiendo el paso de la corriente de la dinamo a la batería, pero no al contrario.

Está formado (fig. 139), por un núcleo de hierro (4), sobre el que se enrollan dos bobinas; una de hilo fino (2) y otra de hilo grueso (3). La de hilo fino se conecta a la dinamo (1) y el otro extremo se une a la placa que hay enci-

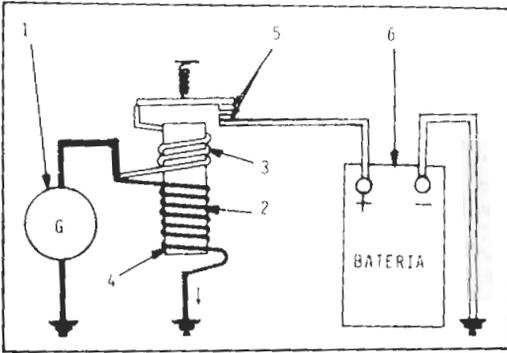


Fig. 139. Esquema del disyuntor. 1.- Dinamo. 2.- Bobina de hilo fino. 3.- Bobina de hilo grueso. 4.- Núcleo. 5.- Contactos. 6.- Bateria.

ma del citado núcleo. La de hilo grueso se une a la de fino y a masa. La placa está unida a un muelle que tira de ella hacia arriba y en su extremo lleva uno de los contactos o "platinos" del disyuntor (5).

El funcionamiento del disyuntor es el siguiente:

La corriente que produce la dinamo sale de ella y cierra circuito a masa a través de la bobina de hilo fino (2), ya que es el único camino que tiene, pues los contactos (5) están abiertos por la acción del muelle. Al pasar la corriente por la bobina de hilo fino enrollada sobre el núcleo, éste se activa y con su fuerza de atracción cierra la placa de los platinos, con lo que la corriente encuentra ahora un camino mas facil, pasando por el hilo grueso y llegando a la batería, cerrando circuito por el borne de masa. Al dejar de producir corriente la dinamo, o su valor ser muy bajo, la fuerza del electroimán es menor que la del muelle de la placa, por lo que ésta se separará de los contactos y quedará interrumpido el paso de la corriente de la batería a la dinamo.

La misión del regulador, como su nombre indica es "regular" la cantidad de corriente que produce la dinamo, para que proporcione solamente la que interese en cada momento, evitando averías en la dinamo o en la batería por sobrecarga o calentamiento.

Actúa sobre la corriente excitante de las bobinas inductoras, aumentándola o disminuyéndola, según la producción necesaria.

Está compuesto de dos bobinas (Fig. 140) sobre un núcleo, una llamada "regulador de intensidad" y otra "regulador de voltaje". Ambas, junto con el disyuntor forman un conjunto único, protegido por una tapa. Cuando el regulador se avería, hay que sustituirlo, no teniendo en general repara-

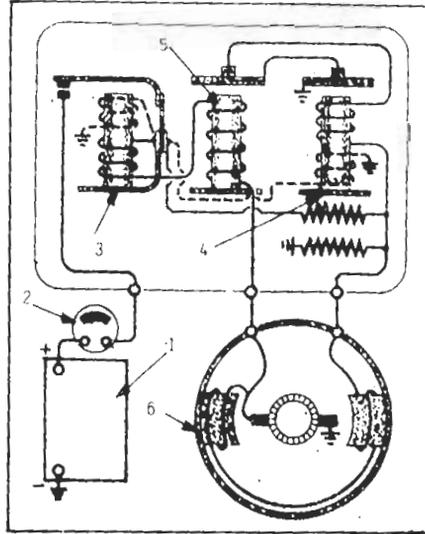


Fig. 140.- Esquema del disyuntor-regulador. 1.- Bateria. 2.- Amperímetro. 3.- Disyuntor. 4.- Regulador de intensidad. 5.- Regulador de voltaje. 6.- Dinamo.

ción. En cualquier caso, su comprobación y manipulación son propias del especialista, por lo que omitimos la descripción de su funcionamiento.

### ALTERNADOR

Es un generador de corriente alterna, que sustituye actualmente a la dinamo en la mayoría de las instalaciones, estando colocado en su lugar y cumpliendo su misma misión. Se distingue de ésta exteriormente por ser mas corto y de mayor diámetro (Fig. 141).

El alternador produce corriente a menor régimen de revoluciones que la dinamo, pudiendo así cargar la batería con el motor en ralentí. Como ésta solo puede cargarse con corriente continua, el alternador se acompaña de un "rectificador" para convertir la corriente alterna en continua.

Está formado (Fig. 142), por el "státor" (2), que lleva tres grupos de bobinas. Un "rotor" (3) con una sola bobina, alimentada por corriente continua para formar el campo magnético con el núcleo, entrecruzado a modo de garras para aumentar en lo posible el número de polos del electroimán. En sus extremos, se encuentran unos "anillos" (5) de donde se recibe la corriente, a través de dos pequeñas escobillas fijas de carbón.

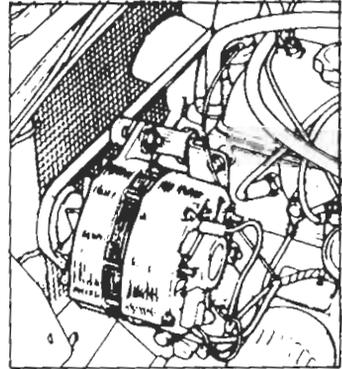


Fig. 141. Alternador.

En uno de los extremos del eje del rotor va acoplada una polea, para recibir el movimiento por correa desde el cigüeñal. La polea lleva unas aletas para la refrigeración interior del aparato.

En el "státor" o parte fija del alternador, es donde se produce la corriente que éste ha de suministrar. Está constituido por tres series de espiras que forman tres bobinas conectadas "en estrella"; o sea, cada uno de los extremos de bobina se conecta a la salida de la corriente, mientras que los otros extremos de cada bobina se unen entre sí.

El "rotor" o parte giratoria, lo forman un conjunto de imanes o piezas polares, en cuyo interior se hayan las bobinas inductoras que refuerzan el magnetismo de los imanes; igual que ocurre con las de la dinamo, aunque se diferencia de ésta, pues aquí los imanes y bobinas son giratorios.

El equipo "rectificador" está formado generalmente, por un equipo de diodos rectificadores de silicio, que presentan la particularidad de dejar pasar la corriente solo en un sentido, de modo que la corriente alterna producida por el alternador pasa a ser continua que es la requerida

por la batería.

Al sustituir el colector de delgas -siempre de superficie escalonada- por los anillos (5), de superficie totalmente lisa, el desgaste de escobillas es inapreciable, unido al engrase permanente de los cojinetes del rotor, hacen del alternador un aparato fiable que, a excepción del tensado de la correa, no requiere otro mantenimiento; estando su manipulación reservado a un especialista.

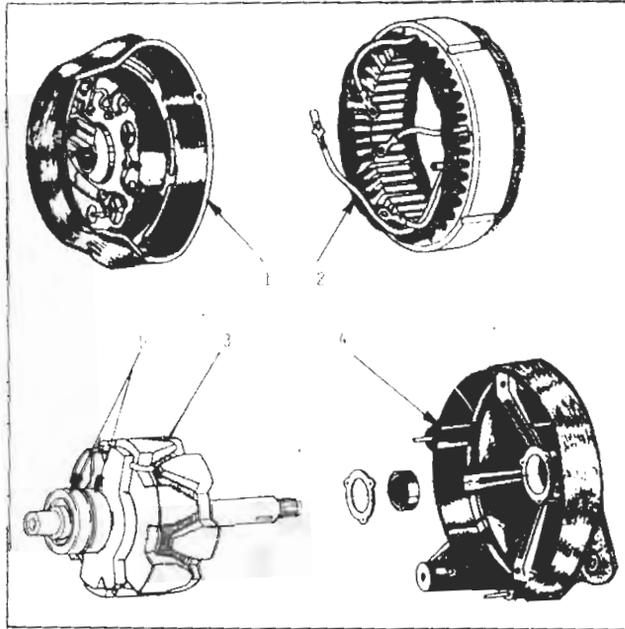


Fig. 142. Partes del alternador. 1.- Portaescobillas. 2.- Státor. 3.- Rotor. 4.- Tapa-soporte. 5.- Anillos.

La principal precaución que debe tener todo conductor o maquinista con el alternador, es no tener el motor en funcionamiento con la llave de contacto desconnectada.

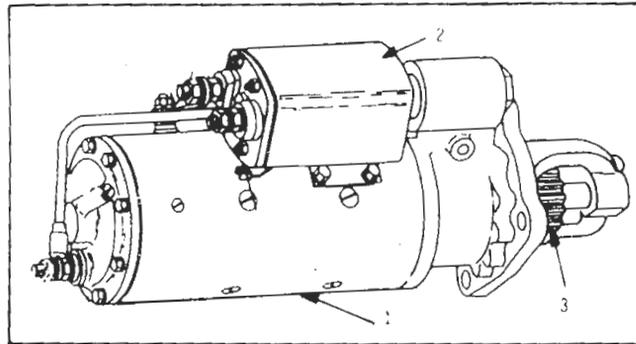


Fig. 143. Motor de arranque. 1.- Armadura. 2.- Relé. 3.- Piñón

Esto no es posible en los motores de gasolina, pero sí en los Diesel. Para parar éstos debemos accionar el mando de estrangulamiento y no desconectaremos la llave de contacto hasta que el motor haya dejado de funcionar. De no tener esta precaución, se averiará el sistema de regulación electrónica del alternador. Para evitarlo, algunos vehículos Diesel, vienen ya preparados; pues o bien se paran directamente con la llave de contacto (estrangulamiento por solenoide), o equipan un dispositivo de seguridad, que no permite desconectar la llave de contacto si no tenemos estrangulado el motor.

#### MOTOR DE ARRANQUE

De todos es conocido, que los motores bien de explo-

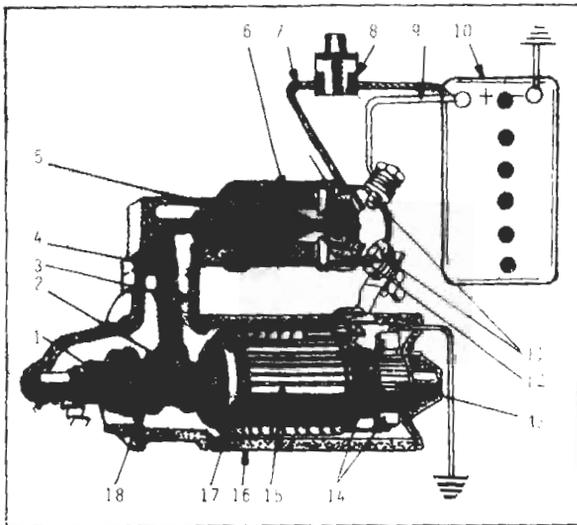


Fig. 144. Sección de un motor de arranque. 1.- Piñón. 2.- Horquilla. 3.- Eje basculamiento de la palanca. 4.- Palanca pesada se utilizaba un motor auxiliar de gaso- 5.- Núcleo del relé. 6.- Embobinado del relé. 7.- Cable del interruptor de arranque al relé. 8.- Interruptor de arranque. 9.- Cable grueso de la batería. 10.- Batería. 11.- Contactos del relé. 12.- Placa del relé. 13.- Colector. 14.- Escobillas. 15.- Inducido. 16.- Armadura. 17.- Bobinas inductoras. 18.- Collar.

La constitución del motor de arranque es similar a la dinamo (Fig. 143), pero su funcionamiento es todo lo contrario. Es decir, tanto las dinamos como los alternadores están encargados de transformar la energía mecánica que se les aplica en energía eléctrica; los motores eléctricos tienen la misión de transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

Está compuesto (Fig. 144), por los mismos elementos que la dinamo. Es decir, posee masas polares, bobinas inductoras, inducido, escobillas, etc.; además, en uno de los extremos del eje de giro va acoplado un pequeño piñón (1), que durante el momento de la puesta en marcha se acopla con la corona del volante del motor, merced a un sistema de acoplamiento que se vuelve a desconectar una vez arranque el motor.

Su funcionamiento está basado en la creación de dos campos magnéticos, uno el de las bobinas inductoras y otro el del inducido, con los polos del mismo signo

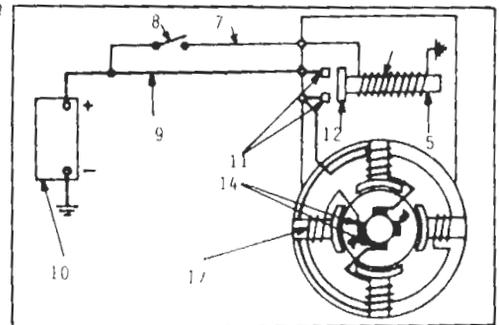


Fig. 145. Esquema de funcionamiento del relé de arranque. (Los números indican los mismos elementos de la figura anterior).

ción o Diesel, necesitan de algún dispositivo exterior a ellos, que haga girar el cigüeñal y en definitiva produzca el arranque de los mismos.

Los motores mas antiguos utilizaban la "manivela", que aún hoy se sigue empleando en algunos motores, en el caso de fallar el dispositivo eléctrico por alguna avería. En grandes motores estacionarios, se emplean motores neumáticos para es-

te fin. En maquinaria pesada se utilizaba un motor auxiliar de gaso- motor de arranque el motor de arranque es siempre eléctrico, accionado por la corriente almacenada en la batería.

enfrentados. Estos campos magnéticos se consiguen, al pasar la corriente a las bobinas inductoras y al inducido al mismo tiempo. Ya explicamos que los polos de un imán del mismo nombre se repelen; pues bien, esto es lo que ocurre en el motor de arranque, si al repelerse ambos campos magnéticos se pone a girar el inducido y con él el piñón (1). Si previamente se ha producido el acoplamiento con la corona del volante, éste girará provocando el arranque del motor.

El motor de arranque ha de funcionar solamente algunos segundos en cada intento de arranque; el resto del tiempo debe permanecer desacoplado del motor, por lo que se precisa de un buen sistema de acople y desacople. Existen diversos procedimientos, unos ya en desuso, como el "accionamiento directo", "acoplamiento a rueda libre" y "sistema bendix", aunque este nombre sigue utilizándose por algunos mecánicos para designar los actuales sistemas de arranque. Actualmente se utiliza, casi exclusivamente el de "relé o solenoide" (Fig. 144 y 145). El "relé" no es más que un electroimán colocado sobre el motor de arranque. Cumple dos misiones: a) Desplazar la horquilla (2) que empuja al piñón (1), para engranarlo con la corona del volante del motor. b) Empujar la placa (12) para unir los dos contactos (11) que dan paso a la corriente de la batería al motor de arranque.

Está formado por un núcleo móvil (5) y una bobina (6), que al pulsar el interruptor de arranque (7) y pasarle corriente se activa y se desplaza el núcleo empujando con su extremo a la palanca (4) de la horquilla (2), a la vez que por el otro extremo une a los contactos (11) por medio de la placa (12) poniéndose a girar el inducido y el volante del motor al estar acoplado al piñón (1). Cuando se suelta el pulsador de arranque, la bobina pierde su fuerza, se corta la corriente al motor de arranque y, por la acción de un muelle, se desacopla el piñón de la corona del volante, volviendo todo a su posición normal.



Fig. 146. Amperímetro.

#### APARATOS DE CONTROL

El aparato usado en el sistema eléctrico es el "amperímetro" (Fig. 146), que nos dice en qué momento se está cargando o descargando la batería. La escala consta de una zona roja a la izquierda del cero (-), donde señalará la aguja cuando la batería se está descargando y otra de color verde a la derecha (+) para cuando se esté cargando.

Por lo tanto, marcará descarga, desviándose la aguja a la zona roja, cuando se utilicen los calentadores o se

arranca el motor. En cuanto se pone en marcha, la aguja marcará la zona verde. Durante el funcionamiento, lo normal es que la aguja esté en el centro o ligeramente hacia la derecha, pero nunca en la zona roja.

A veces se sustituye el amperímetro por una lámpara testigo de color rojo. Esta permanece encendida cuando la batería no carga y se apaga en caso contrario. En ambos casos, los símbolos utilizados para saber que se tratan de aparatos del sistema eléctrico, son las siluetas de una "chispa" o de una "batería".

## CAPITULO IX

SISTEMAS DE ARRANQUE EN FRIO

En el motor Diesel, el combustible inyectado en el cilindro se inflama espontáneamente al contacto del aire fuertemente comprimido y, por tanto, muy caliente. Este proceso que se realiza perfectamente a la temperatura normal, se dificulta enormemente en el momento del arranque con el motor frío; debido a que parte del calor del aire comprimido es absorbido por las piezas frías en contacto con él (cilindro, émbolo, culata, precámara...).

Para paliar este inconveniente, los fabricantes han equipado a sus motores con diferentes dispositivos. Algunos ya totalmente en desuso, tales como los "cigarrillos de mecha" que previamente encendidos, se montaban sobre una guía que se roscaba a la culata, de modo que la mecha quedara próxima a la tobera del inyector en el interior de la cámara de combustión. Otro sistema, igualmente obsoleto, pero bastante popular en su época, fué el arranque del motor Diesel con gasolina, debiendo disponer éste de un carburador y de un sistema de encendido.

En la actualidad, los sistemas que facilitan el arranque en frío son mas elementales, eficientes y de sencillo accionamiento, pudiendo ser éste a veces automático.

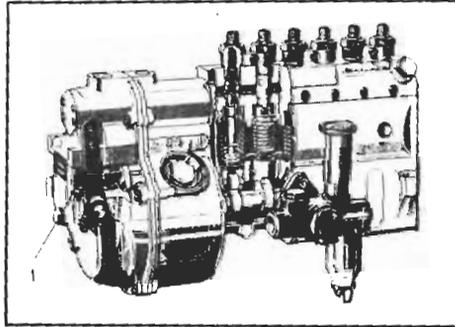


Fig. 147. Bomba lineal de inyección (BOSCH).  
1.- Palanca de aceleración (tirando de ella hacia afuera, se conecta la "doble inyección").

Los mas normales, son:

- Dispositivo de "doble inyección".
- Calentadores o "bujías de incandescencia" en la precámara de combustión.
- Calentamiento y sobrealimentación en el colector de admisión.
- Combustibles muy inflamables.

## DOBLE INYECCION

La "doble inyección" es un dispositivo utilizado en los motores de inyección directa y equipados con bomba inyectora lineal (Fig. 147). Consiste en actuar sobre la cremallera con el fin de que los elementos de bomba, manden a los inyectores mas gas-oil que el correspondiente a la máxima aceleración del motor.

Como el regulador de velocidad actúa sobre la cremallera, en cuanto el motor arranca, éste se encarga de desconectar el mecanismo de doble inyección.

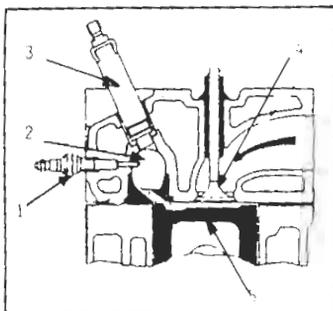


Fig. 148. Ubicación del calentador o bujía de incandescencia.  
1.- Calentador. 2.- Precámara.  
3.- Inyector. 4.- Válvula. 5.- Pistón.

Para conectarlo en unos motores se aprieta un botón colocado en la palanca de estrangulamiento; en otros se tira de la palanca de aceleración (1) hacia afuera; por último, en otras máquinas se conecta accionando el mando de estrangulamiento en sentido contrario al de pare del motor.

#### CALENTADORES O BUJIAS DE INCANDESCENCIA

Es el sistema mas empleado en motores de inyección indirecta. Consiste en una especie de bujía, que se rosca a la culata, y que finaliza en una resistencia, que se aloja en la antecámara, próxima al chorro de inyección de la tobera (Fig.148). Al pasar por la resistencia una corriente eléctrica de suficiente intensidad, ésta se pone incandescente, facilitando la ignición del gas-oil.

Existen dos tipos de bujías de incandescencia:

a) Bipolares (Fig. 149), que llevan la resistencia en forma de espira. Las bujías de los distintos cilindros se conectan entre si en serie. Si el filamento de una de ellas se rompe, dejan de funcionar todas, razón por la que se están sustituyendo por las siguientes.

b) Monopolares (Fig. 150), que llevan la resistencia protegida por una vaina y se montan en paralelo. Si una bujía se avería, las demás siguen funcionando. Son con diferencia, el sistema mas utilizado en los nuevos motores Diesel.

La corriente a los calentadores, se manda con la llave de contacto. Existen dos formas:

a) Manual. La llave de contacto se mantiene en una posición intermedia entre las de "contacto" y "arranque"; de-



Fig. 149. Bujía bipolar, para montar en serie.

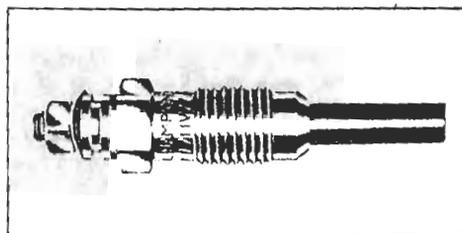


Fig. 150. Bujía monopolar de resistencia envainada para montar en paralelo.

biendo estar en esta posición hasta que una resistencia-testigo se ponga al rojo en unos motores; o un tiempo comprendido entre 20 seg. y 1 min. según la temperatura ambiente, cuando carece de resistencia y es una lámpara-testigo, el aparato de control. Al retornar la llave a la posición de "contacto" se desconectan los calentadores.

b) Automático. Al dar el contacto se acciona de forma automática el sistema de calentamiento y se desconecta de esta misma forma, una vez alcanzada la temperatura máxima en las resistencias de los calentadores. Al situar la llave en la posición de "contacto" se enciende en el tablero una lámpara-testigo, marcada con la silueta de una resistencia; debiendo esperar a que ésta se apague para proceder al arranque del motor.

#### CALENTADOR AL COLECTOR DE ADMISION

Es un sistema que actúa doblemente; por una parte, calienta el aire de admisión y por otra, evapora gas-oil para que exista una sobrealimentación de combustible a los cilindros, cuando se acciona el motor de arranque.

En la figura 86, podemos observar la disposición del sistema. Consta de una resistencia que actúa sobre una válvula termostática (6) conectada a un tubo que lleva gas-oil desde un depósito auxiliar (4) o del sobrante de la bomba de inyección.

Al accionar la llave de contacto a la posición de "calentamiento" se hace pasar corriente eléctrica a la resistencia, poniéndose al rojo y calentando la válvula. Ésta se abre y deja pasar gas-oil al interior, que al incidir sobre la resistencia incandescente, parte de él se quema formando llama (calentamiento) y el resto se gasifica (sobrealimentación).

·Cuando se acciona el motor de arranque inmediatamente después de haber calentado, los cilindros se llenan de aire caliente en el que se encuentra gas-oil finamente pulverizado, lo que facilita el arranque del motor.

En cuanto la llave de contacto deja de estar en la posición de "calentamiento", se interrumpe el paso de corriente a la resistencia, enfriándose ésta y cortando el paso del gas-oil.

En caso de necesidad, se puede utilizar simultáneamente con la doble inyección o calentadores, algún combustible muy inflamable (autoarranque). Sin embargo, jamás se podrá utilizar con éste sistema o con cualquier otro parecido ubicado en el colector de admisión.

#### COMBUSTIBLES MUY INFLAMABLES

Son productos muy volátiles que mezclados debidamente con el aire de admisión, se inflaman instantáneamente al ser comprimida la mezcla en el interior del cilindro. De esta forma se produce el arranque, pues simultáneamente con

éste combustible empieza a quemarse el gas-oil.

En la práctica, la denominación genérica de estos combustibles es la de "auto-arranque".

Aunque existen varios procedimientos de aplicarlos al motor, el sistema mas empleado es en "spray", que se aplica en breves pulverizaciones en la entrada del prefiltro del aire de admisión, siendo arrastrado por la corriente de aire hasta el interior de los cilindros. Las pulverizaciones deben hacerse de forma intermitente, sin ser excesivas y accionando a la vez la puesta en marcha. Igualmente, las pulverizaciones deben ser muy cortas, pues al tratarse de una combustión incontrolada, pueden producirse explosiones violentas y a destiempo, que tienden a girar el cigüeñal en sentido contrario y dañar el motor seriamente.

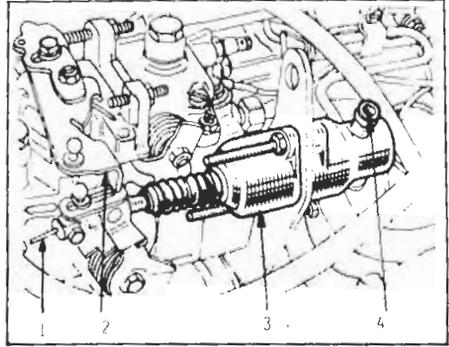


Fig. 151. Sistema de cápsula termostática para regulación automática del ralentí, en una bomba de inyección rotativa (RENAULT). 1.- Cable. 2.- Palanca de aceleración. 3.- Carcasa de la cápsula. 4.- Entrada del agua de refrigeración.

Si el motor se resiste a ponerse en funcionamiento porque la batería esté poco cargada, el empleo de "auto-arranque" no solo no ayudará, sino que bloqueará el motor.

Por último, resaltamos que si el motor está a punto, va provisto de anticongelante en el circuito de refrigeración, la batería y el dispositivo de arranque se encuentran en perfectas condiciones, no es necesaria la utilización de estos combustibles. En cualquier caso, solo se debe emplear cuando realmente exista necesidad.

#### CAPSULA TERMOSTATICA DE CONTROL DEL RALENTI

Como complemento de los sistemas de arranque en frío, algunos fabricantes montan una cápsula termostática accionada de forma automática por la temperatura del agua de refrigeración, evitando que el motor frío se "cale" en ralentí (Fig. 151).

Las dilataciones de la cápsula son transmitidas mediante un cable (1) a la palanca de aceleración (2), de forma que con el motor frío se mantenga el ralentí alto (1.000-1.500 r.p.m.). Tal como va aumentando la temperatura del agua de refrigeración, van disminuyendo las vueltas del ralentí, hasta estabilizarse en unas 700 r.p.m.

## CAPITULO X

MOTORES DE EXPLOSION

El motor de explosión (Fig. 152) es muy utilizado en los automóviles, pero de escaso empleo en la maquinaria agrícola o forestal; sin embargo, es de suma importancia en los desplazamientos que de la ciudad al monte, realizan diariamente Capataces, Agentes, Maquinistas y otros operarios forestales. Como a ellos va dirigida esta publicación, vamos a tratarlos en este tema aunque sea de forma muy superficial.

Si bien, su constitución es similar a la del motor Diesel descrito en el capítulo I, los elementos suelen ser menos robustos al tener un funcionamiento mucho mas suave y regular que éste. Así, en estos motores el cigüeñal se fabrica mas ligero y, a veces, se apoya en menos puntos que en los Diesel; los pistones van provistos de un menor número de segmentos, etc.; existiendo otros elementos que no difieren en absoluto del Diesel, como son los sistemas de engrase y refrigeración. Debido a su mayor ligereza de peso y al distinto combustible empleado, son bastante mas revolucionados que los de gas-oil.

El sistema de inyección, a excepción de algunos motores que funcionan con "inyección de gasolina", es sustituido por el sistema de "carburación" y el de "encendido". El combustible empleado no es el gas-oil, sino la gasolina y

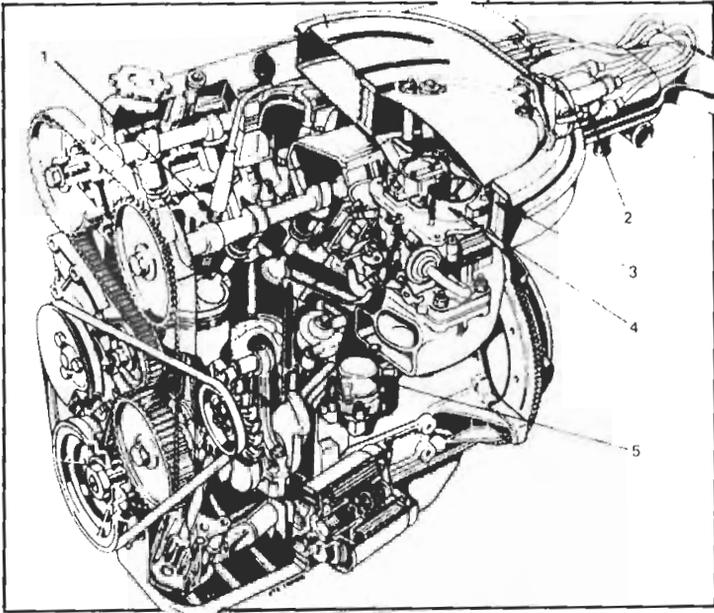


Fig. 152. Motor de explosión a cuatro tiempos (FIAT). 1.- Bujía. 2.- Distribuidor de encendido. 3.- Filtro de aire. 4.- Carburador de doble cuerpo. 5.- Bomba de alimentación de gasolina.

la combustión -llamada en éstos "explosión"- no se produce por autoinflamación al mezclarse el combustible con aire comprimido y caliente, sino que se pulveriza y se mezcla con el aire en una proporción de 1:10000 (un litro de gasolina por cada diez mil de aire) en el carburador antes de ser aspirada por el cilindro. Una vez aspirada la mezcla en el tiempo de "admisión" y comprimida en el de "compresión", se produce su inflamación por medio de una chispa eléctrica que salta entre los electrodos de una bujía en el tiempo de "explosión".

El rendimiento del motor de explosión es mas bajo que en el Diesel, siendo en el primero de un 24% y en la segundo de un 34%, aproximadamente.

Al no tener que comprimir excesivamente el aire, la relación de compresión es del orden de 7-10, frente a las 12-21 de los Diesel.

En resumen, el motor de explosión se diferencia del Diesel en:

- Ser menos robusto y tener una relación de compresión mas baja.
- Carecen de sistema de inyección y en caso de llevarlo es totalmente diferente al del Diesel.
- Son mas revolucionados, alcanzando facilmente las 8.000 r.p.m., mientras que los Diesel mas revolucionados no suelen superar las 5.000 r.p.m.
- Son de fabricación mas barata; en contrapartida su vida suele ser mas corta.
- Tienen un menor rendimiento.
- Aunque funcionan por el ciclo Otto, lo que ocurre en los tres primeros tiempos es diferente al del Diesel. Comparando ambos tipos de motor, el funcionamiento es el siguiente:

<u>MOTOR DIESEL</u>	<u>TIEMPO</u>	<u>MOTOR DE EXPLOSION</u>
Aspiración y llenado del cilindro con aire puro.	ADMISION	Aspiración de la mezcla de aire y gasolina preparada por el carburador.
Compresión del aire, reduciendo su volumen de 12 a 21 veces.	COMPRESION	Compresión de la mezcla aire-gasolina, reduciendo su volumen de 7 a 10 veces, como máximo.
Combustión por autoinflamación del gas-oil inyectado el el aire comprimido.	COMBUSTION (Diesel) o EXPLOSION (gasolina)	Encendido de la mezcla por el salto de una chispa eléctrica en la bujía.
ESCAPE		
En ambos: expulsión de los gases quemados.		

### CARBURACION

El combustible empleado comunmente en los motores de explosión es la "gasolina", obtenida por destilación del

petróleo bruto que se halla en la Naturaleza, como resultado de la descomposición de grandes masas de materia orgánica a lo largo de miles de siglos.

El petróleo bruto se extrae mediante pozos de varios miles de metros. Al salir de éstos, se deja reposar en depósitos para separarlo de los posos de agua, tierra, etc., antes de ser destilado, operación consistente en calentarlo para que se vaporicen y separen los distintos componentes que contiene (éter y esencia de petróleo; queroseno, gas-oil, fuel-oil, alquitranes y otros residuos).

La mezcla de los líquidos "éter y esencia de petróleo", después de limpia y refinada, es lo que llamamos "gasolina", pudiendo ser de distintas densidades, según la proporción. Es un líquido incoloro o algo amarillento, que tiene un gran poder calorífico, muy inflamable y en estado de vapor mezclado con el aire, es altamente explosivo. Su resistencia a la detonación por compresión de la mezcla, se designa por un número al que denominamos "índice de octano".

La composición química de la gasolina, es a base de hidrógeno y carbono en diferentes combinaciones químicas, llamadas "hidrocarburos". Para que pueda quemarse, necesita combinarse con oxígeno y, como sabemos, éste se encuentra en el aire. La cantidad que necesita un Kg. de gasolina para quemarse es de unos 17 Kg. de aire; es decir, unos 13 metros cúbicos (13.000 l.). Como cada litro de gasolina pesa unos 740 g. y 1 l. de aire solamente 1,3 g., cada litro de gasolina necesita aproximadamente unos 10.000 l. de aire.

La energía química contenida en la gasolina, se transforma con la explosión en energía mecánica, aunque solo se aprovecha el 24%, perdiéndose el resto en forma de calor. La energía desprendida se distribuye de la siguiente forma:

- 33% se pierde en forma de calor por el sistema de refrigeración del motor.
- 37 % se va igualmente en forma de calor por el escape.
- 6% se pierde por las roces y fricciones de los elementos del motor.
- 24% es la única que aprovecha el cigüeñal.
- 2% en accionar la bomba de agua y el ventilador.
- 2% en generar la energía eléctrica que necesita la máquina.
- 3% por la resistencia al paso del aire por el filtro.
- 5% se atribuye a la diferencia de temperatura del aire del exterior y el existente en torno al motor.
- 8% en transmisión.
- 3% en rozamientos internos del puente trasero.
- 7% en el tubo de escape y el silenciador.

Hecha esta breve exposición de lo que es la gasolina, su energía y distribución, pasamos a explicar el fundamento

de la carburación, centrándonos en el aparato que la realiza.

### CARBURADOR

Como ya hemos explicado, en el tiempo de admisión de un motor de explosión, entra en el cilindro una mezcla de aire y gasolina, que se inflama posteriormente por el efecto de la chispa que salta en la bujía. Pues bien, esta mezcla es preparada por un aparato denominado "carburador", en una proporción aproximada aire-gasolina de 1:10.000. La proporción no es siempre la misma, ya que en el momento del arranque, al estar el colector de admisión frío, parte de la gasolina queda condensada en las paredes de éste, no llegando a los cilindros. Por esta causa, cuando se arranca con el motor frío, es necesario enriquecer la mezcla aumentando la cantidad de gasolina para compensar la pérdida por condensación.

Por otro lado, y funcionando correctamente los mecanismos normales del carburador, cuando el motor va muy revolucionado, la succión de los cilindros es grande, la mezcla tiende a enriquecerse al aumentar la cantidad de gasolina en el aire, por lo que habrá que recurrir a un dispositivo que la empobrezca.

Para el buen funcionamiento del motor, todo carburador ha de ser capaz de:

- Realizar la mezcla aire-gasolina perfectamente.
- Empobrecer la mezcla cuando el motor tienda a embalsarse.
- Enriquecer la mezcla en las aceleraciones.
- Permitir el funcionamiento del motor en ralentí o acelerado total o parcialmente.
- Proporcionar una mezcla rica en el momento del arranque en frío.

El funcionamiento del carburador se basa en el efecto de succión provocado por una corriente de aire al pasar ro-

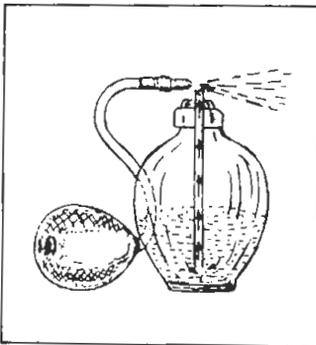


Fig. 153. Efecto de succión del pulverizador.

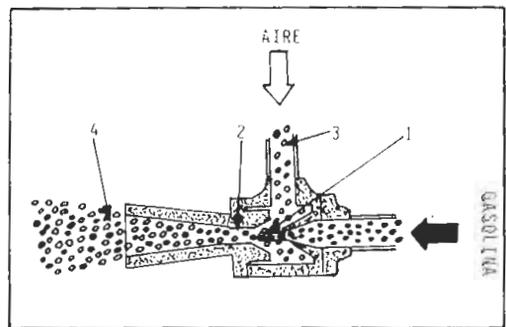


Fig. 154. Efecto de Venturi. 1.- Surtidor. 2.- Venturi o difusor. 3.- Entrada de aire. 4.- Mezcla

zando el orificio de un tubo que tiene su otro extremo sumergido en un líquido (Fig. 153).

Con el fin de aumentar el poder de succión, el tubo que lleva el líquido se halla colocado en un estrechamiento del paso de aire, llamado "difusor o venturi". Por esta parte el aire discurre a mayor velocidad, dado que la cantidad de aire que ha de pasar es la misma que por la parte mas ancha del tubo de entrada de aire (Fig. 154). Esto hace que el poder de succión sobre el tubo de la gasolina sea mas enérgico, lo que beneficia la absorción y pulverización de ésta.

#### Partes del carburador y funcionamiento del mismo

En el esquema de la fig. 155, aparecen representadas las partes mas importantes de un carburador de mariposa, que es el mas empleado en los motores de cuatro tiempos.

Tal como puede observarse en la fig. 155, la gasolina llega a la cuba por un tubo (1) procedente del depósito de combustible; el flotador (4) en el interior de la cuba (3),

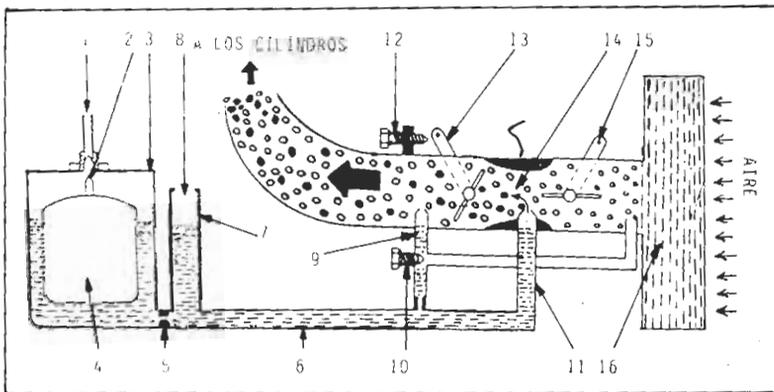


Fig. 155. Esquema de funcionamiento de un carburador. 1.- Entrada de combustible. 2.- Válvula de aguja. 3.- Cuba. 4.- Flotador. 5.- Calibre. 6.- Salida a los surtidores. 7.- Pozo compensador. 8.- Entrada calibrada de aire. 9.- Surtidor de ralentí. 10.- Tornillo cónico para reglaje de la riqueza de mezcla para el ralentí. 11.- Surtidor de alta. 12.- Tornillo para regular las revoluciones del ralentí, actuando sobre la mariposa de aceleración. 13.- Palanca de accionamiento de la mariposa de aceleración. 14.- Difusor o venturi. 15.- Palanca de accionamiento de la mariposa del estrangulador. 16.- Filtro de aire.

sube y, cuando el nivel es el adecuado, empuja la válvula de aguja (2) cerrando la entrada; a medida que se gasta combustible, el flotador baja un poco y la aguja permite la entrada de mas gasolina hasta que de nuevo llega al máximo nivel, permaneciendo éste último sensiblemente constante. De la cuba va la gasolina hacia los surtidores de "ralentí" (9) y "principal" (11), pasando antes por el pozo compensador (7). Los surtidores tienen su boca uno o dos milímetros mas alta que el nivel máximo de la cuba, para evitar derrames de combustible cuando el motor está parado; las bocas de los surtidores, asoman al difusor o venturi (14), lugar

este, donde se realiza la mezcla aire-gasolina. El aire que aspira los cilindros, al pasar por la boca del surtidor provoca sobre éste una succión, haciendo salir la gasolina pulverizada que se mezcla con el aire, antes de seguir su camino hacia los cilindros y penetrar en ellos en el tiempo de admisión.

Cuando el motor está frío, necesita una mezcla mas rica en gasolina, ya que como sabemos parte de ella se queda condensada en los colectores antes de entrar en los cilindros. En este caso, habrá que cerrar la mariposa del "estrangulador" o "starter", accionando la palanca 15, para así reducir la cantidad de aire. Así pues, la aspiración de los cilindros se centrará mas sobre los surtidores principal y de ralentí, arrastrando por tanto, una mezcla muy rica que compensará las pérdidas por condensación y facilitará el arranque.

Una vez arrancado el motor, debemos ir abriendo poco a poco la mariposa del starter, con lo que irá bajando la fuerte succión ejercida sobre los surtidores, de modo que la mezcla se empobrezca gradualmente.

Cuando el mando del acelerador está suelto, la mariposa de aceleración está casi cerrada, siendo mínima la succión sobre el surtidor principal, centrándose ésta en el surtidor de ralentí, que debido a su "calibre" solo permite la salida de una pequeña cantidad de gasolina, en proporción con el poco aire que es capaz de pasar desde el filtro (16), con lo que se consigue una mezcla empobrecida, pero suficiente para mantener el motor en marcha a bajo régimen de revoluciones (ralentí).

Si vamos acelerando progresivamente (palanca 13), se irá abriendo cada vez mas la mariposa del acelerador, con lo que al dejar pasar mayor cantidad de aire, el efecto de succión sobre el surtidor principal será mayor arrastrando mas gasolina y acelerándose, por tanto, el motor.

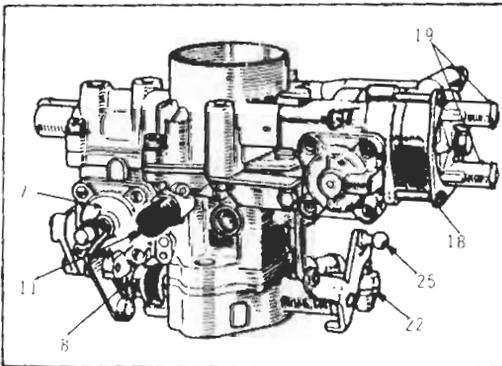


Fig. 156. Carburador SOLEX.

Cuando aceleramos el motor al máximo, la mariposa del acelerador permite el paso de una gran cantidad de aire, que arrastra a una alta proporción de gasolina. Tal es la succión provocada sobre los surtidores, que no es suficiente la cantidad que sale por el paso calibrado de la cuba (5), por lo que también se consume la gasolina del pozo compensador (7), consiguiendo el motor el máximo de aceleración posible. Esta aceleración máxima, dura un espacio

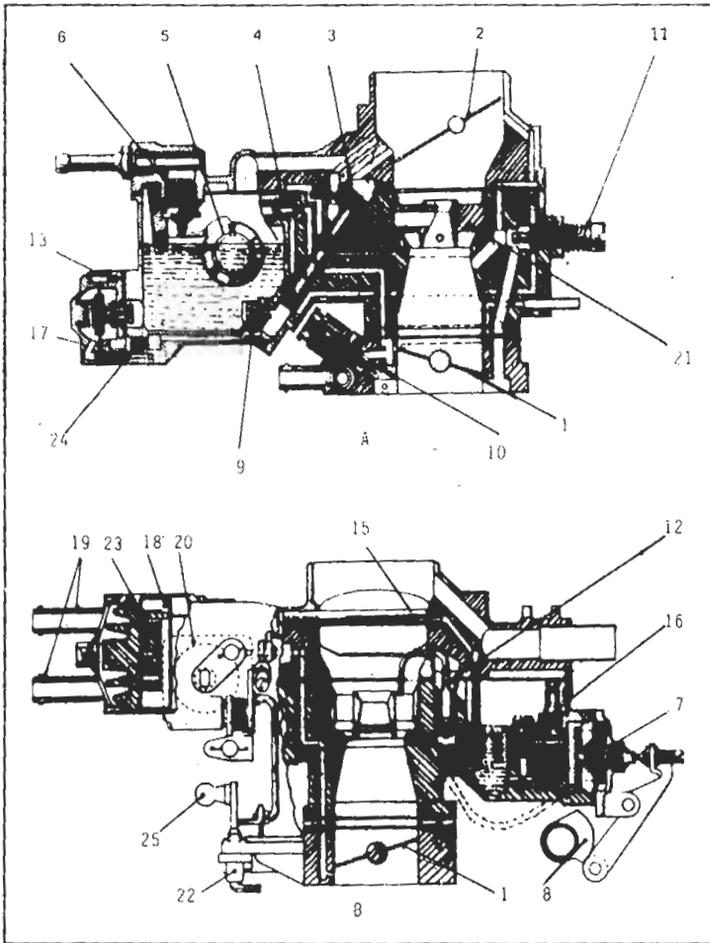


Fig. 157. Secciones longitudinal (A) y transversal (B) del carburador de la figura anterior. 1.- Mariposa de aceleración. 2.- Mariposa del estrangulador de arranque en frío. 3.- Calibre de automaticidad aire-gasolina del surtidor principal. 4.- Calibre del surtidor de ralenti. 5.- Boya o flotador. 6.- Válvula de aguja. 7.- Bomba de aceleración. 8.- Leva de mando de la bomba de aceleración. 9.- Calibre del surtidor principal. 10 y 11.- Tornillos de regulación del ralenti. 12.- Surtidor de la bomba de aceleración. 13.- Membrana del enriquecedor. 14.- Calibrador de aire del ralenti. 15.- Economizador. 16.- Válvula de la bomba de aceleración. 17.- Dispositivo de enriquecimiento de la mezcla. 18.- Carcasa del dispositivo de arranque en frío. 19.- Entrada y salida del agua de refrigeración al dispositivo de arranque en frío. 20.- Cápsula de abertura neumática. 21.- Difusor. 22.- Tornillo de reglaje del ángulo de la mariposa de aceleración. 23.- Elemento bimetálico del dispositivo de arranque en frío. 24.- Calibrador del enriquecedor.

corto de tiempo, pues al agotarse la gasolina del pozo compensador, entra por el respiradero (8) de éste, una cantidad de aire que empobrece la mezcla.

Como resumen, cuando aceleramos al máximo el motor de nuestro vehículo, es con el fin de conseguir un "embale" en un momento dado (Ejemplo: un adelantamiento), por lo que necesitaremos emplear una cantidad accesoria de gasolina (la del pozo compensador), pero una vez conseguido este objetivo, el vehículo es capaz de mantener la velocidad con una mezcla mas pobre, lo que se consigue cuando se agota el pozo.

Otros carburadores utilizan para este fin, una pequeña bomba de membrana, denominada "bomba de aceleración", que inyecta un chorro de gasolina en el interior del colector de admisión en el momento que se acciona el acelerador.

#### Mantenimiento del carburador

Las dos operaciones básicas, al alcance de cualquier conductor, son el reglaje del ralentí y la limpieza del mismo. La puesta a punto y otras operaciones similares en el carburador, son tarea de un especialista.

Para el reglaje del ralentí, se actúa de la siguiente forma:

- Primero se pondrá el motor en marcha y si éste se intenta parar al soltar el acelerador se actuará sobre el tornillo de tope de la mariposa de aceleración (12) hasta que se mantenga sin pararse.

- A continuación se actúa sobre el tornillo de regulación de la mezcla del ralentí (10), en uno u otro sentido, hasta conseguir que el motor funcione de una manera uniforme y a bajas revoluciones.

En cuanto a la limpieza, los puntos a atender son el filtro o colador de entrada de la gasolina, situado entre el tubo de entrada del depósito y la válvula de aguja; así como los calibres de ralentí y principal, que hay que extraerlos y soplar sus agujeros. Para esta operación o bien hay que quitar unos tornillos en forma de tapón con una llave; o bien, desmontar la tapa superior, lo que aprovecharemos para eliminar los posos depositados en el fondo de la cuba. Al colocar la tapa, se tendrá cuidado de no estropear la junta.

Por último, decir que aunque el esquema básico de funcionamiento de un carburador, corresponde a lo explicado; en la realidad son aparatos mas complicados, tanto por la red interna de conductos, como por los dispositivos que suelen equipar, tales como la bomba de aceleración, dispositivos bimetalicos de accionamiento automático del starter, según la temperatura ambiente; economizadores de gasolina etc.; incluso, es normal que sean de "doble cuerpo" a modo de dos carburadores formando un conjunto único (4 de la fig. 152).

Como ejemplo, en la fig. 156 se representa un modelo

de la casa SOLEX; la fig. 157 corresponde a las secciones longitudinal (A) y transversal (B) del mismo, donde podemos apreciar su complejidad.

#### BOMBA DE ALIMENTACION

Para alimentar el carburador desde el depósito de combustible, existe una bomba mecánica, accionada desde el árbol de levas del motor. Es del tipo de membrana, cuya constitución es similar a la empleada en los motores Diesel (Fig. 90). La única diferencia estriba en que la bomba de alimentación del Diesel ha de estar mandando gas-oil constantemente, pues el gas-oil sobrante retorna al depósito; mientras que la del de gasolina ha de interrumpir el suministro cuando la cuba del carburador esté llena y, por tanto, mientras la válvula de aguja esté cerrada.

Para conseguir esto, el muelle (10) de recuperación de la membrana, ha de ejercer un empuje inferior al necesario para sumergir el flotador en la gasolina de la cuba y anular el cometido de la válvula de aguja. Igualmente, el sistema de transmisión del movimiento de la palanca (8) al vástago de la membrana, está diseñado para que cuando ésta se encuentre en su posición mas baja, aunque la leva (7) accione a la palanca (8), su movimiento no sea transmitido a la membrana (11).

Así, cuando la cuba esté vacía, su funcionamiento es idéntico a la del Diesel; pero cuando ésta se llena, se vence el muelle (10) y la membrana (11) se estabiliza en su posición mas baja, no mandando gasolina hasta que no vuelva a abrirse la válvula de aguja del carburador.

Modernamente se emplean bombas de alimentación con accionamiento eléctrico, especialmente en los sistemas de "inyección de gasolina" que trataremos a continuación.

#### INYECCION DE GASOLINA

La mayoría de los automóviles de competición y un cierto número de utilitarios, van equipados con un sistema de "inyección de gasolina", bien distinto del utilizado en los Diesel, que sustituye al ya tradicional carburador.

En el carburador, el aire absorbe la gasolina a su paso por el difusor, resultando una mezcla que es repartida de manera uniforme a cada uno de los cilindros. La inyección de gasolina, hace que ésta penetre a presión en el cilindro, a través de unas boquillas inyectoras o "inyectores", situadas en el conducto de admisión, muy cerca de la válvula del mismo nombre (Fig. 158). La gasolina llega hasta los inyectores, por la presión que sobre ella ejerce una bomba mecánica o eléctrica.

Con respecto al carburador, la inyección de gasolina presenta ventajas e inconvenientes, que a continuación resumimos:

a) Ventajas:

- Al no necesitar "venturi", el aire encuentra menos dificultades que en el carburador, por lo que el colector de admisión puede ser tan ancho como convenga para un mejor llenado del cilindro.

- Mejora la aceleración y potencia del motor, reduciendo su consumo, pues la distribución de la mezcla es mas perfecta.

- Al no existir en el colector puntos calientes que vaporicen la gasolina, el aire puede entrar mas frío y, por tanto, en mayor cantidad.

- El motor responde con mayor rapidez al acelerador, debido al corto plazo de tiempo comprendido entre su accionamiento y la inyección.

b) Inconvenientes:

- Su elevado coste, muy superior al del carburador.

- Solo debe ser manipulado por un especialista, necesi-tándose aparatos especiales para su comprobación.

Dentro del sistema de inyección de gasolina, podemos citar dos tipos: el mecánico y el electrónico. Veamos brevemente, cada uno de ellos:

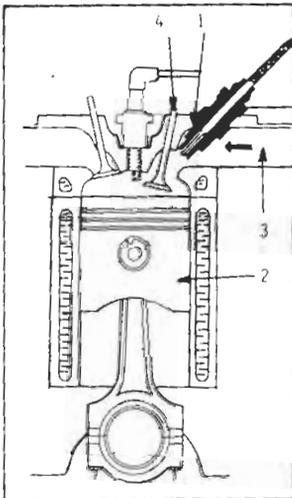


Fig. 158. Situación del inyector de gasolina en el motor. 1.- Inyector. 2.- Pistón. 3.- Colector de admisión. 4.- Válvula de admisión.

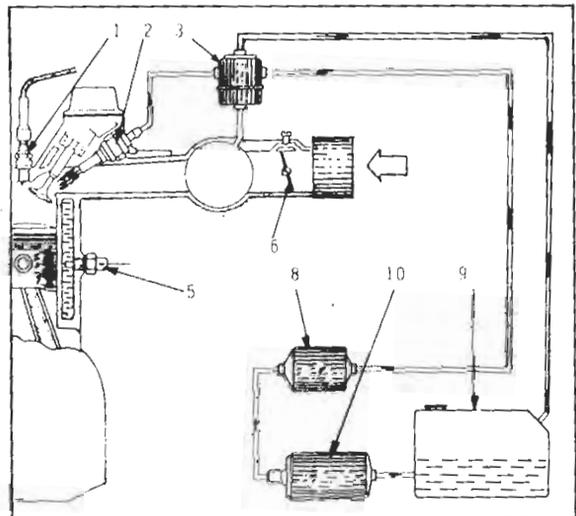


Fig. 159. Sistema mecánico de inyección de gasolina. 1.- Bujía. 2.- Inyector. 3.- Distribuidor-dosificador. 5.- Palpador. 6.- Mariposa. 8.- Filtro de combustible. 9.- Depósito de combustible. 10.- Bomba de gasolina.

Sistema mecánico

Consta de los siguientes elementos (Fig. 159):

- Una "bomba eléctrica" (10), colocada cerca del depósito de gasolina (9), que aspira a ésta a través

de un filtro de combustible y la manda con una presión de hasta siete atmósferas, a la unidad de control, denominada también "distribuidor-dosificador" (3).

- Un "filtro de combustible" (8), situado entre la bomba y el depósito, cuya misión es retener en su interior la suciedad que pudiera contener la gasolina.

- Un "depósito de combustible" (9).

- Una "válvula de descarga", situada sobre el conjunto (3), se encarga de devolver al depósito el exceso de gasolina que manda la bomba, regulando así su presión.

- Un "distribuidor-dosificador" (3), compuesto de un rotor, movido desde el motor, y una válvula dosificadora. De este salen los tubos hacia los inyectores, por los que se manda la cantidad de gasolina apropiada en cada momento.

- Unos "inyectores" (2) colocados en el colector de admisión muy próximos a las válvulas de admisión, cuya misión es pulverizar la gasolina en la corriente de aire que pasa por el colector hacia los cilindros.

- En el tablero de instrumentos, lleva un mando que incrementa el suministro de gasolina para el arranque en frío.

### Inyección electrónica

La inyección de gasolina con mando electrónico aporta una serie de ventajas al motor. De ellas caben destacar: la economía y la disminución de la contaminación por los gases de escape. No requiere presiones elevadas.

El sistema más popular es el JETRONIC, que está constituido por los siguientes pasos:

- Circuito de gasolina: alimentación, estabilización de la presión, regulación de ésta,

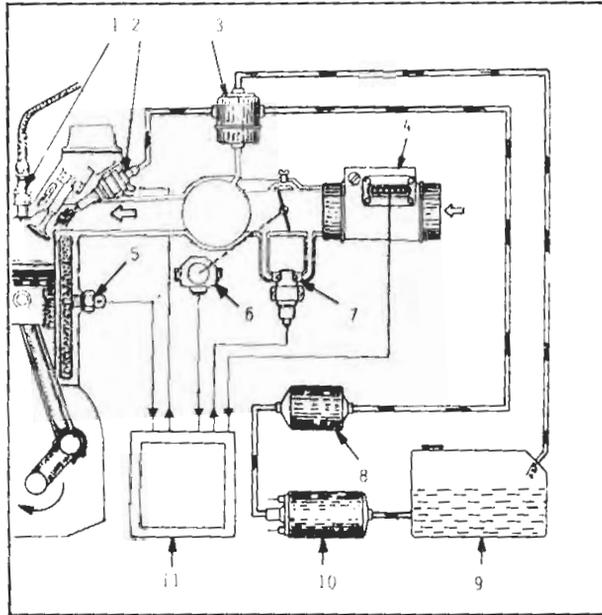


Fig. 160.- Sistema de inyección electrónica (L-JETRONIC LH-2). 1.- Bujía. 2.- Electroválvula de inyección (inyector). 3.- Regulador de presión de combustible. 4.- Medidor de la masa de aire. 5.- Palpador de temperatura. 6.- Interruptor de la mariposa de estrangulamiento. 7.- Regulador de ralentí. 8.- Filtro de combustible. 9.- Depósito de combustible. 10.- Bomba eléctrica de gasolina. 11.- Unidad electrónica de control.

filtrado y electroválvulas de inyección (bomba eléctrica, filtro, depósito, válvula de descarga o regulador de presión e inyectores).

- *Sondas*: dedicadas a recoger la información necesaria para que las órdenes de dosificación de la "central electrónica" sean correctas (medidor de la masa de aire de admisión y palpador de temperatura del agua de refrigeración).

- *Central de gobierno electrónica*: dedicada a recibir los datos enviados por las sondas, determinar la duración de la inyección, así como gobernar las electroválvulas de inyección (inyectores). A esta central, también se le llama "calculador electrónico".

En la fig. 160, se pueden observar la disposición esquemática de los diferentes elementos.

El enriquecimiento de la mezcla para el arranque en frío, así como el enriquecimiento durante el periodo de calentamiento, se efectúa por un inyector situado cerca de la mariposa de paso de aire. Por tanto, su misión es enriquecer el aire, pulverizando el combustible muy finamente en el colector de admisión. En principio este inyector solamente es accionado mientras trabaja el motor de arranque; un termocontacto temporizado, emplazado en el agua de refrigeración, tiene como misión cerrar o abrir el circuito del inyector de arranque en función de la temperatura.

#### AUTOENCENDIDO Y PICADO

El "autoencendido" es una anomalía en el funcionamiento del motor de gasolina, que consiste en que la explosión o encendido de la mezcla carburante, se realiza antes de que salte la chispa en la bujía, originando como consecuencia el "picado de biela", con efectos muy desfavorables para el motor. Puede llegar a perjudicar a los pistones, casquillos y bielas, si el picado se realiza de forma continua.

El autoencendido puede ser debido a diferentes causas:

a) *Mala calidad de la gasolina*. Si el "índice de octano" de la gasolina es más bajo que el que necesita el motor de acuerdo a su relación de compresión, se produce la detonación de la mezcla. Consecuentemente, no debemos utilizar nunca gasolina "normal" en un motor preparado para gasolina "super". Lo contrario no perjudica al motor, aunque no se obtiene un mayor rendimiento.

b) *Motor de encendido mal puesto a punto*. Aunque la explosión de la mezcla debe iniciarse unos mm. antes de que el pistón alcance el P.M.S., si el adelanto es demasiado grande; o sea, la chispa salta antes de tiempo, el efecto de la explosión tiende a invertir el movimiento del pistón, por lo que se produce el picado como consecuencia.

c) *Utilización de bujías de grado térmico inadecuado*. Cuando las bujías son más "calientes" de las que necesita el motor, éstas se ponen al rojo y ocasionan el autoencendido.

d) *Exceso de carbonilla en la cámara de explosión*. En

este caso el autoencendido puede producirse por dos causas:  
 - aumento de la relación de compresión, al disminuir el volumen de la cámara de explosión.  
 - Iniciación anticipada de la explosión, por encontrarse al rojo parte de la carbonilla presente en la cámara.

### ENCENDIDO

Al iniciar el presente capítulo, decíamos que para que se realice la explosión de la mezcla carburante en el interior del cilindro, saltaba una potente chispa en la bujía, que se encargaba de iniciar la combustión. Pues bien, se denomina "sistema de encendido" al conjunto de elementos electromecánicos encargados de producir la chispa en la bujía y hacer que salte en cada cilindro en el momento oportuno.

Aunque existen varios sistemas de encendido, aquí vamos a tratar el "sistema Delco", también denominado "por batería", y el "encendido electrónico".

#### SISTEMA DE ENCENDIDO POR BATERIA

Consta de los siguientes elementos:

- Batería (1).
- Llave de contactos (9).
- Transformador o bobina (3).
- Ruptor o "platinos" (4).

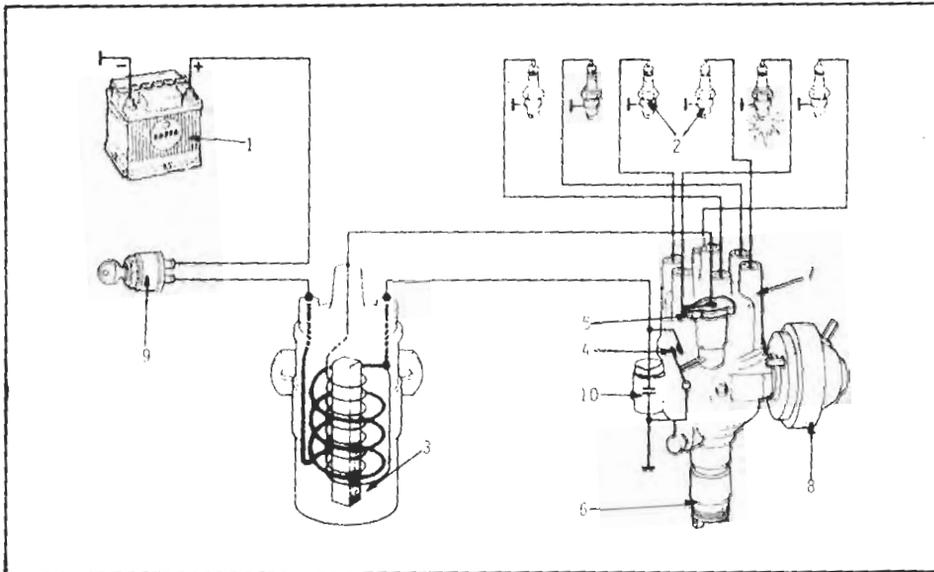


Fig. 161. Elementos del sistema de encendido "Delco" o "por batería" (BOSCH). 1.- Batería. 2.- Bujías. 3.- Bobina. 4.- Ruptor o "platinos". 5.- Dedo distribuidor. 6.- Eje de giro. 7.- Tapa del distribuidor. 8.- Dispositivo de avance auto=ático del encendido por vacío. 9.- Llave de contacto. 10.- Condensador.

- Condensador (10).
- Bujías (2).
- Mecanismo de puesta a punto.
- Mecanismo de avance automático del encendido (8).
- Distribuidor, formado por el dedo (2) y la tapa (7).
- Eje del delco, con tantas levas como cilindros tenga el motor (6).

Veamos cada elemento por separado:

### Batería

Tratada en el capítulo VIII.

### Bobina (Fig. 162)

Para que la corriente pueda saltar entre los electrodos de la bujía, se necesita una tensión de 10.000 a 20.000 voltios. Como la batería solo dispone de 12 v., se precisa de un elemento que transforme esta corriente hasta conseguir los 20.000 v. necesarios. Este transformador es la "bobina", que está formada por un núcleo de hierro dulce (14), sobre el que se enrollan dos arrollamientos:

- El primario o de baja tensión (16), que consta tan solo de 60 a 150 vueltas de hilo de cobre grueso y esmaltado, teniendo uno de sus extremos conectado al cable que viene de la llave de contacto (17), y el otro (18) va a masa a través del ruptor. Este arrollamiento va colocado encima del secundario.

- El secundario o de alta tensión (15), devanado y debidamente aislado del núcleo; está compuesto por 15.000 a 30.000 espiras de hilo de cobre y muy delgado.

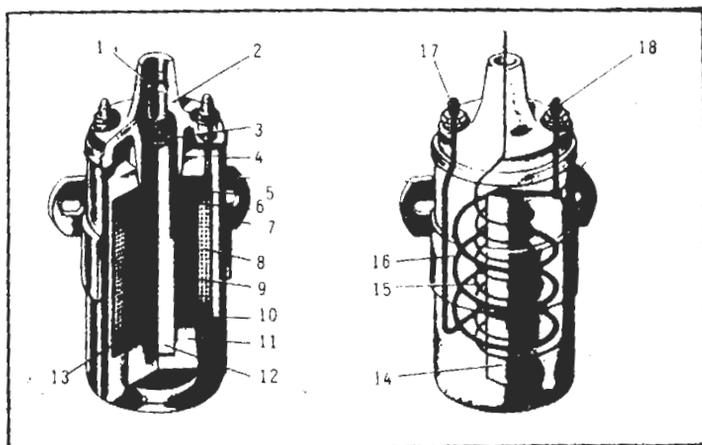


Fig. 162. Sección y eskena de la bobina (BOSCH). 1.- Borne para la salida del cable de alta tensión. 2.- Tapa aislante. 3.- Conexión de corriente por resorte. 4.- Caja exterior. 5.- Cuerpo primario. 6.- Cuerpo secundario. 7.- Chapa envolvente. 8 y 16.- Arrollamiento primario. 9 y 15.-Arrollamiento secundario. 10.- Masa de relleno. 11.- Cuerpo aislante. 12 y 14.- Núcleo. 13.- Envoltura de papel aislante. 17.- Borne del cable de baja procedente de la batería. 18.- Borne de baja del cable de los platinos.

Los hilos de ambos arrollamientos están unidos por sus extremos en las proximidades del borne (18), desde el que parte un cable a masa a través del ruptor. El otro extremo del arrollamiento primario está conectado al borne de entrada de corriente procedente de la batería (17); el del arrollamiento secundario que conduce la alta tensión, termina en la conexión del cable de encendido (1), que llevará la corriente de alta hasta el distribuidor.

Los arrollamientos van aislados entre sí por un papel aislante. En el interior de la bobina va una cierta cantidad de aceite para su refrigeración.

La corriente de baja tensión del primario, produce un campo magnético a través del núcleo, e induce en el secundario una tensión elevada suficiente para producir la chispa en la bujía.

Cuando están cerrados los contactos del ruptor, a través de éstos pasa la corriente y cierra circuito con masa. Al abrirse los contactos, el circuito se interrumpe momentáneamente, generándose en el secundario una corriente de alta tensión que, a través del distribuidor, llega a las bujías y salta en forma de chispa entre sus electrodos.

### Ruptor o platinos (Figuras 163 y 164)

El ruptor está formado por dos piezas: una fija, llamada "yunque", y otra móvil, denominada "martillo", que se comunica con el circuito primario de la bobina y que va aislada de la primera.

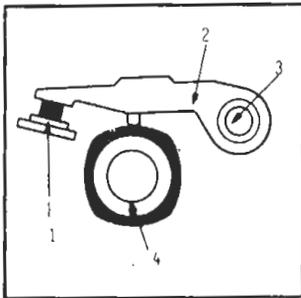


Fig. 164. Contactos del ruptor o platinos. 1.- Yunque. 2.- Martillo. 3.- Eje de giro del martillo. 4.- Eje de levass.

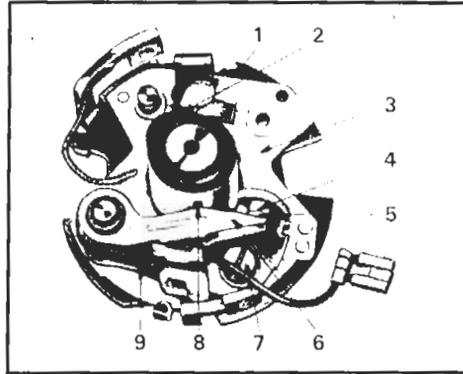


Fig. 163. Elementos interiores de la cabeza Delco (BOSCH). 1.- Placa inferior. 2.- Levass. 3.- Placa superior. 4.- Contacto del yunque. 5.- Id. del martillo. 6.- Martillo. 7.- Tornillo para el reglaje de la apertura entre los contactos del yunque y martillo (platinos). 8.- Tope de fibra. 9.- Fleje del martillo.

Se denominan "platinos", porque en principio los contactos se fabricaban de este material. Actualmente son de tungsteno.

Los contactos tienden a estar cerrados por la acción del fleje del martillo, abriéndose solamente cuando una leva, montada en el eje del distribuidor, choca con el tope de fibra que lleva el martillo y que le sirve de

El eje del distribuidor toma movimiento desde el árbol de levass del motor, a través de un engranaje cónico

cuando dicho árbol se encuentra ubicado en el bloque; o directamente desde uno de sus extremos cuando está situado en la culata.

Los contactos del ruptor cuando están abiertos tienen una separación de 0,4 mm., aproximadamente. Como puede ser sensiblemente diferente de unos motores a otros, antes de regularla es conveniente consultar el manual de instrucciones del motor, donde vendrá indicada. Periódicamente se comprobará esta separación con una delga adecuada, debiendo estar los contactos totalmente abiertos durante la medición; en caso de no ser correcta, se ajustará moviendo el "yunque", una vez aflojado el tornillo de reglaje (7 de la fig. 163).

Los contactos deben estar limpios. En cuanto existan síntomas de deterioro se limarán con una limeta plana, para que el asiento sea perfecto. Cuando estén deteriorados, existan fallos de encendido, el motor se resista a arrancar o en el periodo indicado por el fabricante, se deben sustituir.

#### Condensador (Fig. 165)

Si pensamos que el ruptor es en esencia un interruptor, siempre que se abran sus contactos, saltará una pequeña chispa entre éstos. Si un motor de cuatro cilindros gira a 6.000 r.p.m., el número de veces que se abran y cierren los platinos en un minuto es de 12.000; por tanto, se producirían igual número de chispitas, que quemarían rápidamente los contactos por muy selecto que sea el material de que están contruidos.

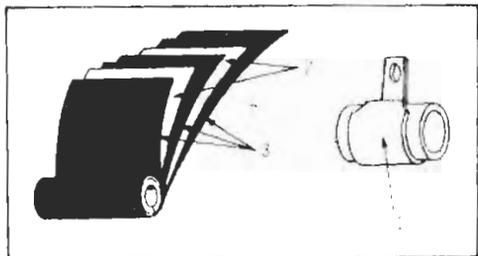


Fig. 165. 1.- Condensador. 2.- Láminas metálicas. 3.- Láminas aislantes.

Para evitar este inconveniente, se conecta a los platinos un "condensador", cuya misión es absorber dichas chispas, evitando así su deterioro, a la vez que refuerza el campo magnético de la bobina.

Está compuesto por dos láminas metálicas colocadas muy próximas y separadas por un aislante, que al aplicar corriente de signo contrario a cada una, se cargan de electricidad, cediendo ésta al ponerlas en contacto. Una de estas láminas hace de polo positivo y la otra de negativo. El conjunto va enrollado y metido dentro de un recipiente metálico que hace de polo negativo. Por uno de sus extremos sale, debidamente aislado, el terminal positivo unido a la lámina positiva. Su capacidad de almacenamiento se mide en microfaradios.

#### Distribuidor (Fig. 166)

La corriente de alta que se produce en la bobina no

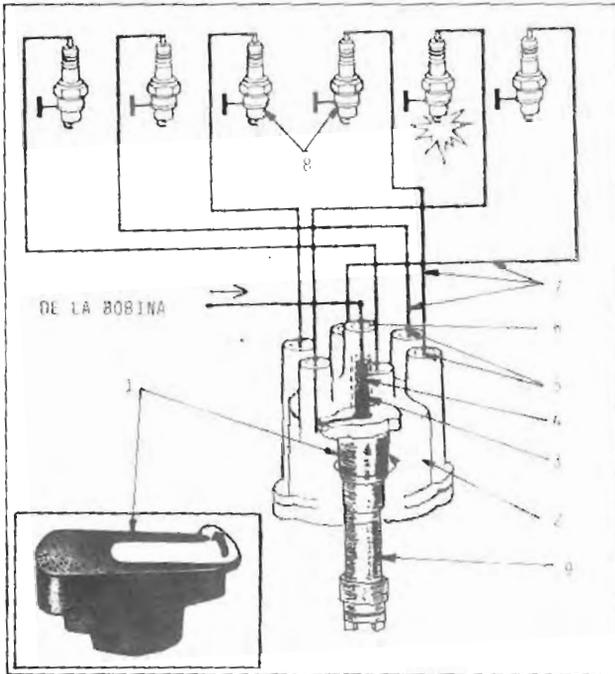


Fig. 166. Distribuidor de encendido. 1.- Dedo o pipa. 2.- Tapa Delco. 3.- Escobilla de carbón. 4.- Muelle de la escobilla. 5.- Bornes de los cables de las bujías. 6.- Borne central del cable de alta procedente de la bobina. 7.- Cables de bujía. 8.- Bujías.

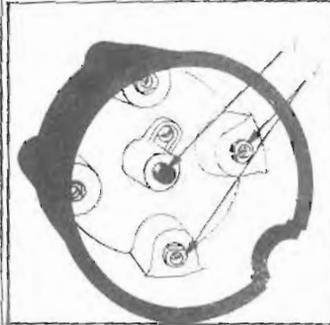


Fig. 167. Vista interior del distribuidor o "tapa Delco". 1.- Escobilla. 2.- Terminales de los cables de bujía.

es una corriente continua, sino saltos intermitentes de alta tensión, que se producen en el momento justo en que se separan los contactos del ruptor. Se necesita pues, un mecanismo que distribuya estos "saltos" a las distintas bujías en el momento oportuno; operación que realiza el "distribuidor" (Fig. 166). Consta de los siguientes elementos:

- Cuerpo del distribuidor o "cabeza Delco". Aloja a diferentes mecanismos, tales como el ruptor, condensador y mecanismos de avance automático. En su interior se encuentra el "dedo distribuidor o pipa" (1).

- Tapa del distribuidor o "tapa Delco". Construida de un material aislante, presenta un terminal central (6) al que llega el cable de alta tensión de la bobina y tantos laterales como cilindros tenga el motor; de ellos salen los cables, de las bujías (7). El terminal central acaba dentro de la tapa en una escobilla cilíndrica de carbón o grafito (3), que por la acción de un pequeño muelle (4), está siempre en contacto con la parte metálica del dedo distribuidor.

- Dedo distribuidor o pipa (1). Movido por el eje del distribuidor (9), recoge la corriente de alta tensión procedente de la bobina, y en su giro la distribuye al cable de cada bujía.

#### Bujías (Fig. 168)

Las bujías, son las encargadas de provocar la explosión en el cilindro, debido a la chispa que, en el momento preci-

so, salta entre sus electrodos.

Toda bujía está compuesta por un electrodo central metálico (1), recubierto de un aislante de porcelana. Este aislante está cubierto en su parte inferior por un manguito metálico, que lleva una parte exagonal, para la manipulación de la bujía con una llave, finalizando en una rosca, por medio de la cual se fija a la culata. Soldado a la parte inferior de la rosca (5), se encuentra el electrodo lateral o de masa (2). Entre ambos electrodos debe existir en todo momento la separación (3) que indique el manual de instrucciones del motor. Esta suele oscilar entre 0,5 y 0,8 mm. en los motores de cuatro tiempos.

Dos son los principales factores que diferencian a unas bujías de otras: su grado térmico y la longitud de rosca.

Por su grado térmico, pueden ser "frías o calientes" según la longitud de la porcelana (aislante) existente entre el electrodo central y la parte metálica. Cuanto mas longitud tenga el aislante, mas caliente será la bujía.

Las calientes facilitan la chispa, pero si lo son en exceso pueden provocar "autoencendido"; las frías resisten temperaturas mas altas del motor.

Cada motor necesita un grado térmico determinado en sus bujías. Este viene expresado por una clave impresa en la porcelana y que de momento, son distintas las utilizadas por cada fabricante.

Por la longitud de rosca, pueden ser de cuello corto (rosca corta) y de cuello largo (rosca larga). En general, los nuevos motores de cuatro tiempos suelen utilizar bujías

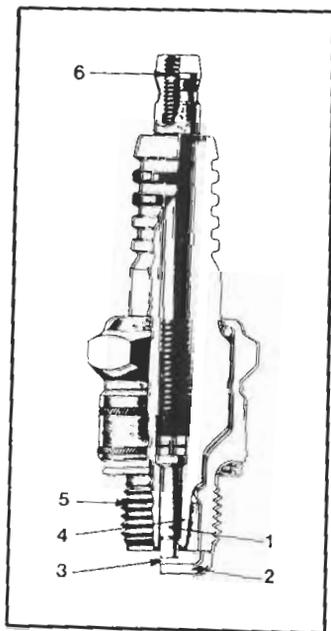


Fig. 168. Bujía seccionada (BOSCH). 1.- Electrodo central. 2.- Electrodo lateral o de masa. 3.- Separación entre electrodos. 4.- Aislante. 5.- Rosca. 6.- Terminal para conexión del cable.

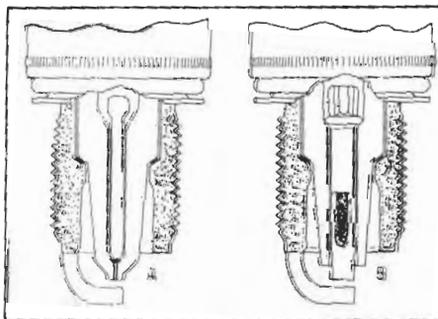


Fig. 169. Dos tipos de electrodo central: (A) de platino; (B) normal.

de cuello largo; al contrario, los de dos tiempos suelen ser de cuello corto y, a veces, de menor diámetro de rosca que en los primeros.

#### Bujías de platino (A de la fig. 169)

La diferencia de éstas con respecto a las convencionales, reside en que el electrodo central lo constituye un delgado cilindro de platino -unas 3 décimas de milímetro de diámetro-, que va completamente integrado en el propio aislador.

El empleo en su fabricación de un metal noble como el platino, ofrece a la bujía una serie de ventajas funcionales:

- La separación del electrodo central y el cuerpo aislador es un problema en las bujías normales (holgura), pero no en las de platino al estar el electrodo integrado en el aislador.

- El pie de aislante es de mayor longitud para cada grado térmico, en comparación con las normales, lo que reduce la formación de corrientes de fuga (derivaciones) y, por otra parte, se ensucia menos.

- El menor diámetro de electrodo central en las de platino, crea un campo eléctrico muy poco distorsionado, por lo que la necesidad de tensión de encendido es menor que en las normales.

- El punto de fusión del platino es altísimo (1.774°C), por lo que el desgaste por fusión del electrodo central, es menor.

Estas ventajas se traducen en un mejor arranque en frío y un mejor encendido, que harán que el motor funcione mas homogéneo. A pesar de todas estas virtudes, las bujías tradicionales están tan introducidas en el mercado y son tan conocidas por los usuarios, que todavía la bujía de platino es utilizada minimamente por los automovilistas de nuestro país.

#### Funcionamiento del encendido por batería

Cuando los contactos del ruptor están cerrados y la llave de contacto está dada, la corriente de la batería cierra circuito pasando a masa, despues de haber recorrido el primario de la bobina; convirtiéndose ésta en un electroimán, cuyo flujo magnético pasa por el interior de las espiras del secundario.

En el momento justo que se abren los contactos, desaparece el flujo magnético. Al dejar de pasar corriente por el primario y debido a la gran diferencia del número de espiras entre el primario y el secundario, hace que en este último se induzca una corriente de alta tensión que, saliendo por el borne central de la bobina, llega al distribuidor que la hace pasar a la bujía correspondiente y salta en forma de chispa entre sus electrodos.

## AVANCE AUTOMATICO DEL ENCENDIDO

Todo tipo de motor lleva un avance inicial del encendido, pero si tenemos en cuenta que la gasolina se quema siempre a la misma velocidad y que el motor aumenta de revoluciones cuando aceleramos, es fácil deducir, que el avance inicial debe aumentarse gradualmente, en la medida que aumenta de revoluciones el motor. Esta variación de avance se consigue de forma automática, mediante la acción conjunta de los reguladores de "vacío" y "centrífugo".

El "regulador de vacío" (Fig. 170), se basa en la variación de las depresiones que se producen en el colector de admisión y varía el punto de encendido (salto de la chispa) hasta una aceleración media. Consta de una cápsula (4) de depresión, en cuyo interior existe una membrana (7) que divide el compartimento en dos; por un lado, la membrana va unida a una bielita (8) y ésta a su vez, a la placa portaplatinos (3); el otro lado de la membrana se apoya en un resorte (5) que a su vez apoya el otro extremo en la pared de la cápsula. La misión de este resorte, es colocar los platinos en la posición de avance inicial.

De la cápsula parte un tubo (6), que va a parar al colector de admisión a la altura de la mariposa del acelerador. Cuando el motor está en ralentí, la mariposa del acelerador se encuentra prácticamente cerrada y como el conducto que comunica con la cápsula está delante de la mariposa, la succión del cilindro sobre la misma es nula, por lo que el resorte mantiene presionada la membrana, haciendo de avance inicial. Al acelerar, poco a poco se va abriendo la mariposa y dejando al descubierto al tubo, con lo que la aspiración se centrará también sobre la membrana, desplazándose o encorvándose ésta en sentido contrario, para lo que tendrá que vencer la acción del resorte.

Al desplazarse también lo hará la bielita de tracción y con ella se arrastrará la placa portaplatinos, que da un breve giro sobre el eje de levas del Delco y en sentido contrario al giro de éste, haciendo que la leva coincida antes con el tope de fibra del martillo y, consiguientemente, abriendo antes los contactos del ruptor o platinos. Así se adelanta el salto de chispa en la bujía, en mayor o menor cuantía, dependiendo de la posición del acelerador.

Recordamos que el "salto" de chispa se produce en el momento justo de separarse los platinos, que es cuando exis-

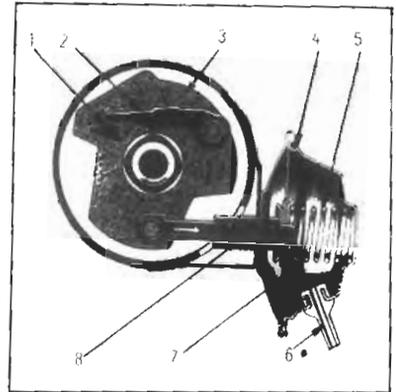


Fig. 170.- Variador de avance por vacío (BOSCH). 1.- Martillo. 2.- Yunque. 3.- Placa portaplatinos. 4.- Cápsula de depresión. 5.- Muelle. 6.- Conexión del tubo que comunica el interior de la cápsula con el colector de admisión. 7.- Membrana. 8.- Biela.

te una variación de flujo magnético entre las espiras del arrollamiento secundario de la bobina.

A partir de media aceleración, la mariposa se abre demasiado, con lo que la succión del motor sobre el tubo de la cápsula va desapareciendo al entrar el aire con mas facilidad. Por lo tanto, el regulador de vacío deja de ejercer su función.

Para remediar este inconveniente, el motor va equipado con un segundo regulador, denominado "regulador centrífugo" o de "contrapesos" (Fig. 171).

Este último regulador, varía el punto de encendido, desde una mediana aceleración hasta el máximo de revoluciones del motor. En consecuencia, a partir de ahí, sustituye al regulador de vacío.

Costa de un plato sujeto al eje del distribuidor, sobre el que van montados unos contrapesos con un punto de giro sobre dicho plato. Entre los contrapesos (2) se encuentra una pieza ovalada (4), que se puede moverse sobre su eje. Al aumentar el número de revoluciones, la fuerza centrífuga de los contrapesos que se separan hacia afuera y la hacen avanzar en el sentido de giro, haciendo que coincidan antes las levas del eje con los platinos y adelantando, por tanto su apertura.

Para ello, el eje del distribuidor va partido, permitiendo que su parte superior pueda girar, con relación a la inferior, en el ángulo que le permita el regulador de contrapesos.

Si bien, los reguladores de vacío y centrífugo sirven para adelantar el encendido, el primero lo consigue desplazando los platinos hacia las levas; el segundo, desplazando las levas hacia los platinos.

Finalizamos el sistema de encendido por batería, con la figura 172, que representa a un despiece del cuerpo del distribuidor, para que el lector se haga una idea de como es en la realidad.

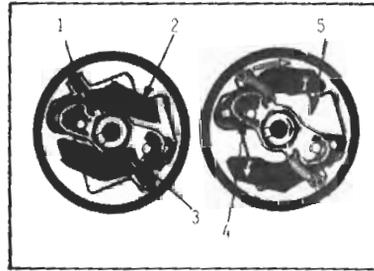


Fig. 171. Regulador centrífugo o de contrapesos. 1.- Muelle recuperador. 2.- Contrapeso. 3.- Leva. 4.- Pieza ovalada. 5.- Placa portadora.

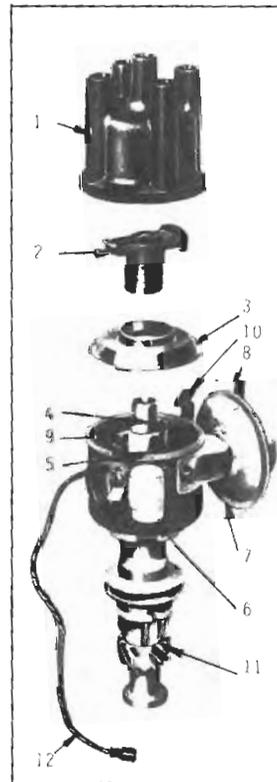


Fig. 172. Cuerpo distribuidor o "cabeza Delco" (BOSCH) 1.- Tapa del distribuidor. 2.- Pipa o dedo distribuidor. 3.- Tapa guardapolvos. 5.- Leva del ruptor. 6.- Condensador. 7.- Variador de avance por vacío. 8.- Tubo salida del variador de avance. 9.- Ruptor. 10.- Fleje. 11.- Piñón. 12.- Cable de baja.

### CAMBIO DE PLATINOS Y PUESTA A PUNTO DEL ENCENDIDO

Con el prolongado funcionamiento del motor, el tope de fibra del martillo que roza con las levas acaba desgastándose; la superficie de unión de los contactos del ruptor acaba dejando de ser lisa, dificultando su asiento y no cumpliendo bien su cometido. A la larga, habrá que sustituir los platinos y comprobar que la "puesta a punto" es correcta; o sea, que la chispa en el cilindro salta justo en el momento que la necesita. Operaciones que habrá que realizar entre los 15.000 y 30.000 Km. de funcionamiento, a antes si observamos fallos en el encendido.

Si el encendido va "atrasado", el motor pierde potencia y se calienta; si está "adelantado", produce autoencendido y "pica biela". Con los platinos defectuosos o mal regulados, habrá fallos de funcionamiento y el motor arrancará mal. Veamos detalladamente, como se sustituyen éstos y la realización de la "puesta a punto":

#### CAMBIO DE PLATINOS Y PUESTA A PUNTO

FASES	OPERACIONES
A) DESMONTAJE DE LOS PLATINOS	a.1.- Soltar las abrazaderas o flejes de la tapa Delco (10 de la fig. 172) y sacar ésta hacia arriba. a.2.- Soltar el tornillo de sujeción y ajuste de los platinos (7 de la fig. 163) y extraer éstos, desconectando previamente, el cable del martillo.
B) MONTAJE DE LOS PLATINOS	b.1.- Limpiar interiormente la caja del cuerpo del distribuidor. b.2.- Montar los platinos nuevos, procurando que el tetón que lleva la plaquita del yunque por su parte trasera, encaje en el orificio de la placa portaruptor (3 de la fig. 163). Colocar y apretar ligeramente el tornillo 7. b.3.- Girar el motor -colocando una relación larga y empujando al vehículo- hasta que la leva abra el martillo al máximo. Es decir, cuando el tope de fibra esté enfrentado al punto más alto de la leva. b.4.- Consultar el manual de instrucciones para ver la separación entre platinos. Dicha separación suele oscilar entre 0,3 y 0,5 mm. b.5.- Introducir entre los contactos la delga adecuada, moviendo la plaquita del yunque en un sentido o en otro hasta conseguir la separación deseada. Para ésta operación, se introduce la boca de un destornillador en una ranura que lleva al efecto, la plaquita del yunque. b.6.- Apretar el tornillo 7, teniendo cuidado de que el yunque no se mueva. b.7.- Verificar nuevamente con la delga si la separación es correcta.
C) PUESTA A PUNTO DEL ENCENDIDO	c.1.- Quitar las bujías del motor. c.2.- Consultar el manual de instrucciones y ver si la marca o referencia de puesta a punto está grabada en el volante o en la polea del cigüeñal. Si son varias las marcas

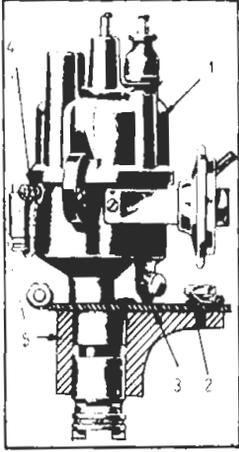


Fig. 173.- Cabeza Delco y detalle de su fijación a la culata.  
1.- Tapa. 2.- Tornillo de fijación. 3.- Brida de fijación. 4.- Terminal del cable de baja entre el martillo y la bobina (aquí se puede conectar la lámpara de puesta a punto). 5.- Culata.

existentes: ver cual es exactamente la que debemos utilizar. Si la marca es en el volante, quitar la tapa de goma de la ventanilla de inspección, situada en la carcasa del embrague.

- c.3.- Girar el cigüeñal hasta que la marca o referencia de la polea o el volante, coincida con el índice o marca situado en la carcasa del embrague o en el cárter de distribución. Esta operación se puede realizar moviendo el vehículo con una velocidad larga conectada.
- c.4.- Soltar la tuerca que bloquea la caja Delco.
- c.5.- Conectar una bombilla portátil a masa y al martillo o a la conexión del cable de éste.
- c.6.- Mover la caja del Delco muy despacio en ambos sentidos, hasta dejarla en el momento que la bombilla empieza a encenderse, que coincidirá con la iniciación de la apertura del martillo y, por tanto, con el salto de la chispa en la bujía.
- c.7.- Apretar en esta posición la tuerca de bloqueo de la caja del Delco y desconectar la bombilla.
- c.8.- Colocar la tapa del distribuidor y fijar sus abrazaderas.
- c.9.- Limpiar, ajustar, colocar y apretar las bujías.
- c.10.- Colocar los cables de las bujías, conectando cada uno a la misma bujía que lo estaba anteriormente. Normalmente, en el terminal de la caja van unos números que corresponden al número de cilindro donde debe ir el cable, teniendo presente que en todo motor los cilindros empiezan a numerarse por el más cilindros alejado al volante.

### ENCENDIDO ELECTRONICO

Como otros muchos avances de la técnica del automóvil, el encendido electrónico fué desarrollado primeramente en el campo de la competición, ampliándose su utilización posteriormente a los automóviles de uso común, de modo que actualmente está desplazando al sistema de encendido Delco, que acabamos de explicar. Dentro de la utilización genérica de encendidos electrónicos, hemos de distinguir dos sistemas principales: "con contactos" y "sin contactos".

El sistema con "contactos", también llamado transistorizado, conserva los contactos del ruptor o platinos, originales del sistema Delco, si bien gracias a la electrónica, su trabajo es mucho más ligero y, por consiguiente, su rendimiento y conservación mejores.

En los sistemas de encendido clásico, la corriente de alta tensión para producir la chispa en las bujías, es creada mediante los fenómenos de inducción que tiene lugar en la bobina, cuando la abriese los platinos se interrumpe el paso de la corriente por el arrollamiento primario. Pues bien, en los encendidos transistorizados, el ruptor en vez de interrumpir directamente la corriente del circuito primario de la bobina, lo que hace es actuar sobre un transistor.

Dicho transistor, abre o cierra el circuito primario de acuerdo a los impulsos recibidos desde los platinos; no habiendo, pues, necesidad de que la corriente de dicho circuito pase por los contactos del ruptor, pudiendo ser esta corriente de mayor intensidad que en el caso del encendido convencional. Esto justifica que la corriente de alta obtenida sea mayor y, consiguientemente, mas potente la chispa en la bujía.

En cuanto al encendido electrónico "sin contactos", podemos decir que se caracteriza por carecer de platinos, que son sustituidos por un generador magnético de impulsos eléctricos, que va alojado en el interior del cuerpo del distribuidor (Fig. 176).

Estos impulsos son transmitidos a la unidad de control electrónico, que los amplifica y a su vez actúa sobre la bobina para producir la corriente de alto voltaje que, a través del distribuidor, se pasará a las bujías.

Hay diferentes sistemas de encendido "sin contactos", siendo los de ferrita, efecto Hall, inducción y los digitales "programados", los mas usuales. Cualidades comunes a todos ellos son la posibilidad de lograr mas potencia de chispa; así como las ventajas derivadas de la ausencia

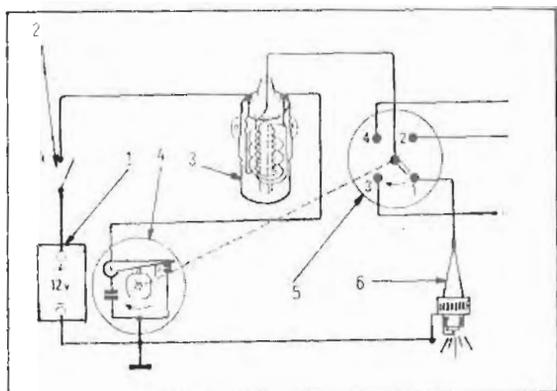


Fig. 174. Esquema del sistema de encendido por batería o Delco. 1.- Batería. 2.- Interruptor o llave de contacto. 3.- Bobina. 4.- Ruptor. 5.- Distribuidor. 6.- Bujía.

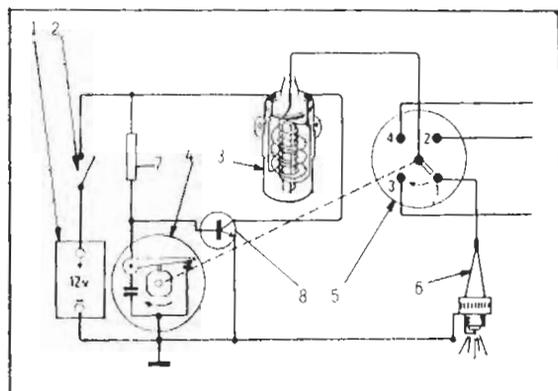


Fig. 175. Esquema del sistema de encendido electrónico con ruptor o "transistorizado". Los números 1 al 6, indican los mismos elementos de la fig. anterior. 7.- Resistencia. 8.- Transistor.

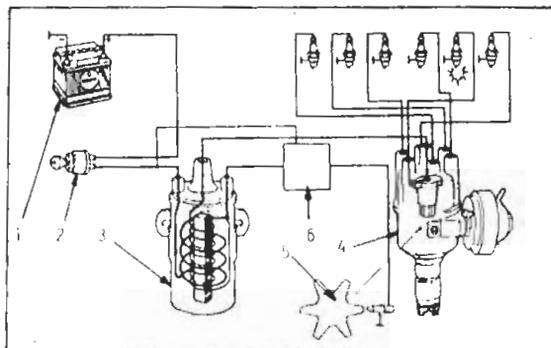


Fig. 176. Esquema del sistema de encendido electrónico sin contactos (BOSCH). 1, 2 y 3.- Igual a las

de contactos mecánicos y elementos de fricción, siempre sujetos a desgastes, tales como no tener que preocuparse de la puesta a punto ni ajustar o cambiar los platinos. Entre las desventajas, destaca la mayor dificultad de reparación en caso de avería, pues requiere siempre la intervención de un especialista; o el coste de las reparaciones, ya que todos sus componentes son bastante mas caros que sus homólogos en el sistema convencional.

De todos ellos, vamos a explicar brevemente uno de los sistemas de inducción de la firma Bosch.

Este sistema se basa en la generación de corrientes de inducción al girar un "rotor" dentro de un campo magnético, creado por un devanado de inducción o "estátor" (Fig. 177).

El "rotor" va encajado en el eje del distribuidor de encendido y gira dentro del "estátor", constituido por un conjunto de imanes permanentes y núcleos con devanados de inducción.

El funcionamiento del sistema está basado en la variación periódica de la distancia entre los dientes del rotor y del estátor, al girar el primero. Con la variación de esta distancia (3), denominada "entrehierro", varía también el flujo de de inducción magnética, produciéndose una corriente alterna, que va aumentando al ir acercándose uno de los dientes del rotor a otro del estátor; alcanzándose su máximo valor, inmediatamente antes de que ambos dientes se enfrenten. En cuanto los dientes vuelven a separarse, la corriente cambia bruscamente de sentido, siendo en este momento justo cuando tiene lugar el encendido.

El voltaje de esta corriente está en función de la velocidad de giro del rotor, variando entre unos 0,5 V. a velocidad baja y unos 100 V. cuando ésta es alta.

Las figuras 174, 175 y 176, corresponden a esquemas de funcionamiento de los sistemas de encendido por batería, electrónico con contactos o "transistorizado" y electrónico sin contactos, respectivamente. Comparándolas, podemos observar las diferencias de elementos entre los tres sistemas.

### MOTORES DE DOS TIEMPOS

Como ya hemos estudiado, los motores de "cuatro tiempos", se denominan así por que su ciclo de funcionamiento está basado en las cuatro operaciones distintas que ocurren

figuras anteriores. 4.- Distribuidor. 5.- Generador de impulsos eléctricos. 6.- Unidad de control electrónico.

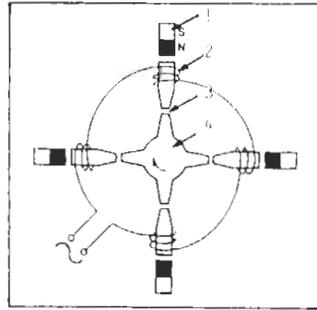


Fig. 177. Detalle del generador magnético de impulsos por inducción (BOSCH). 1.- Imán permanente. 2.- Arrollamiento de inducción con núcleo. 3.- Distancia variable entre los dientes del rotor y los del estator (entrehierro). 4.- Rotor.

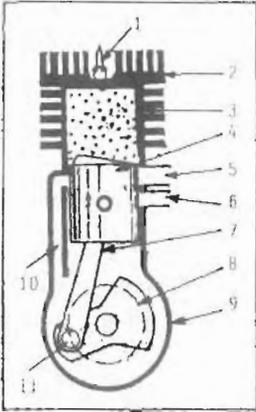


Fig. 178. Esquema del motor de dos tiempos. 1.- Bujía. 2.- Culata. 3.- Bloque. 4.- Pistón. 5.- Lunbrera de escape. 6.- Lunbrera de admisión. 7.- Biela. 8.- Contrapesos del cigüeñal. 9.- Cárter. 10.- Lunbrera de carga o transferencia. 11.- Cigüeñal.

dentro de un cilindro, a la vez que el pistón del mismo realiza cuatro carreras y el cigüeñal da dos vueltas completas. En los de "dos tiempos", en realidad se siguen conservando las cuatro fases del ciclo, las cuales se realizan en solo dos carreras del pistón y, consiguientemente, habrá un tiempo de trabajo (explosión) por cada vuelta del cigüeñal.

En la práctica, este tipo de motor se emplea en muchas máquinas ligeras forestales, tales como motosierras, desbrozadoras, podadoras, espolvoreadores, etc.

Podemos observar en ellos una serie de detalles que los diferencian claramente de los de cuatro tiempos, como son los siguientes:

- No poseen mecanismos de distribución (árbol de levas, balancines, válvulas, etc.).

- En cada vuelta del cigüeñal, realizan el ciclo completo de funcionamiento.

- El cárter no se emplea como depósito de aceite, sino que en él se realiza la admisión y precompresión de la mezcla combustible (aire, gasolina y aceite).

- Carecen de mecanismos de lubricación (bomba, filtro, conducciones, válvula de sobrepresión, etc.).

Su engrase se realiza mediante la adición de aceite a la gasolina, en una proporción en volumen de un 3-5%, aproximadamente. El aceite debe ser especial para este uso, o un aceite de motor "no detergente".

- Son de reducido peso y volumen, en comparación con los de cuatro tiempos, debido a la ausencia de los elementos mencionados; así mismo, son por lo general de un solo cilindro y refrigerados por aire, por lo que cilindro y culata están rodeados de aletas refrigeradoras.

Los principales elementos que lo forman, son los siguientes (Fig. 178):

- Cárter hermético (9), generalmente dividido en dos semicárteres. En su interior va el cigüeñal al que sirve de apoyo a través de unos rodamientos, generalmente de bolas, y unos retenes que contribuyen a su hermeticidad.

- Cigüeñal (11), al que se abraza la cabeza de biela a través de un bulón pasador. Va provisto de unos contrapesos (8) que regularizan su giro.

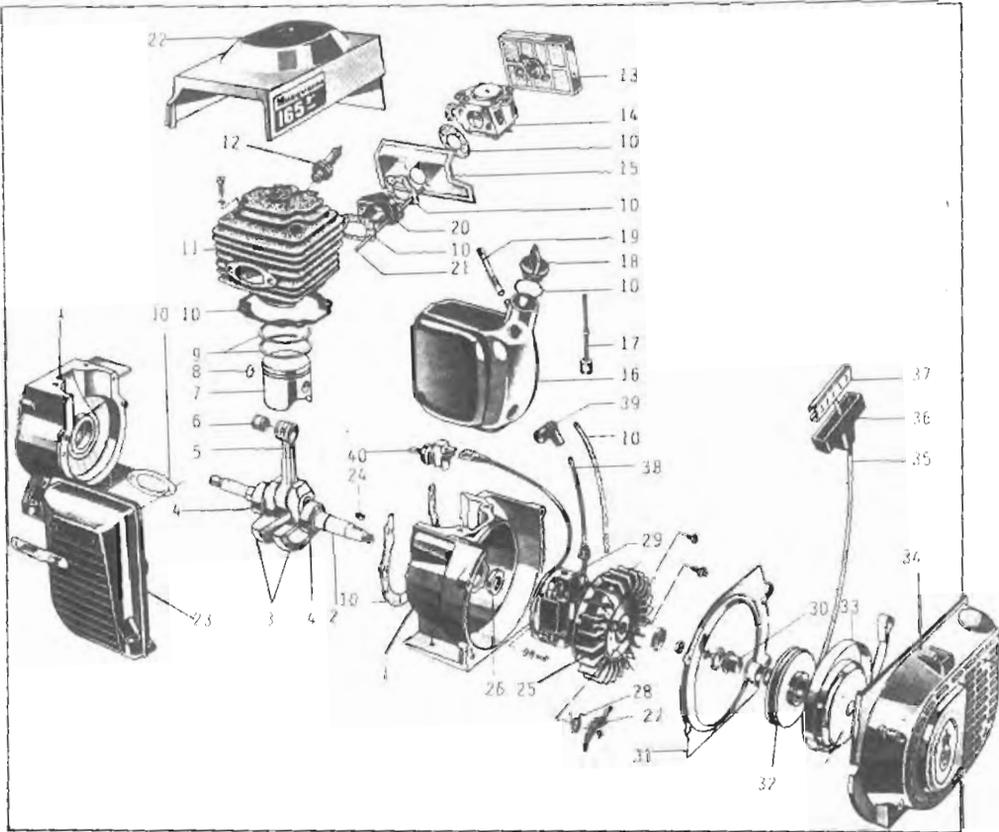


Fig. 179. Despiece de un motor de dos tiempos (HUSQVARNA). 1.- Senicárteres. 2.- Cigüeñal. 3.- Contrapesos del cigüeñal. 4.- Rodamientos de bolas. 5.- Biela. 6.- Rodamiento de agujas. 7.- Pistón. 8.- Frenillo o clip del bulón. 9.- Segnetos. 10.- Juntas. 11.- Conjunto bloque-culata, provisto de aletas de refrigeración. 12.- Bujía. 13.- Filtro de aire. 14.- Carburador de membrana. 15.- Caja del filtro. 16.- Depósito de combustible. 17.- Tubería flexible, provista de filtro y contrapeso, para aspirar combustible en cualquier posición. 18.- Tapón de llenado. 19.- Tubería de combustible que une el depósito con el carburador. 20.- Colector. 21.- Tornillo. 22.- Carcasa envolvente del cilindro. 23.- Silenciador. 24.- Chaveta. 25.- Volante provisto de aletas para la refrigeración. 26.- Retén. 27.- Patillas de conexión del sistema de arranque. 28.- Muelle. 29.- Sistema de encendido. 30.- Casquillo. 31.- Tapa interior del sistema de arranque. 32.- Polea. 33.- Fleje del sistema de arranque. 34.- Carcasa del sistema de arranque. 35.- Cuerda. 36.- Enpuñadura. 37.- Regleta. 38.- Cable de la bujía. 39.- Capuchón de la bujía. 40.- Interruptor de pare.

- Biela (7), que a diferencia de las de explicadas para los de cuatro tiempos, su cabeza no está partida y se une al cigüeñal y émbolo, con la interposición de unos cojinetes de agujas.

- Pistón (4), que suele ir provisto de un par de segmentos de compresión, presentando en ocasiones, una protuberancia situada en su cabeza que se llama "deflector", cuya misión es favorecer el barrido de los gases quemados en el interior del cilindro.

- Cilindro (3), con tres ventanas o lumbreras, situadas dos de ellas en las proximidades del p.m.i.: la de "admisión" (6) y la de "escape" (5); la tercera lumbrera, denominada de "transferencia" (10), sirve para conducir los gases frescos de admisión desde el cárter al cilindro.

- Culata (2) que cierra al cilindro por su parte alta y que en ocasiones, cilindro y culata, pueden formar una sola pieza. En ella va colocada la bujía (1).

- Sistema de refrigeración por aire forzado, cuyos elementos son las aletas mencionadas del cilindro y la culata, así como otras dispuestas en el volante a fin de que éste haga de turbina y una carcasa exterior al cilindro que permite que la corriente de aire producida por el volante salga al exterior rodeando las aletas de refrigeración.

- Por último, van provistos de sistemas de carburación y encendido, que al diferir bastante de sus homólogos en los de cuatro tiempos, los vamos a explicar a continuación. Igualmente, llevan un mecanismo para el arranque, que en las máquinas citadas, suele ser una cuerda, denominada "tiraflector", que se enrolla automáticamente en una polea, por la acción de un fleje de acero.

La fig. 179, representa un despiece completo de uno de estos motores, mostrando los elementos del mismo.

En cuanto al funcionamiento, éste ya se explicó en el capítulo I (Fig. 32), omitiéndolo aquí, para evitar repeticiones.

### CARBURACION

Al igual que en los motores de cuatro tiempos, el fundamento de la carburación es el mismo; si bien, los motores de dos tiempos, suelen ir equipados con carburadores mas sencillos, al carecer de mecanismos complicados. Por lo general, suelen emplearse dos tipos de carburador:

a) De pistón, utilizado en las motocicletas y, en general, en todos los motores que suelen trabajar en posición vertical o ligeramente inclinada (atomizadores, motobombas, motoazadas, etc.).

b) De membrana, también denominados de "aviación", con mayor precisión y complejidad que el anterior. Permite el funcionamiento del motor en cualquier posición, sin que llegue a pararse por inundación del carburador, por lo que es preceptiva su utilización en motosierras y desbrozadoras.

El carburador de "pistón" (Fig. 180), consta esencialmente de lo siguiente:

- Un depósito de combustible (1), colocado en posición mas alta que el propio carburador, a fin de asegurar la alimentación de la cuba por gravedad. En su salida se monta una llave de paso (12), que debemos cerrar cuando el motor esté parado a fin de evitar inundaciones que entorpezcan su posterior puesta en funcionamiento. No es una parte del

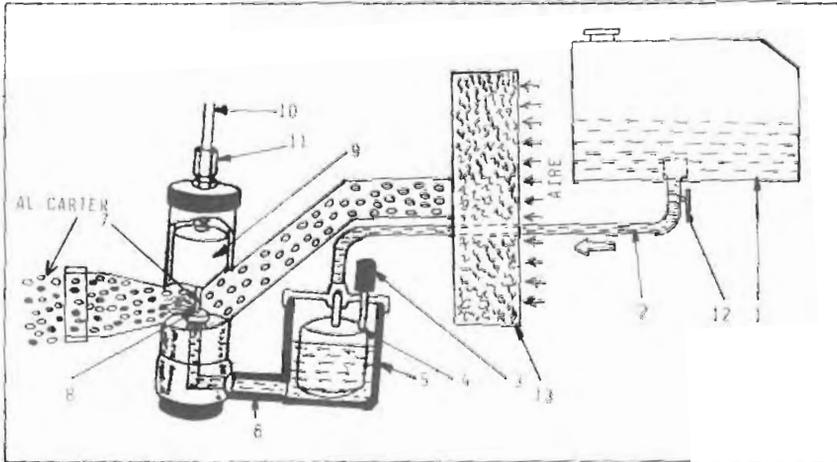


Fig. 180. Sistema de carburación, provisto de carburador de pistón. 1.- Depósito de combustible (mezcla de gasolina y aceite) 2.- Tubería de entrada del combustible. 3.- Excitador. 4.- Flotador. 5.- Cuba. 6.- Tubería. 7.- Aguja. 8.- Surtidor y calibre. 9.- Pistón. 10.- Cable del mando de acelerador. 11.- Tornillo de reglaje del ralentí. 12.- Llave de paso. 13.- Filtro de aire.

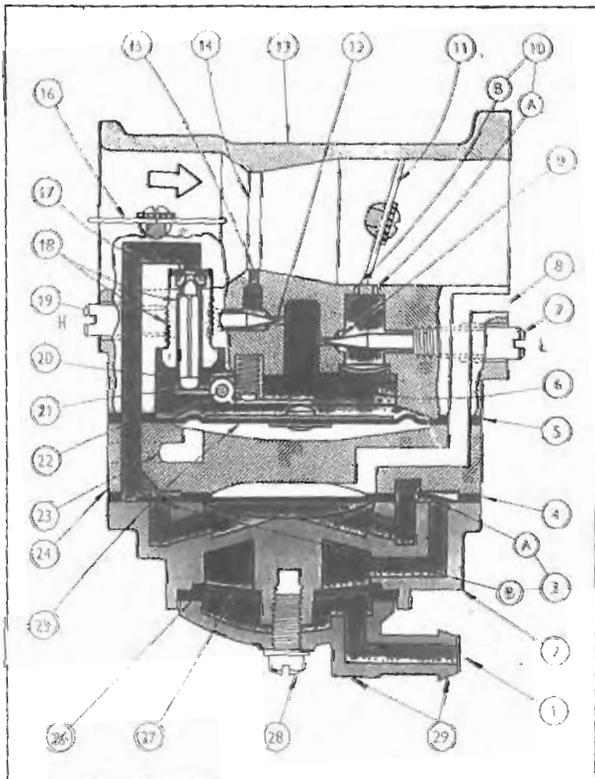


Fig. 181. Carburador de membrana. 1.- Entrada de combustible. 2.- Cuerpo de la bomba de combustible. 3.- Membrana de la bomba: A.- Válvula de aspiración. B.- Id. de impulsión. 4 y 5.- Juntas. 6.- Caja de la membrana. 7.- Tornillo de aguja para el ajuste del surtidor de ralentí. 8.- Canal de impulsos de presión desde el cárter. 9.- Calibre de ralentí. 10.- A.- Salida primaria para combustible de ralentí (surtidor). B.- Salida secundaria de id. 11.- Mariposa de aceleración. 12.- Calibre de alta o plena carga. 13.- Cuerpo. 14.- Venturi. 15.- Surtidor principal o de plena carga. 16.- Mariposa del estrangulador de arranque. 17.- Canal de combustible. 18.- Válvula de aguja. 19.- Tornillo de aguja para el ajuste del con-

combustible de alta. 20.- Resorte. 21.- Palanca que transmite el movimiento de la membrana a la válvula de aguja. 22.- Eje de palanca. 23.- Agujero de ventilación. 24.- Cubierta de membrana principal. 25.- Membrana principal. 26.- Junta de filtro. 27.- Filtro. 28.- Tornillo para la cubierta del filtro. 29.- Cubierta del filtro.

carburador, *propiamente dicha.*

- Una cuba (5) que se comunica con el depósito por la conducción (2) y cuya entrada es regulada por la válvula de aguja del flotador (4).

- Un excitador (3), que al presionarlo obliga al flotador a descender, provocando una inundación que se aprovecha para el arranque en frío.

- Un surtidor o calibre cónico (8), situado al final de la tubería que comunica la cuba con el difusor..

- Un cilindro (9) con aguja cónica (7), situada en su parte inferior que se desliza por el interior del calibre (8). El pistón tiene la parte inferior cortada a modo de bisel, lo que hace que al estrecharse el paso de aire, aumente su velocidad, creándose una depresión a la altura del calibre-surtidor que facilita la succión y la mezcla entre la gasolina y el aire. El pistón está unido por su parte alta, al mando del acelerador a través de un cable (10).

- Un tornillo de reglaje del ralentí (11), situado entre la tapa del alojamiento del pistón y la funda del cable del acelerador. Al roscarlo o desenroscarlo, modifica la posición del cilindro, regulándose así, el ralentí del motor.

*El funcionamiento de este carburador, es como sigue:*

Al subir el pistón del motor, por su parte inferior provoca una succión en el interior del cárter, que al estar comunicado con el tubo de admisión, provoca una aspiración del aire a través del filtro (13); la corriente de aire al aumentar su velocidad por el bisel del pistón, arrastra gasolina del calibre, realizándose, por tanto, la mezcla combustible.

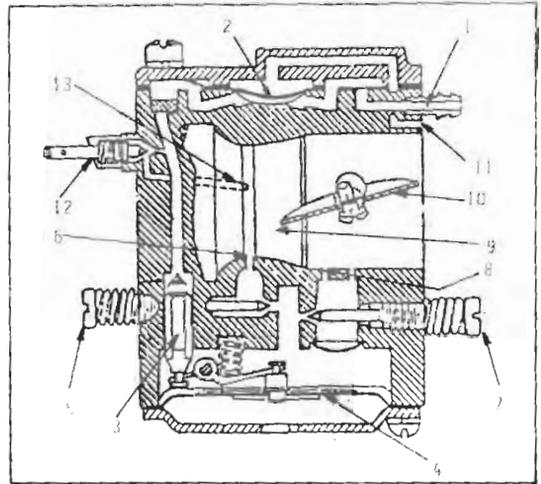


Fig. 182. Carburador de membrana con dispositivo de inyección de combustible para el arranque en frío (SACHS-DOLMAR). 1.- Entrada de combustible a la bomba. 2.- Membrana de bomba. 3.- Válvula de aguja. 4.- Membrana principal. 5.- Aguja calibradora del surtidor principal (H). 6.- Surtidor principal o de alta. 7.- Aguja reguladora del surtidor de ralentí (L). 8.- Surtidor de ralentí. 9.- Venturi. 10.- Mariposa de aceleración. 11.- Canal de depresiones. 12.- Válvula cónica. 13.- Tobera inyectora.

La velocidad del motor, depende de la riqueza de la mezcla, lo que se consigue elevando el pistón cuando aceleramos, levantándose a su vez la aguja cónica del calibre que dejará mas paso libre a la gasolina del mismo.

Para arrancar el motor cuando está frío, actuamos sobre el excitador (3), dejándolo pulsado unos momentos; éste hará descender al flotador y la válvula de aguja dejará entrar mas combustible en la cuba, provocándose una inundación para enriquecer la mezcla y facilitar así el arranque.

En cuanto al carburador de "membrana" (Fig. 181), está formado por dos partes fundamentales:

- Una bomba.
- El carburador, propiamente dicho.

La bomba va provista de una membrana dotada de una válvula de aspiración (3-A) y otra de salida o impulsión (3-B). La membrana (3) de la bomba se flexiona en ambos sentidos, merced a las depresiones existentes en el interior del cárter, al subir y bajar el pistón, y que llegan a la membrana por el canal (8). Cuando el pistón sube, la membrana se mueve hacia arriba y la gasolina, procedente del depósito, entra por (1), se filtra en (27) y pasa a llenar la cámara de la bomba al estar abierta la válvula de aspiración (3-A); con el descenso del pistón la presión del cárter cambia de sentido, empujando la membrana hacia abajo, obligando a la gasolina a salir por la válvula de impulsión (3-B) y a través de (17), pasa a la válvula de aguja (18).

El carburador está formado por la cuba (6), válvula de aguja (18), surtidor de ralentí (10), surtidor principal o de alta (15), difusor o venturi (14), mariposa de aceleración (11), estrangulador de aire (16); habiéndose sustituido el flotador por la membrana principal (25) y el conjunto resorte-palanca (20-21), que realizan las funciones de dicho flotador. La membrana (25) comunica con el exterior por el orificio (23).

Dispone de dos calibres: el (9) para el ralentí y el (12) para plena carga; regulables con las agujas 17 y 9, respectivamente. La aguja de ralentí se designa con una (L) y la de plena carga con una (H); marcadas en el cuerpo del carburador o en la carcasa de éste, en las proximidades de las mismas.

La corriente de aire que en el colector de admisión produce el motor, aspira el carburante a través de los surtidores (10) y (15), que permiten su paso, vaciándose la cuba y elevándose la membrana (25) que acciona el conjunto resorte-palanca (20-21), que deja de presionar a la válvula de aguja (18), descendiendo ésta y dejando entrar carburante de la bomba a llenar la cuba.

Las depresiones del motor transmitidas por (8) a la membrana de la bomba, no son suficientes para vencer la acción del resorte (20), no abriendo la válvula de aguja. Por

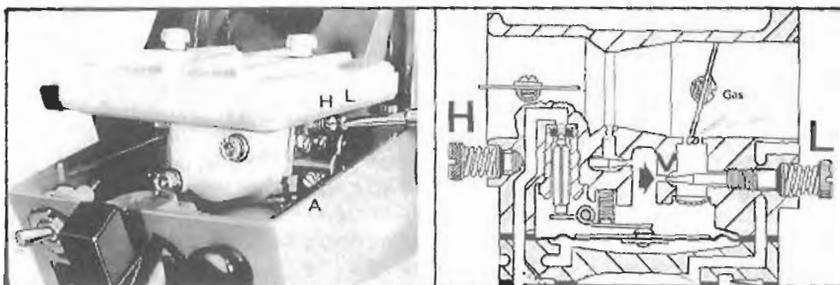


Fig. 183.- Tornillos de reglaje del carburador de membrana (DOLMAR). H.- Tornillo-aguja de alta. L.- Id. de ralentí. A.- Tornillo de velocidad de ralentí, actuando sobre la posición de la mariposa de aceleración.

tanto, cuando la cuba está llena, la membrana (3) de la bomba se mantiene estática.

Tal como la cuba se va llenando de combustible, la membrana (25) va descendiendo y el resorte (20) actúa sobre la palanca (21), que a su vez va sujeta a la membrana, que bascula sobre su eje, obligando a subir a la aguja hasta cerrar la entrada de carburante en la cuba.

El reglaje del carburador de membrana es una operación delicada, que debe ser realizada por un especialista y que explicamos a continuación (Fig. 183):

Para esta operación es preferible que el motor haya funcionado hasta calentarse. Para regular el ralentí, se aprieta sin forzar la aguja (L) hasta que haga tope; a continuación se desenrosca de  $1/2$  a  $3/4$  de vuelta y ponemos en marcha el motor. Si este tiende a pararse se abre la aguja un poco más; si el humo es negro y tiende a ahogarse, habrá que cerrarla. Para el ajuste de la correcta velocidad de ralentí, se actúa sobre el tornillo (A), que determina la posición de la mariposa en ralentí, debiéndose conseguir una velocidad lo suficientemente baja para que no gire la cadena (motosierra), ni se pare el motor.

Para ajustar el tornillo de plena carga (H), éste se aprieta igualmente a fondo, con una suave presión, desenroscándose después una vuelta completa. A continuación se pone el motor en marcha y observamos su funcionamiento; si al acelerar éste tiende a embalsarse, la aguja se abre un poco más; cerrándola en caso de que despida mucho humo o no alcance revoluciones suficientes.

El giro de apertura exacto de las agujas (L) y (H) de cada motor, suele venir en el "manual de instrucciones" del mismo.

Si bien, el funcionamiento básico de los carburadores de membrana, no han cambiado desde su introducción en la década de los 50; la firma SACH-DOLMAR en sus últimos modelos está montando carburadores de membrana, provistos de un dispositivo de "inyección" para el arranque (Fig. 182).

En este carburador, una cantidad exactamente dosificada de combustible es inyectada en el difusor a través de una válvula adicional que abre durante el arranque. El motor recibe así, bajo todas las condiciones de servicio, una mezcla combustible ligeramente inflamable que garantiza un arranque seguro del motor, con máximo calor o con fuerte frío.

Su funcionamiento es el siguiente: al arrancar se gira la palanca de mando del sistema hasta la posición de arranque; con lo que se abre una válvula cónica, dispuesta en el canal de combustible entre la bomba y la válvula de aguja, abriendo una perforación adicional. Dicha perforación lleva una tobera de inyección que entra en el difusor. La membrana de bomba, accionada por los impulsos del cárter, transporta el combustible a través de la tobera de inyección en el canal de admisión, con la válvula abierta. La tobera está calibrada, de modo que puede pasar solamente una cantidad exactamente calculada de combustible.

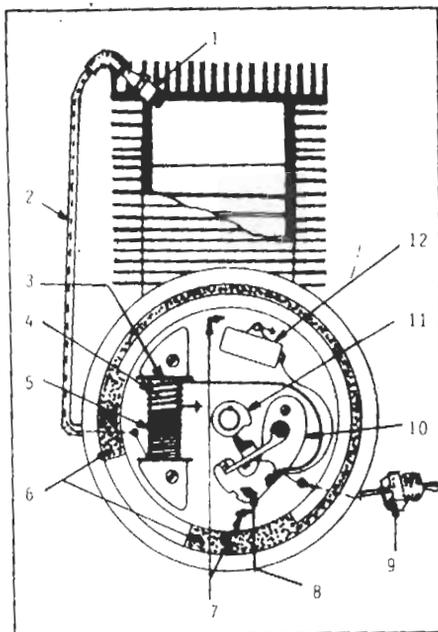


Fig. 184. Encendido electromagnético por volante. 1.- Bujía. 2.- Cable de la bujía. 3.- Bobina. 4.- Arrollamiento primario. 5.- Id. secundario. 6.- Imán incrustado en el volante. 7.- Ranuras para la puesta a punto. 8.- Ranura para regular la abertura entre los contactos del ruptor. 9.- Interruptor de pare. 10.- Ruptor o platinos. 11.- Leva. 12.- Condensador.

#### ENCENDIDO ELECTROMAGNETICO DE LOS MOTORES DE DOS TIEMPOS

Este sistema, también denominado por "volante magnético" (Fig. 184), es el más utilizado en estos motores, si bien ya está bastante extendido un sistema electrónico "sin contactos". Se diferencia del sistema de encendido por batería, en que aquí no existe ningún acumulador que proporcione la corriente primaria, siendo producida ésta por el propio volante. Igualmente, desaparece el distribuidor, puesto que estos motores suelen ser monocilíndricos.

Consta de los siguientes elementos:

- Bujía (1), generalmente de rosca corta.
- Ruptor (10), condensador (12) y bobina (3), que se montan sobre una placa sujeta al motor sobre unas correderas (7) para la puesta a punto. La bobina es la encargada de recoger la corriente de baja, al cortar con su arrollamiento

primario las líneas de fuerza del campo magnético, creado entre los polos del imán o imanes del volante.

- Leva (11), de un solo resalte y montada sobre el cigüeñal, formando a veces parte del mismo.

- Volante, que además de regularizar la marcha del motor, colabora con la bobina en la producción de la corriente primaria, al llevar unos imanes (6) en su interior. A veces, los imanes van en la parte exterior del volante y la bobina fuera del mismo. Va sujeto al cigüeñal por medio de un cono, una chaveta y una tuerca.

- Interruptor de parada (9), que al accionarlo conecta a masa el primario de la bobina, antes de que la corriente pase por el raptor.

El funcionamiento es como sigue:

Al girar el volante con sus imanes en torno a la bobina, se induce una corriente en el primario que pasa a masa a través del raptor. En el momento justo en que la leva abre los contactos, hay una variación de flujo en el interior de la bobina al desaparecer la corriente del primario, induciéndose en el secundario una corriente de alta que por el cable correspondiente se pasa directamente a la bujía.

Los reglajes y averías son los clásicos de los platinos, condensador y bujías, al igual que en el sistema de encendido por batería. En particular, la bujía por los residuos del aceite de la mezcla al quemarse, se suele ensuciar mas que en aquellos, haciendo "perla" con frecuencia (partícula de carbonilla que hace de puente entre los electrodos dejando de saltar chispa) y debiéndose sustituir en un periodo mas corto.

La "puesta a punto" se reduce aquí a girar el volante hasta que su marca coincida con la del cárter, aflojándose los tornillos que sujetan la placa; se gira ésta hasta el lugar justo en que los contactos empiezan a separarse, apretando seguidamente los tornillos de la placa. Para estas operaciones en el volante existen unos registros cubiertos con unos tapones de goma.

La descripción del encendido electrónico la omitimos, ya que carece de reglajes y, en general, cuando se avería debe ser sustituido. Cuando aparezcan fallos de encendido en este sistema, el operador debe limitarse al cambio o limpieza de la bujía y a revisar las conexiones de los cables e interruptor de parada.

**SEGUNDA PARTE**

**CHASIS**



## CAPITULO XI

### ELEMENTOS DEL CHASIS

Si bien las máquinas de utilización agrícola, forestal o de movimiento de tierras, pueden ser enormemente variables; tienen ciertos mecanismos comunes en los que nos vamos a basar para su estudio. No obstante, ciertas unidades diseñadas para un trabajo específico, pueden presentar una serie de peculiaridades y características propias, que en mayor o menor medida las diferencian del resto.

Como tratar las peculiaridades de cada máquina por separado nos llevaría a un trabajo largo y complejo, que se apartaría de los objetivos que pretendemos con esta publicación; en esta segunda parte, vamos a estudiar los elementos del tractor, tanto de "ruedas" como de "cadenas", por ser la máquina mas representativa, dado la generalización de su empleo. Mas adelante veremos las particularidades de aquellas otras que se apartan de los elementos clásicos de esta máquina.

En síntesis, el tractor está formado por dos partes fundamentales:

a) El motor, que es el órgano capaz de transformar la energía contenida en los combustibles en movimiento rotativo, el cual pasado debidamente a las ruedas o cadenas, permite el desplazamiento del tractor; o bien, comunicado al árbol de "toma de fuerza" mover diferentes máquinas remolcadas al mismo, o colocadas en sus proximidades. Dicho órgano, ha sido ampliamente tratado en los capítulos anteriores.

b) El chasis, que es el resto de los mecanismos que lo integran. Los principales son:

- Bastidor.
- Transmisión o tren de fuerza.
- Mecanismo de dirección.
- Tren de rodaje.
- Suspensión.
- Frenos.
- Instalación hidráulica y elementos de trabajo.
- Elementos auxiliares.

El "bastidor" es la parte que soporta al resto de los mecanismos. Suele estar constituido por dos largueros unidos mediante unos travesaños. Algunos tractores carecen del mismo, siendo las propias carcasas del motor y elementos del tren de fuerza, las que realizan las funciones de soporte. Otra excepción la constituyen los tractores forestales articulados, en los cuales el bastidor está dividido en dos "semibastidores", denominados en la práctica "semichasis", aun-

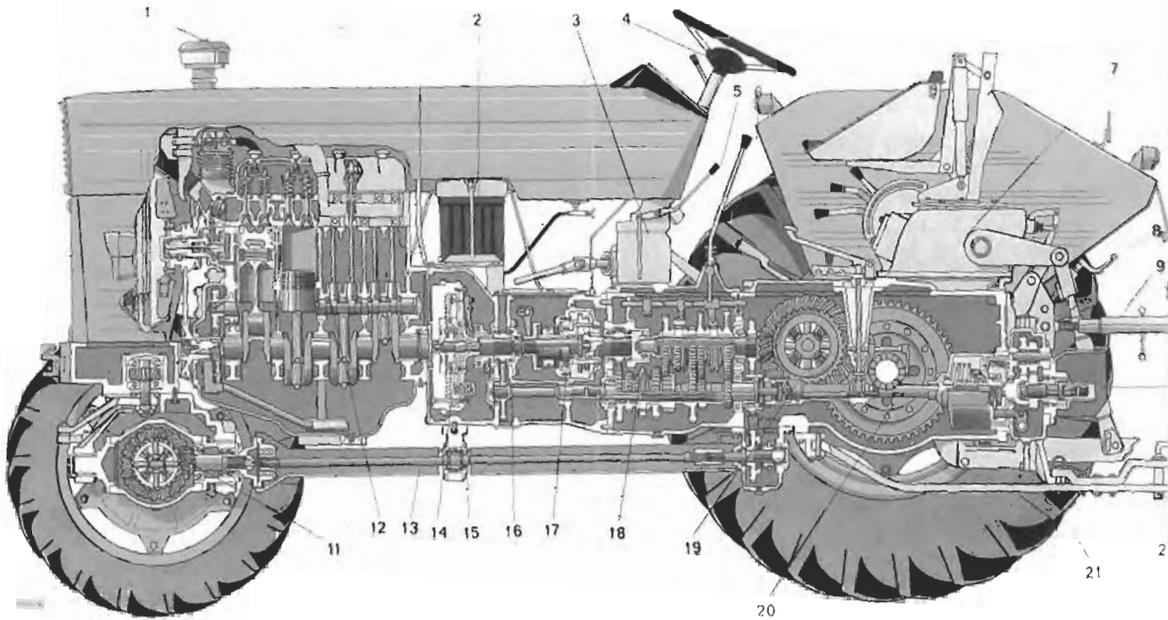


Fig. 185.- Tractor de ruedas todo-terreno (UTB). 1.- Prefiltro de aire. 2.- Batería. 3.- Caja de dirección. 4.- Mando del acelerador. 5.- Palanca selectora de velocidades cortas o largas. 6.- Palanca de cambios. 7.- Elevador hidráulico. 8.- Palanca de regulación del brazo móvil. 9.- Tercer punto. 10.- Tona de fuerza. 11.- Diferencial delantero. 12.- Motor. 13.- Arbol de transmisión delantero. 14.- Embrague. 15.- Apoyo del árbol. 16.- Engranaje de la tona de fuerza. 17.- Reductora. 18.- Caja de cambios. 19.- Diferencial trasero. 20.- Reductores. 21.- Embrague de la tona de fuerza. 22.- Lanza de enganche.

que tal término no sea correcto en este caso concreto.

El "tren de fuerza" o "transmisión", está integrado por el embrague, caja de cambios, diferencial y reductores. Ciertas máquinas, sustituyen los dos órganos primeros por un convertidor de par y una servotransmisión, respectivamente. La misión del embrague o convertidor es conectar o desconectar el movimiento del motor a las ruedas a voluntad del conductor. Con la servotransmisión o caja de cambios, se adaptan la velocidad y potencia del tractor al trabajo que realiza o a las pendientes y trazado del camino. El diferencial, convierte el sentido longitudinal del movimiento del motor, en sentido transversal, que es el que llevan las ruedas; a la vez que adaptan el movimiento de éstas al radio de las curvas.

Los reductores, "reducen" la velocidad y aumentan la potencia. Se colocan entre el diferencial y las ruedas, pudiendo ir montados en los propios cubos de éstas.

Con la "dirección" se controla el vehículo. Es bien diferente entre los tractores de ruedas y los de cadenas. En los primeros se consigue por medio de la orientación simultánea y paralela de las ruedas directrices; generalmente, las delanteras. Otras veces se consigue girando los semibas-

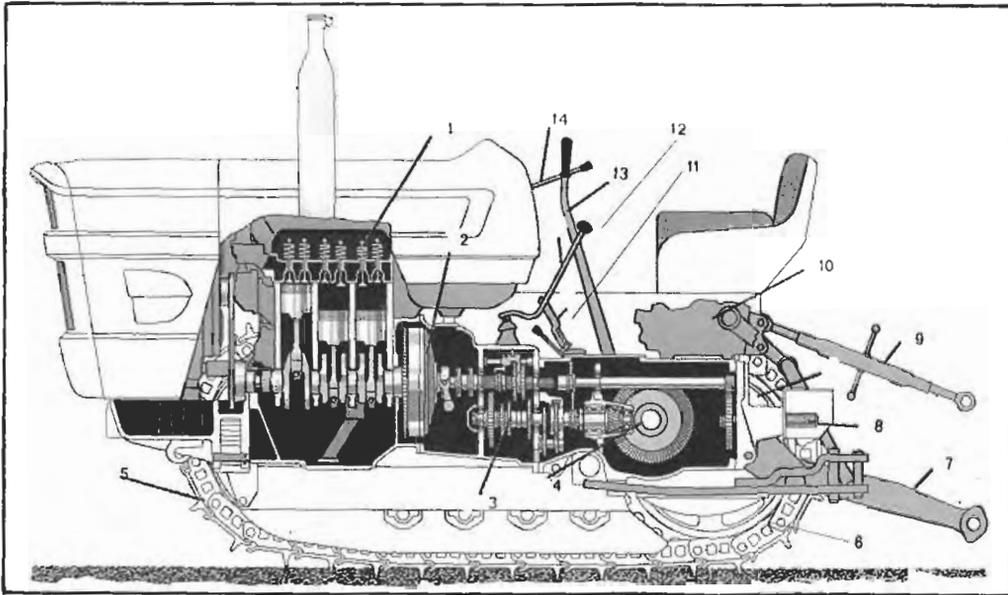


Fig. 186.- Tractor de cadenas u orugas (FIAT). 1.- Motor. 2.- Enbrague principal. 3.- Caja de cambios. 4.- Par cónico. 5.- Cadena. 6.- Rueda motriz. 7.- Brazo de enganche. 8.- Toma de fuerza. 9.- Tercer punto. 10.- Elevador hidráulico. 11.- Palanca del freno de estacionamiento. 12.- Palanca de cambios. 13.- Palanca de mando de un embrague de dirección. 14.- Mando del acelerador.

tidores, si el tractor es articulado. Cuando el tractor es de cadenas, la dirección se consigue reduciendo o inmovilizando, en su caso, el giro de la cadena del lado al que deseamos girar, por lo que ha de ir provisto de un freno y un embrague de dirección, por cada cadena.

El "tren de rodaje", se reduce a cuatro ruedas neumáticas, normalmente mas pequeñas las delanteras que las traseras, en los denominados de "ruedas". Mas complicado es en los tractores de orugas, pues han de llevar dos carros laterales, cada uno provisto de un bastidor, una rueda mótriz, una rueda guía, varios rodillos de apoyo, la propia cadena y un mecanismo de tensión de la misma.

La "suspensión" se reduce en los tractores a la amortiguación de las ruedas y a la proporcionada por el asiento del conductor.

Los "frenos" tienen el cometido de detener e inmovilizar el vehículo. En los tractores orugas colaboran, a su vez, en la dirección. Por el método de frenado pueden ser de zapatas, discos o cinta. Por su accionamiento mecánicos, hidráulicos, neumáticos o un sistema mixto denominado "hidroneumático". En tractores de ruedas, el freno de zapatas o discos, con accionamiento hidráulico son los mas usados; en los de orugas, suelen ser de cinta y mando mecánico; a excepción de los muy potentes en los que el mando es hidrostático (modalidad del hidráulico en la que la presión al líquido o aceite se consigue mediante una bomba de accionamiento mecánico).

La "instalación hidráulica" varía mucho de unos tractores a otros, dependiendo esencialmente de los implementos que se le acoplen. Lo mas común es que exista un elevador hidráulico, con una salida de conexión rápida, a fin de que con la bomba de éste, por ejemplo, pueda mandar aceite a presión para accionar el cilindro hidráulico del basculante del remolque. La dirección de los tractores articulados de potencia media o alta es siempre hidráulica; igualmente se emplea cada vez mas este sistema en los rígidos.

En cuanto a los "elementos de trabajo" están el enganche tripuntal de aperos, acoplado al elevador hidráulico; la toma de fuerza y la barra de tiro. Los tractores de uso especializado suelen ir equipados con cabrestante, hoja bulldozer, o el elemento adecuado al trabajo para el que han sido diseñados (cizalla, pinza para troncos, etc.).

Por último, son "elementos auxiliares" la carrocería, la cabina de seguridad, sistemas de ventilación o calefacción, etc.

En las figuras 185 y 186, se representan las secciones de un tractor de ruedas y otro de cadenas, respectivamente; mostrando sus principales mecanismos. En los capítulos siguientes estudiaremos cada uno de los mecanismos del chasis por separado.

## CAPITULO XII

TRANSMISION O TREN DE FUERZA

Denominamos "transmisión" o "tren de fuerza" de una máquina, al conjunto de mecanismos encargados de llevar o "transmitir" el movimiento del motor hasta sus ruedas o cadenas.

Tres son los sistemas de transmisión utilizados en maquinaria forestal pesada:

a) Directa.

(- Convertidor y servotransmisión.

b) Indirecta (

(- Hidrostática.

La transmisión "directa", es la que habitualmente se emplea en los automóviles, tractores agrícolas y los forestales de potencia media. Sus mecanismos básicos son el embrague, la caja de cambios y el diferencial. Cuando se trata de tractores, suelen llevar también un reductor central, que duplica las relaciones de la caja de cambios; un inversor, a fin de que todas las relaciones de la caja de cambios puedan emplearse para avance y retroceso; así como unos reductores finales, montados al final de los palieres, que reducen la velocidad aumentando la potencia. Los vehículos todo-terreno (4x4), llevan un segundo diferencial y una caja de transferencia, o de distribución del movimiento a las ruedas delanteras y traseras.

En el primer caso de transmisión "indirecta", el embrague es sustituido por un mecanismo de funcionamiento hidráulico, denominado convertidor de par y que realiza sus mismas funciones; igualmente, la caja de cambios tradicional, se sustituye por una de tipo epicloidal, denominada servotransmisión. El resto de mecanismos, son comunes con la transmisión directa (inversor, diferencial, reductores). Es el sistema mas universal en bulldozer, cargadoras y tractores forestales de potencia superior a los 100 H.P.

La transmisión "hidrostática", es totalmente distinta a las anteriores; pues carece de embrague o convertidor; caja de cambios o servotransmisión; inversor, diferencial y palieres. Consta, esencialmente, de un motor hidráulico, acoplado al reductor final de cada rueda mótriz y que es accionado por aceite a presión que envía una potente bomba, accionada directamente desde el motor de la máquina. Variando, invirtiendo o deteniendo el giro de estos motores, se consiguen los movimientos de avance, retroceso, giro e inmovilización de la misma. Su utilización se reduce a la transmisión de ciertas retroexcavadoras y a la de algunos tractores autocargadores forestales.

Veamos a continuación, cada elemento de transmisión por separado:

## EMBRAGUE

El embrague en la transmisión de un vehículo, tiene como misión el "conectar" o "desconectar" el movimiento de giro del motor hacia la caja de cambios. Digamos que es como un puente móvil, que puede cerrarse o abrirse a voluntad. Por tanto, cuando pisamos el pedal se corta el movimiento y se dice que el motor está "desembragado"; al soltarlo, el movimiento de giro vuelve a pasar hacia el resto de la transmisión, con lo que estará el motor "embragado".

Su ubicación en la máquina, depende de la función que vaya a realizar; si ésta es la de conectar o desconectar el movimiento del motor a la caja de cambios, irá intercalado entre el motor y la citada caja (embrague principal); si lo que se trata es de desconectar el movimiento del par cónico a uno de los trenes de rodaje, se ubicará en el palier entre dicho par cónico y el reductor final (embrague de dirección). Este embrague es exclusivo de los tractores de cadenas u orugas.

A continuación describimos los tipos de embrague que mas frecuentemente podemos encontrar en las máquinas empleadas en trabajos forestales, tales como los "standar" o de "disco", los "hidráulicos" o los "convertidores de par".

### EMBRAGUE DE DISCO

Está formado por el volante del motor, sobre el que se monta todo el conjunto; un disco, recubierto de amianto (ferodo), para que resista el calor y presente suficiente adherencia; un plato de presión, cuya misión es oprimir al disco contra el volante, merced a la acción de varios muelles, que se apoyan por un extremo en el plato y por otro en la campana que envuelve al conjunto. Para su accionamiento lleva unas patillas, montadas sobre un anillo, con unos tornillos de reglaje. En automóviles y pequeños tractores,

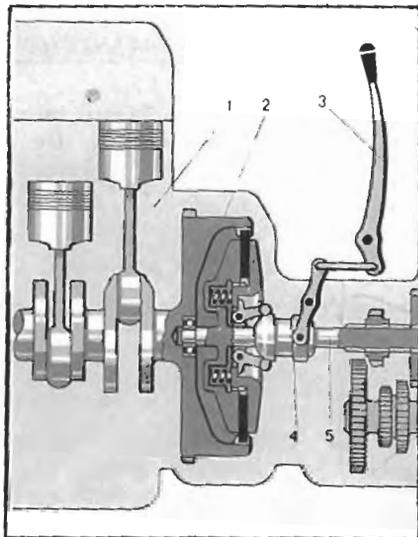


Fig. 187. Situación del embrague principal en un tractor de cadenas. 1.- Motor. 2.- Embrague. 3.- Palanca de accionamiento. 4.- Horquilla. 5.- Eje primario de la caja de cambios.

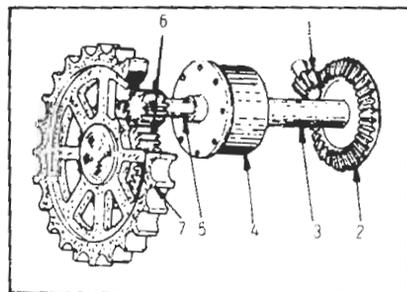


Fig. 188. Situación de un embrague de dirección en un tractor de cadenas. 1.- Piñón de ataque. 2.- Corona (par cónico). 3.- Senipalier. 4.- Embrague de dirección. 5.- Senipalier. 6.- Reductor final. 7.- Rueda motriz.

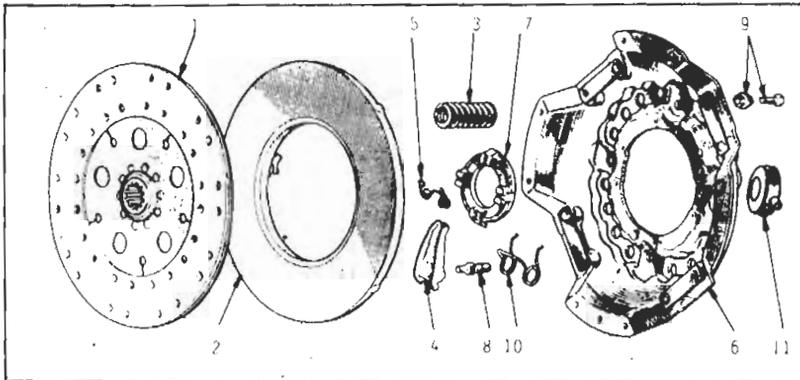


Fig. 189. Despiece de un embrague de disco. 1.- Disco. 2.- Plato de presión. 3.- Muelles. 4.- Patilla. 5.- Muelle de las patillas. 6.- Campana. 7.- Anillo tope de las patillas. 8.- Tornillo reglaje de las patillas. 9.- Tornillos sujeción de la campana. 10.- Muelle del collarín. 11.- Collarín.

las patillas y su anillo son sustituidos por un diafragma elástico. Además lleva un collarín o cojinete de empuje, el pedal, las varillas y palancas de accionamiento. En las figuras 189 y 190, se representan algunos de sus elementos.

El funcionamiento de este embrague es el siguiente:

Cuando el pedal del embrague está suelto (motor embragado) (Fig. 191), el disco (2) se encuentra oprimido entre el volante (1) y el plato opresor (3), por la acción de los muelles (8) que presionan al plato. En este caso, el disco de embrague se ve obligado a girar con el resto de piezas, arrastrando en su giro al eje primario de la caja de cambios (6), que tiene un extremo engranado en el orificio mandrinado del disco. Por tanto, el movimiento de giro del motor estará pasando hacia la caja de cambios.

Al pisar el pedal (Fig. 192), debido a la fuerza de empuje aplicada al mismo y transmitida a través de las varillas y horquilla, llega hasta el collarín (7) que empuja a su vez al anillo de patillas; éstas basculan sobre su eje, tirando del plato opresor hasta retirarlo del disco del embrague, para lo que habrá que vencer la acción de sus muelles. Al quedar el disco libre, éste se detiene y con él el eje primario de la caja de cambios, cortándose así el movimiento al resto de la transmisión.

Existe un tipo de embrague, utilizado en algunos trac-

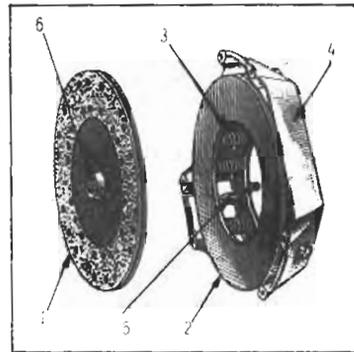


Fig. 190. Vista interior del embrague. 1.- Disco. 2.- Plato de presión. 3.- Muelles opresores. 4.- Campana. 5.- Patilla del embrague. 6.- Orificio mandrinado para el eje primario.

tores de cadenas con transmisión directa,, denominado "embrague en baño de aceite", que en vez de amianto lleva pastillas de cerámica para forrar las caras frotantes del disco o discos, pues en la mayoría de los casos suele llevar dos discos. La cámara formada entre el volante y la campana es hermética, donde se echa una cantidad de aceite, hasta completar el nivel adecuado. Su funcionamiento es similar al explicado de disco en seco.

### EMBRAGUE DE DISCOS MÚLTIPLES

Aunque su uso queda limitado a la dirección de los tractores de cadenas, hemos creído conveniente tratarlo en este capítulo, puesto que su función en la máquina es al fin y al cabo, conectar o desconectar el movimiento de una parte de la transmisión.

En la figura 193, se representa el esquema de un embrague de discos múltiples. Puede observarse que al final del semipalier (8) que lleva el movimiento desde el par cónico, no desde el diferencial al carecer de éste los tractores de orugas, va una pieza cilíndrica llamada "mandril" (12), en cuya periferia dentada se encajan los discos "hembras" (11); entre éstos van intercalados los discos "machos" (10), que se alojan en las ranuras interiores de la "campana" (3). Esta va unida al semipalier (4) que lleva el movimiento hacia la reducción final. Una palanca de accionamiento (9), el collarín (7), el plato de presión (1) y los muelles opresores (6), completan el conjunto.

El funcionamiento es similar al explicado:

Cuando se acciona la palanca, se tira del collarín y del plato de presión, venciendo la fuerza de los muelles que intentan mantener los discos oprimidos, unos contra otros, formando un paquete compacto; al retirarse el plato los discos resbalan unos contra otros, con lo que el movimiento a la cadena respectiva queda cortado, al no pasar el movimiento de los discos hembra a los machos.

Cuando se deja de accionar la palanca, los muelles

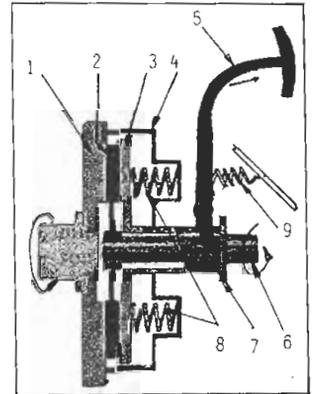


Fig. 191. Embrague de disco en posición de "motor embragado". 1.- Volante. 2.- Disco. 3.- Plato opresor. 4.- Campana. 5.- Pedal de accionamiento. 6.- Eje primario de la caja de cambios. 7.- Muelles del plato. 8.- Muelle recuperador del pedal.

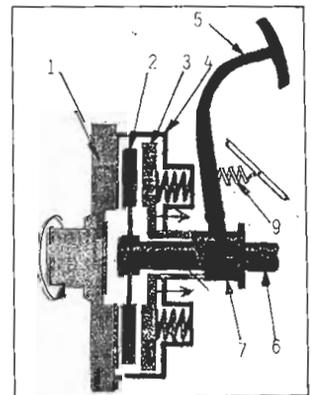


Fig. 192. El embrague anterior en posición de "motor desembragado".

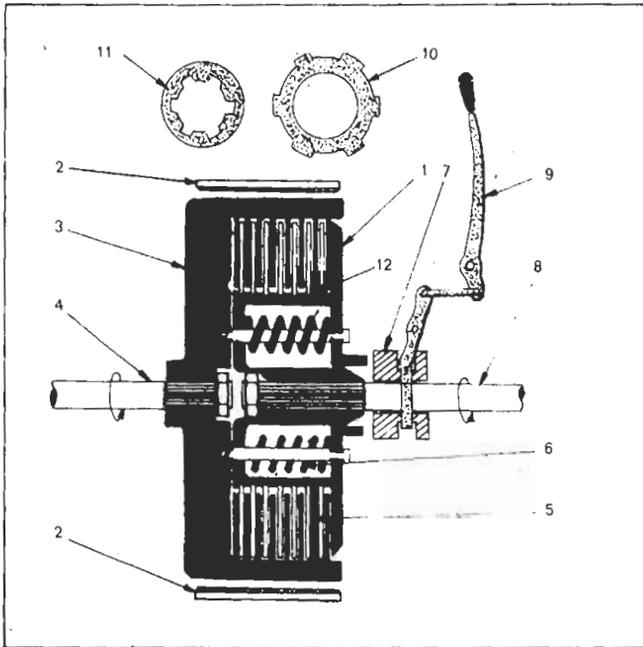


Fig. 193. Embrague de discos múltiples, utilizado en la dirección de los tractores de cadenas. 1.- Plato de presión. 2.- Freno de cinta. 3.- Campana. 4.- Semipalier para la reducción final. 5.- Paquetes de discos. 6.- Muelle. 7.- Collarín. 8.- Semipalier para el par cónico. 9.- Palanca de accionamiento. 10.- Disco macho. 11.- Disco hembra. 12.- Mandril.

ésta se inicia en una rampa y tenemos pisado el pedal del freno, la operación se hará con extrema precaución, debiéndose soltar el pedal del freno en el momento en que el motor empiece a perder revoluciones, síntoma del inicio del embragado, terminando de soltar el pedal del embrague de forma muy suave. No hacer patinar el disco de forma innecesaria.

b) Pisar el pedal a fondo siempre que se conecte una velocidad o se cambie de ésta.

c) Para evitar un desgaste prematuro del collarín y las patillas, entre estas piezas debe quedar una distancia de seguridad, que se manifiesta en un huelgo de 2-3 cm. en el recorrido del pedal. Al desgastarse los forros del disco por el uso, este recorrido muerto disminuye, por lo que periódicamente se debe medir con una regla el huelgo aconsejado por el fabricante. En caso de que no sea correcto, regularlo girando la varilla de mando o su horquilla.

d) Durante la marcha no llevar el pié apoyado en el pedal; pues por muy pequeña que sea la presión ejercida, anularemos el recorrido de seguridad, desgastándose prematuramente el collarín y las patillas.

opresores vuelven a tirar del plato de presión y los discos vuelven a oprimirse, formando un conjunto compacto. En este caso, el movimiento pasa de los discos hembra a los machos, al verse obligados a girar solidarios al mandril y la campana.

#### Manejo y mantenimiento del embrague

A fin de evitar averías en el embrague, debemos tener presentes las precauciones de manejo y los cuidados siguientes:

a) La operación de embragado al iniciar la marcha debe ser lenta y progresiva. Si

e) Evitar fugas de lubricante en el interior del embrague; pues si se engrasan los forros, el disco "patinará". Si esto ocurre, lavarlo interiormente con un disolvente. Lo más probable es que las fugas sean causadas por el estado defectuoso del retén del cigüeñal o el del primario de la caja de cambios; debiendo ser sustituidos.

f) Si el embrague patina y no hay indicios de lubricante en el disco; las causas pueden ser los forros del disco desgastados o los muelles del plato rendidos. Cuando sea alguna de éstas las causas o haya que sustituir el retén, habrá que desmontar el embrague; operación propia de un mecánico, pues aunque la avería en sí es fácil de reparar; o bien hay que extraer el motor o la caja de cambios, para poder acceder al mismo.

g) Si el embrague es del tipo "en baño de aceite", revisar su nivel al menos una vez a la semana, reponiéndolo con aceite del recomendado por el fabricante, cuando esté bajo. Cambiar dicho aceite en el periodo previsto en el manual de instrucciones de la máquina.

## CONVERTIDOR DE PAR

### Generalidades

En el capítulo I ya nos referimos a la "potencia" y al "par" de un motor; dejando claro que ambos términos responden a dos conceptos físicos diferentes, aunque relacionados entre sí. Así la "potencia" se refiere al trabajo realizado en un determinado tiempo. Si bien, podíamos diferenciar varias modalidades de potencia (teórica, indicada, efectiva...) en un motor; en ella intervenían la cantidad de combustible gastada por el motor en un segundo; el poder calorífico del mismo; la presión o fuerza que recibe el pistón y la velocidad media de éste; por consiguiente, el número de revoluciones del cigüeñal.

En el gráfico de la figura 29 se observa que la potencia aumenta con las revoluciones del motor (r.p.m.).

El "par" es el resultado de multiplicar una fuerza por la distancia del punto de aplicación de la misma al punto de giro de la palanca a la que aplicamos dicha fuerza (Par = Fuerza x brazo de palanca) Así cuando aflojamos una tuerca con una llave, se origina un "par" (Fig. 194). Analogamente originamos un "par" cuando accionamos a mano una manivela (Fig. 195), o al transmitir la biela el efecto de la explosión a la muñequilla del cigüeñal (Fig. 28). En cualquier caso el valor del "par" se expresa en Kilogramos por metro (Kg. x m.).

Realmente quien vence la resistencia al desplazamiento de la máquina es su "par motor", que viene a ser la capacidad de hacer trabajo que tiene su motor. Volviendo al gráfico de la figura 29, observamos que, a diferencia de la potencia, el valor máximo del "par motor" no corresponde al

máximo número de revoluciones del cigüeñal.

Si el motor al que corresponde el citado gráfico, lo suponemos montado en un tractor en el que no existan mecanismos entre la salida del motor y las ruedas motrices, que reduzcan la velocidad del eje de salida del motor, de modo que las revoluciones del cigüeñal sean igual a las de las ruedas. Si se desliza el tractor por una superficie horizontal o de pendiente poco pronunciada, necesitaría un par motriz en las ruedas inferior a 50 Kg. x m., con lo que tendría mas que suficiente con el par máximo del motor.

Si el tractor ha de superar una fuerte pendiente, el par que necesitará ahora en las ruedas es mayor que en el caso anterior y superior al proporcionado directamente por el motor. Supongamos que necesita en las ruedas un par de 70 Kg. x m. para poder subir. Volviendo al gráfico de la figura 29, vemos que no logramos aumentar el par motor máximo de 50 Kg. x m. que da el motor, ni aumentando ni disminuyendo las revoluciones, con lo que además perderíamos potencia en el segundo caso.

Ahora bien, si introducimos una reducción de 1/2, entre el motor y las ruedas motrices, de tal forma que éstas den una sola vuelta mientras el motor da dos, aumentaremos el par máximo del motor al doble en las ruedas. Como el tractor necesita 70 Kg. x m. para subir la pendiente, al intercalar la reducción de 1/2 entre el motor y las ruedas, obtendríamos un par de unos 100 Kg. x m., siendo mas que suficiente para superar la pendiente sin que el motor se "cale".

Resumiendo lo expuesto, vemos que reduciendo el número de r.p.m. a la entrada de las ruedas o cadenas y manteniendo constantes las r.p.m. del motor, el par en las ruedas o cadenas (par motriz) aumenta en la misma proporción que reducimos la velocidad.

La caja de cambios de cualquier automóvil es, por consiguiente, un convertidor mecánico de par.

Si un tractor de transmisión directa, marcha a plena potencia del motor y de pronto aumenta la resistencia a vencer (aumento de pendiente, amontonamiento de tierras al empujar con el bulldozer, mayor dureza del terreno, etc.), hay que cambiar a una velocidad inferior para que el tractor siga empujando manteniendo la velocidad de plena potencia del motor. Al reducir el giro de las ruedas o cadenas y mantener la potencia del motor, lo que se logra es un aumento de par.

Entre el motor y la caja de cambios va intercalado un embrague, que los conecta o desconecta, según se accione o no el pedal o palanca de mando. Sabemos que para cambiar de velocidad, el mando del embrague deberá estar accionado (motor desembragado); una vez colocada la velocidad adecuada, el embrague debe de conectar el movimiento del cigüeñal a la transmisión de una manera progresiva (motor embragado); si la operación de embragado es demasiado rápida, la arran-

cada se efectúa con un movimiento brusco del tractor, con el consiguiente peligro de roturas en la transmisión. Si el desembrague no es completo, el disco resbala entre el plato opresor y el volante (patinamiento), lo que origina un indeseado calentamiento con el consiguiente desgaste.

Estos inconvenientes se eliminan con el convertidor hidráulico de par, cuyas ventajas sobre el embrague mecánico son las siguientes:

- Absorbe las cargas de choque sin que sufran el resto de elementos de transmisión; tales como las desarrolladas por un bulldozer al empujar materiales.

- Evita que el motor se cale por sobrecargas durante el trabajo, permitiendo que el motor haga funcionar al sistema hidráulico.

- Proporciona automáticamente las multiplicaciones de par necesarias para hacer frente al aumento de carga, sin tener que cambiar de velocidad, dentro de ciertos límites. La caja de cambios o la servotransmisión de la máquina, necesitan un menor número de relaciones (velocidades) que en la transmisión directa.

- Se elimina la necesidad del pedal del embrague, haciendo más cómodo el trabajo al maquinista, pues para conectar una velocidad o cambiar de la misma, basta con dejar de acelerar. Su uso es casi obligatorio en aquellas máquinas que requieren un continuo accionamiento del embrague durante su trabajo (pilas cargadoras, cargadores forestales de pinza, bulldozers, etc.).

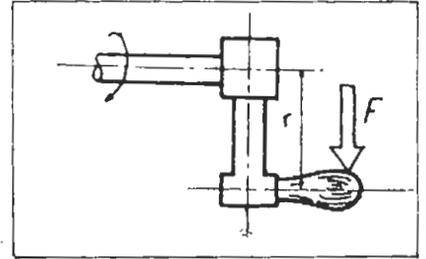
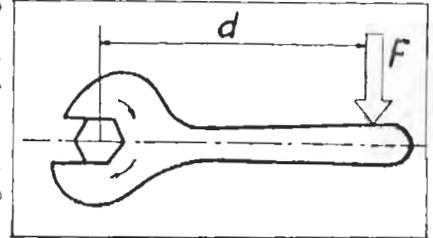
- Las arrancadas siempre son suaves y progresivas.

### Funcionamiento

Existen dos tipos de mecanismos hidráulicos empleados para transmitir el movimiento del motor a la transmisión: el "embrague hidráulico" y el "convertidor de par". Ambos dispositivos emplean fluidos, generalmente un aceite, para transmitir el movimiento. Veamos el funcionamiento de cada uno de ellos:

#### a) EMBRAGUE HIDRAULICO

En la figura 196 podemos observar el aspecto y principales elementos del embrague hidráulico. El cigüeñal (1) acaba en un volante hueco, en cuyo interior se alojan la "turbina" (3) y el "impulsor o bomba" (2), que forma parte del volante y gira solidariamente con él; mientras que la



Figs. 194 y 195. Dos ejemplos de "par de fuerzas". F.- Fuerza aplicada, d y r.- Brazo de palanca.

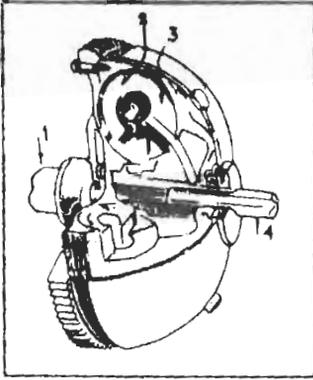


Fig. 196. Embrague hidráulico. 1.- Cigüeñal. 2.- Impulsor o bomba. 3.- Turbina. 4.- Eje de transmisión.

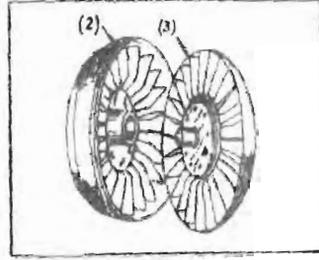


Fig. 197. (derecha). Detalle del impulsor (2) y turbina (3) del embrague hidráulico.

turbina va unida al eje (4) que va a la transmisión. Ambos llevan en su interior paletas o álabes rectos (fig. 197) y el espacio interior va lleno de aceite.

Al girar el motor, la fuerza centrífuga lanza el aceite hacia las paletas del impulsor, de cuyos espacios limitados entre éstas, pasa hacia los espacios limitados por las paletas de la turbina, desde la periferia hacia el centro, volviendo de nuevo al impulsor y estableciendo un circuito cerrado.

Cuando la velocidad de rotación del impulsor es suficientemente elevada, la turbina es arrastrada y gira a la misma velocidad, transmitiéndose de este modo el giro del motor a la transmisión sin resbalamiento de la turbina; así ocurre cuando la máquina se desplaza en llano o sin carga. Cuando la máquina tiene que vencer una carga o se encuentra con una pendiente fuerte, baja la velocidad de giro de la transmisión y, por tanto, la de la turbina. Al girar ésta más despacio que el impulsor, resbala y el aceite llega al impulsor con una dirección tal, que choca con sus paletas, convirtiéndose la energía del aceite perdida por resbalamiento en calor.

De lo expuesto deducimos que no hay aumento de par en el embrague hidráulico cuando baja la velocidad de transmisión al aumentar el esfuerzo de la máquina, va que el motor al perder potencia también el aceite pierde energía, al chocar procedente de la turbina con los álabes del impulsor al que resta potencia, disminuyendo por tanto, las revoluciones del motor, no existiendo aumento de par en el eje de salida. Por esta causa, el embrague hidráulico tiene pocas aplicaciones en maquinaria forestal.

#### b) CONVERTIDOR DE PAR

De aspecto similar al anterior, se diferencia esencialmente de aquel por llevar, entre impulsor y turbina, una rueda estacionaria de aletas, denominada "estátor" (4). Además, consta de los siguientes elementos: eje de salida (1), carrier o soporte (2), impulsor (3), turbina (5) y carcasa giratoria (6).

La carcasa giratoria (6) es accionada por un estriado

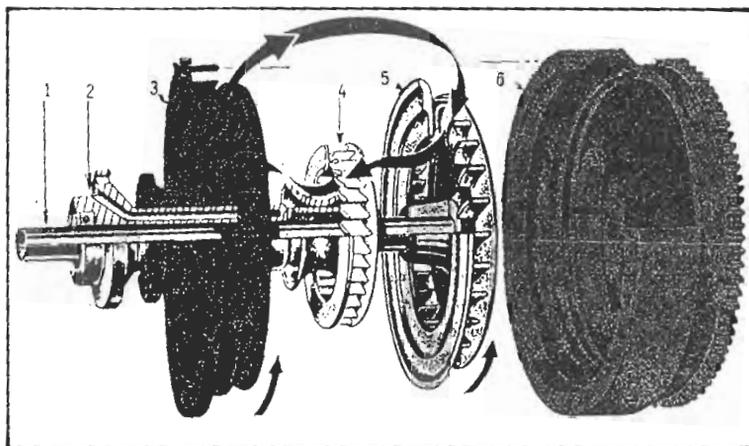


Fig. 198. Convertidor de par. 1.- Eje de salida a la transmisión. 2.- Carrier o soporte. 3.- Impulsor o bomba. 4.- Estátor. 5.- Turbina. 6.- Carcasa giratoria.

interior que lleva el volante del motor; el impulsor (3) está unido a la carcasa mediante tornillos; por tanto, gira con ella (Fig. 198). La carcasa es de fundición y el impulsor de aluminio.

La turbina (5) recibe aceite procedente del impulsor y acciona el eje de salida (1) del convertidor. La turbina, igualmente de aluminio, manda aceite al estátor (4).

El estátor (4) está fijado por el soporte (2) a la tapa del cárter del convertidor y permanece estacionario. Es de acero y su misión es mandar al impulsor el aceite que recibe de la turbina.

El aceite, procedente del grupo de válvulas de control de la transmisión, entra en el impulsor (3) por un conducto taladrado que tiene el soporte (2). El impulsor, accionado por el motor, actúa como una bomba centrífuga y arroja aceite hacia la periferia a la carcasa giratoria. Como ésta está curvada y es lisa interiormente, el aceite es obligado a pasar a la turbina (5). El aceite a elevada velocidad golpea las paletas de la turbina, haciendo girar a ésta y al eje de salida (1). El aceite procedente de la turbina pasa al estátor (4) y éste lo dirige nuevamente al impulsor (3), iniciándose de nuevo el ciclo.

Una pequeña cantidad de aceite sale continuamente por un conducto taladrado en el carrier o soporte y después de pasar por un enfriador (Fig. 67) vuelve al depósito de aceite de la transmisión para la lubricación de ésta.

Observemos ahora como se logra la multiplicación de par con un convertidor:

Cuando en el eje de salida no hay ninguna resistencia, el impulsor y la turbina giran a la misma velocidad. En estas condiciones, el aceite sale del estátor con una direc-

ción tal que choca bruscamente contra las paletas del impulsor. Este no puede girar mas de prisa porque va unido al volante del motor, el aceite pierde la velocidad que llevaba y la casi totalidad de su energía se transforma en calor producido por el choque con las paletas del impulsor. Como en anteriores choques con las paletas de la turbina y el estátor, el aceite ha ido perdiendo velocidad y energía con respecto a cuando salió del impulsor, resulta que al llegar de nuevo a éste no puede ayudar al aceite que sale de él a circular mas de prisa, que es la única forma de poder aumentar el par de salida con respecto al de entrada.

Si el eje de salida coge carga (supongamos un skidder durante la operación de arrastre), dicho eje y, por tanto, la turbina girarán mas despacio que el impulsor; al girar la turbina mas despacio, el aceite entra al estátor con una dirección tal que cuando sale de éste se dirige al impulsor de tal forma, que ahora parte del aceite no choca y se incorpora al que mueve el convertidor, comunicándole su energía y velocidad.

Ahora tenemos dos puntos importantes: por un lado la turbina gira mas despacio y, por consiguiente, cada espacio entre paletas está mas tiempo enfrentado con cada chorro de aceite que sale del impulsor; y por otro lado tenemos que además le entra aceite a mas velocidad y con mas energía que antes, debido a esa energía que le ha comunicado al aceite que sale del impulsor el aceite procedente del estátor.

Como la velocidad en el eje de salida es menor y la potencia del motor permanece casi constante, gracias a ese aumento de aceite sobre la turbina y que es en definitiva el que soporta el aumento de carga del eje de salida; el par aumenta, como vimos al principio, al disminuir las revoluciones del eje de salida y mantener la potencia constante.

Queda claro que el aumento de par depende de la dirección con que el aceite sale de la turbina, entra en el estátor, sale de éste y entra en el impulsor. La dirección con que el aceite sale de la turbina, depende de la velocidad de ésta con respecto al impulsor.

Hay una determinada velocidad de turbina con respecto al impulsor, en la cual el aceite entra a éste con tal dirección, proce-

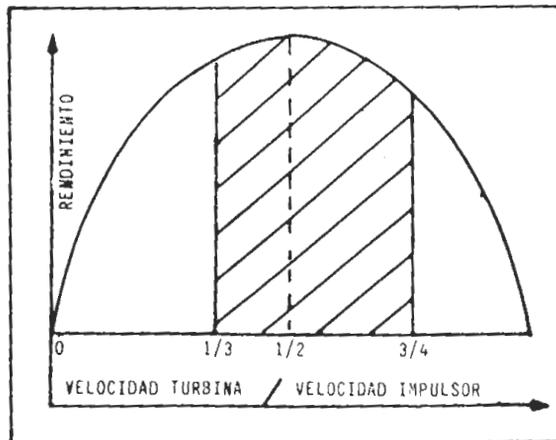


Fig. 199. Zona práctica de utilización del convertidor en los tractores CAT.

dente del estátor, que se aprovecha toda la velocidad y energía, no gastando ni perdiéndose practicamente nada en choques y rozamientos; o sea, en calor.

Esta velocidad suele ser de  $1/2$ ; es decir, cuando la turbina gira a mitad de revoluciones que el impulsor, es cuando se consigue el máximo rendimiento del convertidor. Este trabajará en otras muchas relaciones de velocidad, pero cuando la velocidad de la turbina no sea la mitad de la del impulsor habrá pérdidas por choques en forma de calor, ya que el aceite no pasa del estátor hacia el impulsor en la dirección adecuada.

Cuanto mas se aleje la relación  $1/2$ , mayores serán las pérdidas. Habrá entonces, unas zonas en las cuales las pérdidas son tan grandes que no interesa que trabaje en ellas el convertidor, pues se originaría un sobrecalentamiento del aceite. Esto es lo que ocurre cuando se asciende una pendiente con una velocidad larga -con el convertidor el motor nunca se cala-, pudiéndose evitar facilmente conectando en la servotransmisión la relación adecuada.

Queda pues, una zona práctica de utilización (Fig. 199) que en los tractores Caterpillar es la que abarca desde  $1/3$  a  $3/4$  (relación entre la velocidad de turbina e impulsor), en la cual si puede trabajar bien el convertidor, aunque la ideal es  $1/2$ .

Al ser reducido este margen de velocidad es por lo que a continuación del convertidor, el tractor tiene que llevar una caja de cambios (normalmente es una servotransmisión) que le permita extender el margen de funcionamiento a límites mas amplios, reduciendo mas la velocidad de las ruedas o cadenas y multiplicando el par en la misma proporción.

El único inconveniente que a nuestro juicio presenta el convertidor y que se manifiesta especialmente en los tractores forestales de neumáticos, es que el motor retiene poco en los descensos pronunciados; obligando a bajar con una velocidad muy corta -normalmente la 1ª- y a llevar el motor ligeramente acelerado, lo que eleva el consumo de combustible en las bajadas.

La figura 200 corresponde a una sección longitudinal del convertidor; en la 201 se observa como es en la realidad.

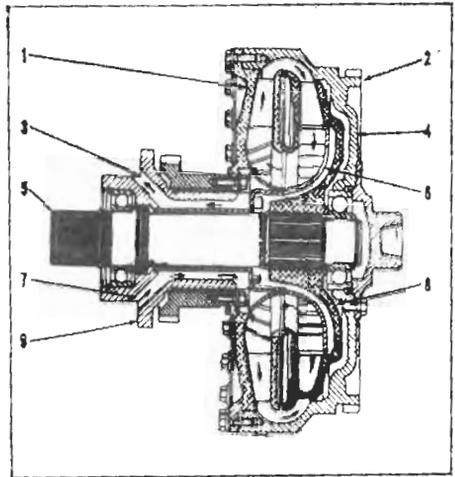


Fig. 200. Convertidor de par seccionado. 1.- Impulsor. 2.- Dentado del volante. 3.- Salida del aceite hacia el enfriador y servotransmisión. 4.- Volante. 5.- Eje de salida a la transmisión. 6.- Estátor. 7.- Entrada de aceite. 8.- Turbina. 9.- Carrer o soporte.

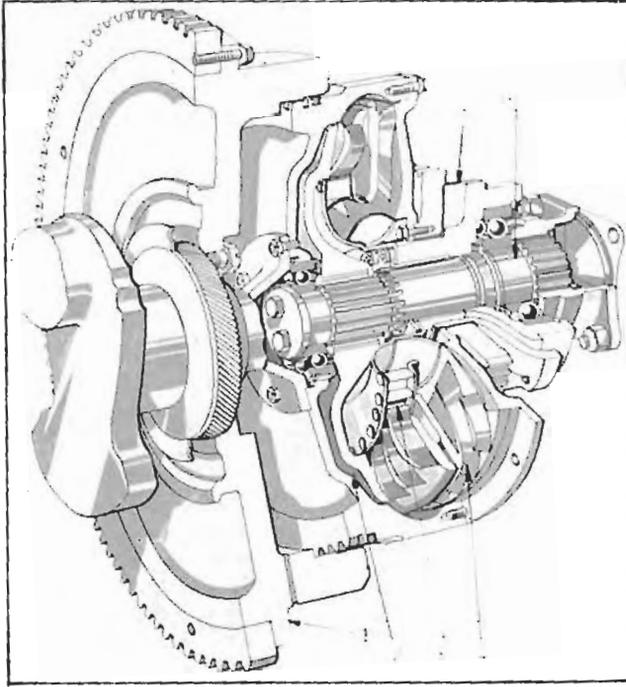


Fig. 201. Sección real de un convertidor (FIAT). 1.- Volante. 2.- Turbina. 3.- Estátor. 4.- Impulsor. 5.- Soporte. 6.- Eje de salida.

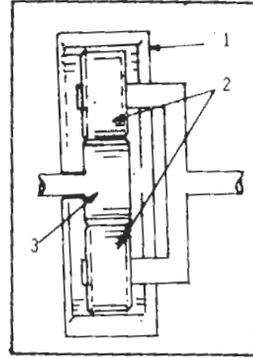


Fig. 202. Tren de engranajes planetarios del divisor de par. 1.- Corona. 2.- Sateélites. 3.- Planeta.

### DIVISOR DE PAR

Cuando un tractor con hoja topadora está trabajando, el convertidor de par proporciona automáticamente la multiplicación de par necesaria para adaptarse a los diferentes cambios de carga, sin necesidad de cambiar de marcha. Pero los tractores también realizan trabajos leves, como acarrear o apilar materiales o los desplazamientos de la máquina en vacío. En estos casos, la transmisión directa presenta más ventajas, por lo que algunos tractores de orugas con hoja topadora (bulldozer), llevan también un "divisor de par".

Esta unidad puede proporcionar una transmisión de fuerza por medio del convertidor de par cuando se necesite y, como transmisión directa, cuando el trabajo de la máquina lo requiera.

Un "divisor de par" está formado por un convertidor de par, análogo al descrito anteriormente, y un tren de engranajes planetarios (Fig. 202). Ambos mecanismos forman un conjunto único que de forma seccionada podemos observar en la fig. 203.

Al hablar del "convertidor de par", se decía que cuando la turbina y el impulsor están girando a la misma velocidad, el par de salida es igual al de entrada; pero cuando la máquina encuentra carga, el eje de salida y la turbina reducen su velocidad, llevándose a cabo la multiplicación de par; es decir, el "par de salida se hace mayor que el de entrada".

De lo expuesto anteriormente se deduce lo siguiente:

"Mientras mas grande sea la diferencia entre las velocidades de giro del impulsor y la turbina, mayor será el par de salida".

Después de recordar estos conceptos, volvemos al dibujo de la fig. 203, en el que se muestra el divisor de par y en el que podemos distinguir dos cuerpos. El de la izquierda es la parte correspondiente al convertidor de par y que está seccionado; el de la derecha, con un dentado exterior, es el cuerpo que encierra el tren de engranajes planetarios.

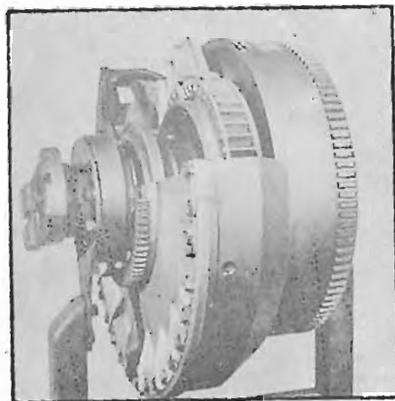


Fig. 203. Divisor de par (CAT.).

En el esquema de la fig. 204, podemos apreciar los elementos que forman el conjunto. El volante (1) está hecho de tal forma que mueve al planeta (2) y al impulsor (3) del convertidor al mismo tiempo. Podemos ver que la turbina (8), está situada de modo que accione la corona (4). El eje de salida (7) está estriado y es accionado unicamente por el portasatélites (6); los satélites (5) están accionados por la corona y el planeta. En esta unidad el par motor se transmite al eje de salida por dos trayectorias; de ahí el nombre de "divisor de par".

- La primera trayectoria es una conexión mecánica directa al planeta. Imaginemos que no hay carga para la máquina

(desplazamiento en llano y en vacío); el volante acciona al impulsor y al planeta de forma directa. Si suponemos que el impulsor y la turbina están girando a la misma velocidad. Si no hay carga en el motor, el

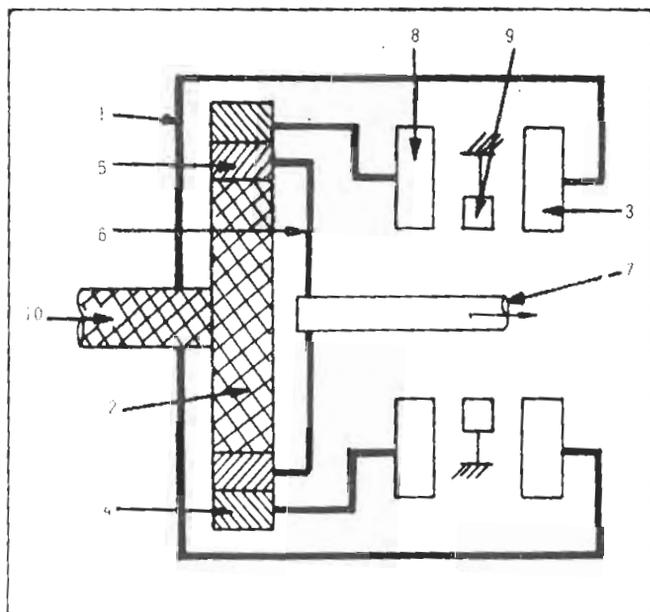


Fig. 204.- Esquema del divisor de par. 1.- Volante. 2.- Planeta. 3.- Impulsor. 4.- Corona. 5.- Satélite. 6.- Portasatélites. 7.- Eje de salida. 8.- Turbina. 9.- Estátor. 10.- Cigüeñal.

eje de salida no tendrá restricción y el portasatélites giraría con éste a la misma velocidad.

- La segunda trayectoria es a través del convertidor de par a la corona. Si el eje de salida y el portasatélites reducen su velocidad al encontrar carga la máquina, se reduce la velocidad de traslación de los satélites y empiezan a girar sobre su eje debido a que no ha cambiado la velocidad del planeta. Esto motiva la reducción de velocidad de la turbina y corona, entrando a funcionar realmente el convertidor.

### SERVOTRANSMISION

La "servotransmisión" suele sustituir a la clásica caja de cambios, en aquellas máquinas que por la naturaleza de su trabajo tienen que cambiar frecuentemente de marcha o invertir su sentido. En maquinaria forestal es el sistema de transmisión mas empleado, tanto en bulldozer como en cargadores de pinza, arrastradores o autocargadores.

Su manejo es extraordinariamente cómodo, ya que al ir montada con un convertidor, no hay que accionar pedal alguno

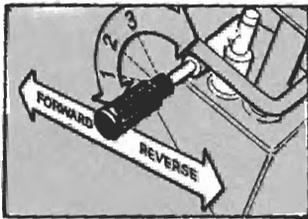
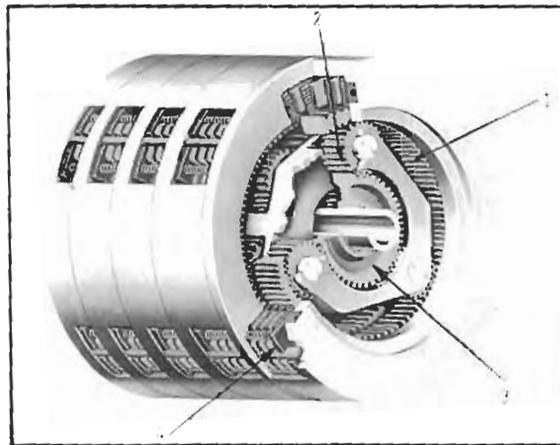


Fig. 205. Mando de la servotransmisión (CAT).

Fig. 206 (Derecha). Conjunto de una servotransmisión (CAT)  
1.- Corona. 2.- Satelite. 3.- Planeta. 4.- Embrague de discos múltiples.



para cambiar de marcha; siendo una palanca colocada a la izquierda del maquinista, sobre la columna de dirección, la que facilita el control completo de la transmisión. La fig. 205 corresponde al mando de la servotransmisión de un arrastrador (skidder) de la firma CAT. La palanca tiene dos movimientos, con tres posiciones en cada uno de ellos: horizontal y giratorio.

El funcionamiento es muy simple: si el número 1 está frente al índice y a su vez se encuentra en su posición mas avanzada, en sentido horizontal; la máquina se desplazará hacia adelante en 1ª; si estuviera en su posición media, la máquina no se desplazaría por estar en punto muerto (aunque el núm. 1 esté sobre el índice); por último, si tiramos de la palanca hacia atrás, la máquina seguirá en primera,

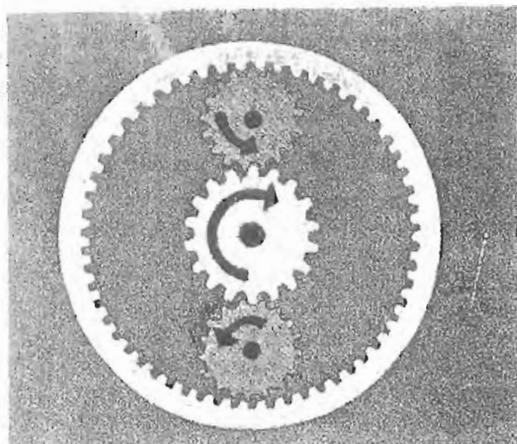


Fig. 207

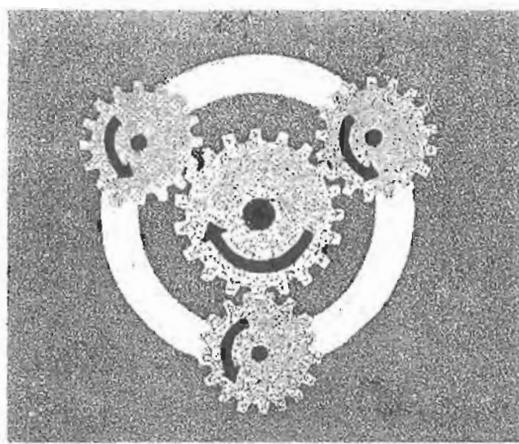


fig. 208

pero se desplazará en marcha atrás. Para cambiar de velocidad, bastará con girar la palanca de modo que el número que coincida con el índice, corresponda al de la velocidad elegida; siendo aconsejable que esta operación se realice con el motor en ralentí, a fin de que el convertidor "desembraque".

Aunque cabe la posibilidad de conectar una velocidad de retroceso con la máquina en movimiento de avance; es, igualmente, aconsejable, detener la máquina usando el freno para la operación.

Veamos a continuación sus elementos y funcionamiento:

En la fig. 206 se muestra una servotransmisión, tal como es en la realidad. Esta consiste en varios juegos de embragues y engranajes planetarios, montados uno a continuación de otro. La del dibujo, consta de cuatro juegos (dos velocidades, avance y retroceso).

Los engranajes planetarios reciben este nombre debido a que están dispuestos igual que nuestro sistema solar, con los piñones denominados "satélites" girando alrededor de otro llamado "planeta".

La fig. 207 muestra un tren de engranajes planetarios incompleto, formado por: una "corona", que es el engranaje envolvente que va provisto de un dentado interior; un "planeta" o engranaje central; varios "satélites" o engranajes colocados entre el planeta y la corona.

El elemento que faltaba en la fig. 207, es el "portasatélites" mostrado en la fig. 208; siendo éste el elemento soporte donde van montados los satélites (obsérvese que en el dibujo no se ha representado la corona).

El planeta en movimiento engrana con los satélites, soportados por los portasatélites, haciéndolos girar en sentido contrario al que lleva y éstos arrastran a la corona en su mismo sentido de giro.

Con este dispositivo se puede transmitir el par de fuerza del motor a los mandos finales y así accionar la máquina.

Para transmitir por medio de un tren de engranaje planetario, deben existir tres condiciones:

1ª Un miembro debe mandar.

2ª Un miembro debe quedar fijo.

3ª Un miembro transmitirá par.

En un tren de engranajes planetarios, bajo estas condiciones, se pueden hacer las combinaciones siguientes:

1ª Si la corona está fija, mientras por el planeta entra el par de fuerza, el portasatélites será accionado y girará en el mismo sentido que el planeta, pero a menos velocidad.

2ª Si la corona está fija y por el portasatélites entra par, el planeta será accionado y girará en la misma dirección que el portasatélites pero a mas velocidad.

3ª Si el portasatélites está fijo y por el planeta entra par, la corona será accionada y girará en dirección contraria al planeta y a menos velocidad.

4ª Si existe un juego adicional de satélites y la corona está fija, entrando el par por el planeta, el portasatélites será accionado y girará en sentido contrario al planeta y a menos velocidad.

Estas dos últimas combinaciones se utilizan para lograr la marcha atrás.

Veamos algunas de las combinaciones anteriores:

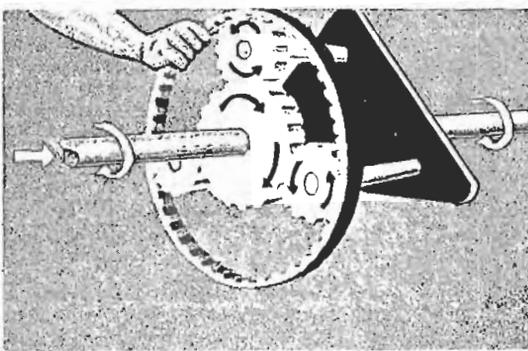


Fig. 210

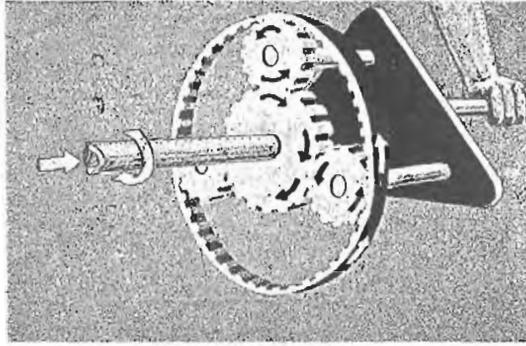


Fig. 209

En la fig. 209 se muestra como el portasatélites ha sido sujetado y vemos que el par de fuerza, según indica la flecha, entra por el planeta. El eje que acciona el planeta gira a derechas, por consiguiente, éste también girará en el mismo sentido. El planeta accionará los satélites y los hará girar en sentido opuesto al suyo.

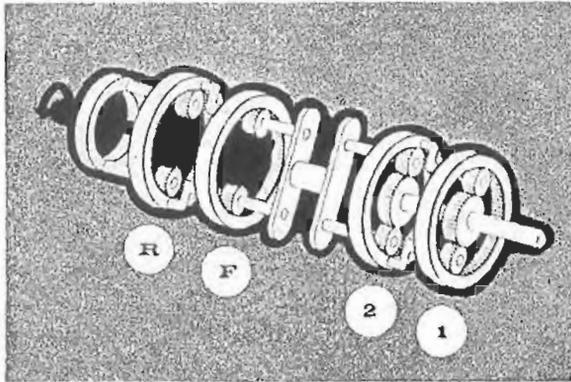


Fig. 211. Esquema de funcionamiento de una servotransmisión básica. 1.- Engranaje planetario para la primera velocidad. 2.- Id. para la segunda. R.- Id. para marcha atrás. F.- Id. para marcha hacia adelante.

Los satélites en su giro engranan con el dentado interior de la corona y la arrastran en la dirección de su movimiento, obligándola a girar en el mismo sentido que los satélites y al contrario que el planeta, por lo que conseguimos una "inversión de movimiento!"

En la fig. 210, el elemento fijado es la corona y por el planeta entra el par de fuerza. El planeta acciona los satélites

haciéndolos girar y trasladarse al mismo tiempo; puesto que al estar fija la corona y ofrecer un freno al giro de los satélites, éstos para poder girar se ven obligados a trasladarse arrastrando al portasatélites, que se trasladaría en el mismo sentido que el planeta. Vemos, pues, que también se cumplen en este caso las condiciones para la transmisión de par.

Cada uno de los trenes de engranajes planetarios es controlado por un embrague accionado hidráulicamente. Al ser accionado éste embrague evita que la corona gire. El embrague (4 de la fig. 206) está formado por discos y platos alternados, unos completamente metálicos y otros revestidos de bronce sinterizado. Dichos embragues están accionados hidráulicamente por aceite a presión; se sueltan al bajar la presión del aceite por la acción de unos fuertes muelles.

Quede claro que cada juego de embrague, sirve para inmovilizar la corona de su tren planetario.

Visto todo esto, veamos a continuación como está formada la servotransmisión (Fig. 211):

Existe un embrague y un conjunto planetario para cada velocidad de la transmisión y también para ambos sentidos de marcha. La más básica, está formada por cuatro paquetes de embragues, distribuidos de la forma siguiente:

- Nº 1. Marcha atrás o retroceso (R).
- Nº 2. Marcha hacia adelante (F).
- Nº 3. Segunda velocidad (2).
- Nº 4. Primera velocidad (1).

El par motor es transmitido al eje de entrada, a la izquierda, por medio de un convertidor de par. Los planetas de la "segunda" y "primera" velocidad, van montados en el eje de salida y giran con él.

La pieza central, a la vez que sirve de elemento de unión entre los trenes planetarios direccionales y los de velocidad, hace de doble portasatélites para los trenes planetarios de marcha adelante (1') y segunda velocidad (2). Como puede deducirse, la servotransmisión consta de dos partes; una correspondiente al sentido de marcha y otra a velocidad.

Para que se desplace la máquina, deben estar frenadas las coronas correspondientes al sentido de marcha y velocidad elegidos. Así si queremos avanzar en primera, estarán accionados los embragues y, por tanto, frenadas las coronas de los trenes 1 y 1'; para lo que debemos situar la palanca de mando (Fig. 205) en FORWARD y en 1; para retroceder en 1ª, se inmovilizarían las coronas 1 y R (palanca en 1 y REVERSE); y de idéntica forma para cada una de las velocidades y sentido elegidos.

Por último, decir que este tipo de transmisión, es el que denominan en los catálogos publicitarios de algunas máquinas como "POWER -SHIFT".

#### Mantenimiento y uso del convertidor y servotransmisión:

Ambos mecanismos suelen ofrecer una gran fiabilidad, estando calculados para que funcionen durante miles de horas, sin presentar problemas, siempre que las precauciones mínimas de uso y mantenimiento sean cumplidas. Resta decir que son mecanismos de alta precisión, que en caso de avería solo deben ser manipulados por un mecánico especialista, preferentemente de la casa constructora de la máquina.

Las operaciones de uso y conservación, correspondientes al operador, se limitan a las siguientes:

a) No hacer "patinar" el convertidor excesivamente. De hacerlo perderemos par, gastaremos mas combustible y calentaremos el aceite, degradándolo precozmente. esto se evita seleccionando la marcha adecuada a la pendiente o carga a vencer. Detener la máquina con el freno en los cambios de sentido, a no ser que la velocidad de desplazamiento sea muy baja.

b) Controlar la temperatura del aceite durante el trabajo. La máquina va provista de un termómetro para este fin, reconocible por llevar las siluetas de un termómetro de tubo y un piñón.

c) Revisar la varilla de nivel al empezar la jornada y reponer, si fuese necesario, con aceite del tipo recomendado por el fabricante. Algunos constructores emplean para ambos mecanismos el mismo aceite del motor de la máquina, debiendo cumplir éste las especificaciones de calidad para servotransmisiones. Por ejemplo, la firma Caterpillar, recomienda un aceite SAE 30 ó 40, que cumpla las especificaciones correspondientes a un "servicio severo" en el motor (A.P.I. CD) y la específica CAT para servotransmisión (TO-2). Dicho aceite, y su filtro correspondiente, debe ser sustituido en el periodo establecido por el fabricante.

## TRANSMISION DIRECTA

El concepto de "transmisión directa", se aplica a aquellas transmisiones provistas de embrague mecánico, generalmente de disco, y caja de cambios, mecánica de ejes paralelos.

La combinación de ambos mecanismos permite controlar la fuerza desarrollada por el motor del vehículo; tanto en lo que se refiere al sentido de marcha, velocidad y par.

Dichas funciones tienen por misión el máximo aprovechamiento de la energía mecánica producida en el motor; el cual solo gira en un sentido, de modo que si no se acopla a la salida del cigüeñal un mecanismo capaz de transmitir el giro en dos direcciones, las posibilidades de movimiento serían muy pobres, pues el vehículo solo se movería en un sentido.

En cuanto al control de velocidad, sabemos que el motor suele girar a unas revoluciones casi constantes, siempre que mantengamos el acelerador en una misma posición. Por tanto, si vamos variando la posición del acelerador, tendremos a primera vista una amplia gama de velocidades de rotación del motor, por lo que cabe pensar que serían suficientes si el motor no tuviera que impulsar al vehículo o vencer alguna resistencia. Sin embargo, el vehículo unas veces necesitará marchar mas rápido que otras, con lo que requiere de un mecanismo que nos permita obtener una gama mas amplia de velocidades que la que podamos conseguir con el acelerador. Esto nos permitirá adaptar la velocidad y potencia a las irregularidades o trazado del camino, manteniendo las r.p.m. del motor casi uniformes e incluso en las correspondientes al máximo par motor.

Para que una máquina trabaje con la máxima eficiencia, necesitamos de este mecanismo para multiplicar el par motor. Un vehículo con transmisión directa, con su motor girando a la velocidad de régimen o de máximo rendimiento, puede tirar unas cinco veces mas en 1ª marcha que en 5ª.

De lo expuesto, deducimos que cualquier vehículo, y con mayor razón una máquina que ha de trabajar en un medio tan hostil como es el monte, necesita poder "controlar el sentido de marcha, la velocidad y el par". Estas funciones las consigue através de la caja de cambios, de las que podemos diferenciar dos tipos principales:

- De engranajes deslizantes y dientes rectos.
- De engranajes de toma constante o collar deslizante y dientes oblicuos.

Veamos cada una de ellas:

### CAJA DE CAMBIOS DE ENGRANAJES DESLIZANTES

En general consta de tres ejes paralelos, provistos de varios engranajes de dientes rectos, algunos de los cuales pueden deslizarse a lo largo de su eje mediante estrías y acoplarse con su compañero correspondiente, que es fijo

con su eje, para obtener las distintas relaciones o "velocidades" y multiplicar el par en uno u otro sentido de marcha.

En la figura 212 se representa una caja de cambios básica de este tipo. A continuación tratamos los elementos principales que la forman y sus funciones.

El "eje primario" (1) puede recibir el movimiento directamente del motor a través del embrague, o con la interposición de un "inversor" o un "reductor", ubicados entre la caja de cambios y el embrague. De cualquier forma, siempre está engranado en toma constante con un piñón del eje intermedio.

El "eje intermedio" (2), lleva varios piñones (5) de diferentes tamaños y solidarios con él; uno en toma constante con el piñón del primario que es por donde recibe el movimiento; otro engranado con el piñón de la marcha atrás (4) y otros que engranan alternativamente con el del secundario para obtener las distintas "velocidades".

Sobre el "eje secundario" (3), van colocados unos piñones desplazables, que en el caso de la figura 212, son dos de diferente tamaño; uno para la 1ª y marcha atrás (N.A.); otro para la 2ª y 3ª. Pueden deslizarse sobre el estriado del eje. Cada desplazable está compuesto por un piñón unido a un collarín, en cuya garganta se aloja una horquilla (7) que se acciona por medio de la palanca de cambios (10) mediante unas barras (11). Al estar los desplazables interiormente estriados y el eje secundario también; éstos pueden deslizarse a todo su largo; pero si alguno de ellos gira engranado con un piñón del eje intermedio, transmitirá su movimiento al eje secundario, quien lo pasará al puente trasero del vehículo.

Las barras de unión (11) permiten a la palanca de cambios, a través de las horquillas (7), mover los desplazables; éstas barras llevan unas muescas donde se alojan unos

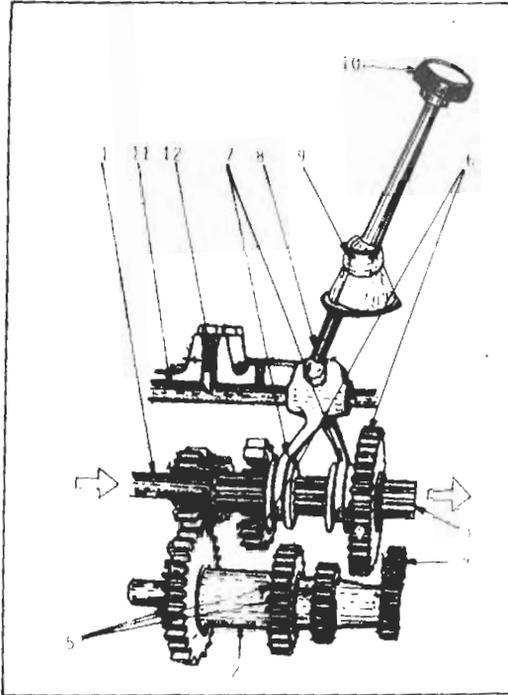


Fig. 212. Caja de cambios de engranajes deslizantes con dientes rectos, para tres velocidades de avance y marcha atrás. 1.- Eje primario. 2.- Eje intermedio. 3.- Eje secundario. 4.- Piñón de marcha atrás. 5.- Piñones fijos al árbol intermedio. 6.- Piñones desplazables sobre el secundario. 7.- Horquillas. 8.- Dedo de palanca. 9.- Rótula. 10.- Palanca de cambios. 11.- Barras de unión. 12.- Fiador de seguridad.

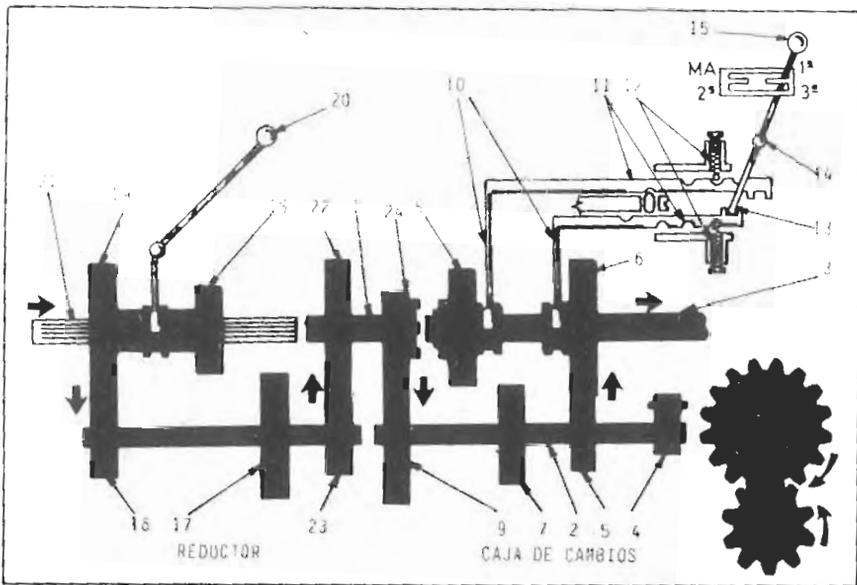


Fig. 213. Esquema de funcionamiento de una caja de engranajes deslizantes, para tres velocidades, marcha atrás y provista de reductor. 1.- Eje primario. 2.- Id. intermediario. 3.- Id. secundario. 4.- Piñones de marcha atrás. 5.- Piñón fijo para la 1ª. 6.- Piñón desplazable para la 1ª. 7.- Piñón fijo de la 2ª. 8.- Id. desplazable para la 2ª y 3ª. 9.- Piñón receptor del movimiento desde el 24 del primario. 10.- Horquillas. 11.- Barras de unión. 12.- Fiadores de seguridad. 13.- Dedo de palanca. 14.- Rótula. 15.- Palanca de cambios. 16 y 17.- Piñones fijos del reductor. 18 y 19.- Id. desplazables. 20.- Palanca accionadora del reductor (para seleccionar la marchas cortas o largas). 21.- Eje de transmisión desde el embrague. 22 y 23.- Piñones que conectan reductor y caja de cambios. 24.- Piñón del primario.

fiadores de seguridad (12), que impiden que una vez conectada una velocidad, ésta se pueda salir, si no es por la presión ejercida sobre la palanca por el conductor.

El "reductor", que como ya hemos indicado va colocado entre la caja de cambios y el embrague en algunas máquinas, tiene la misión de reducir el movimiento de giro del motor y aumentar el par, antes de la caja de cambios. Cuando se acciona este mecanismo, el vehículo dispone de una gama de velocidades llamadas "cortas", que le permiten realizar trabajos que requieren una mayor potencia.

Veamos ahora como se consiguen las diferentes relaciones o velocidades, sirviéndonos de la figura 213, que corresponde a una caja de cambios básica de tres velocidades hacia adelante y marcha atrás, provista de reductor.

El movimiento procedente del embrague entra por el eje 21, que va estriado y por él pueden desplazarse los piñones 18 y 19. En la posición del dibujo, que corresponde a las marchas "largas", el piñón 19 transmite movimiento al 16 y éste, a través de su eje lo pasa al 23, quien lo pasa al

22, que es solidario con el eje primario (1) de la caja de cambios. Para conectar las marchas "cortas" habría que situar la palanca (20) en su posición mas alta, desplazando los piñones 18 y 19 hacia la derecha, desconectando el 16 del 19 y conectando 18 a 17. Como 17 tiene un mayor número de dientes que 18, se producirá la reducción deseada en la caja de cambios, por lo que duplicaremos las relaciones de ésta.

Sabemos que esta caja tiene tres velocidades (1ª, 2ª y 3ª) y que cuanto mas pequeño sea el número que designa a la relación o velocidad, mas par comunica la caja a la entrada del puente trasero; pero, logicamente, reduciendo las vueltas. Así el tractor tendrá mas capacidad de arrastre en 1ª que en 3ª, pero se desplazará mas lentamente.

Igual que ocurre en el reductor, las diferentes velocidades se consiguen en la caja jugando con la relación de dientes del eje primario y los del secundario. Así la 1ª velocidad corresponde a la relación de la figura, pues vemos que se ha conectado el piñón menor (5) del intermediario, con el mayor (6) del secundario. Obsérvese que aparte de la reducción del "reductor", ya existe una anterior reducción en el piñón 9 que mueve al intermediario desde el 24 del primario. La 2ª velocidad se obtiene al engranar los piñones 7 y 8 (desconectando previamente 5 y 6); en los que la reducción será menor al ser casi igual el número de sus dientes. La velocidad mas larga, la 3ª en este caso, se consigue conectando directamente los piñones 24 y 8, merced al almenado frontal del que van provistos. Razón ésta por la que tambien se denomina "directa" a la relación mas larga del vehículo. Por último, la marcha atrás, en la que el eje secundario deberá girar en sentido opuesto al del primario, se consigue con el mismo piñón desplazable de la 1ª, conectado el par de pequeños piñones 4. Cuando no existe conexión directa entre piñones de los ejes intermediario y secundario, la caja estará en "neutro" o "punto muerto".

Posteriormente se producirán dos reducciones mas en el puente trasero y antes de que el movimiento llegue a las ruedas; una en el par cónico y otra en los reductores o "mandos" finales.

En la figura 214 se representa a una caja de cambios seccionada, similar a la del esquema anterior, pero con cuatro velocidades hacia adelante; igualmente, va provista de reductor, con lo que duplica las velocidades. En la figura 215 están los esquemas de cada una de las relaciones que se obtienen con la caja anterior; la columna de la izquierda corresponde a las marchas "largas" y la derecha a las "cortas"; o sea, con el reductor conectado.

El ya citado "inversor", situado en algunas máquinas que lo llavan antes de la caja de cambios -tambien puede ir después-; está ideado especialmente para aquellas máquinas que durante su trabajo tienen que cambiar frecuentemente el sentido de su dirección, ahorrando el tiempo que invertiría en dar la vuelta, para retroceder al lugar de inicio

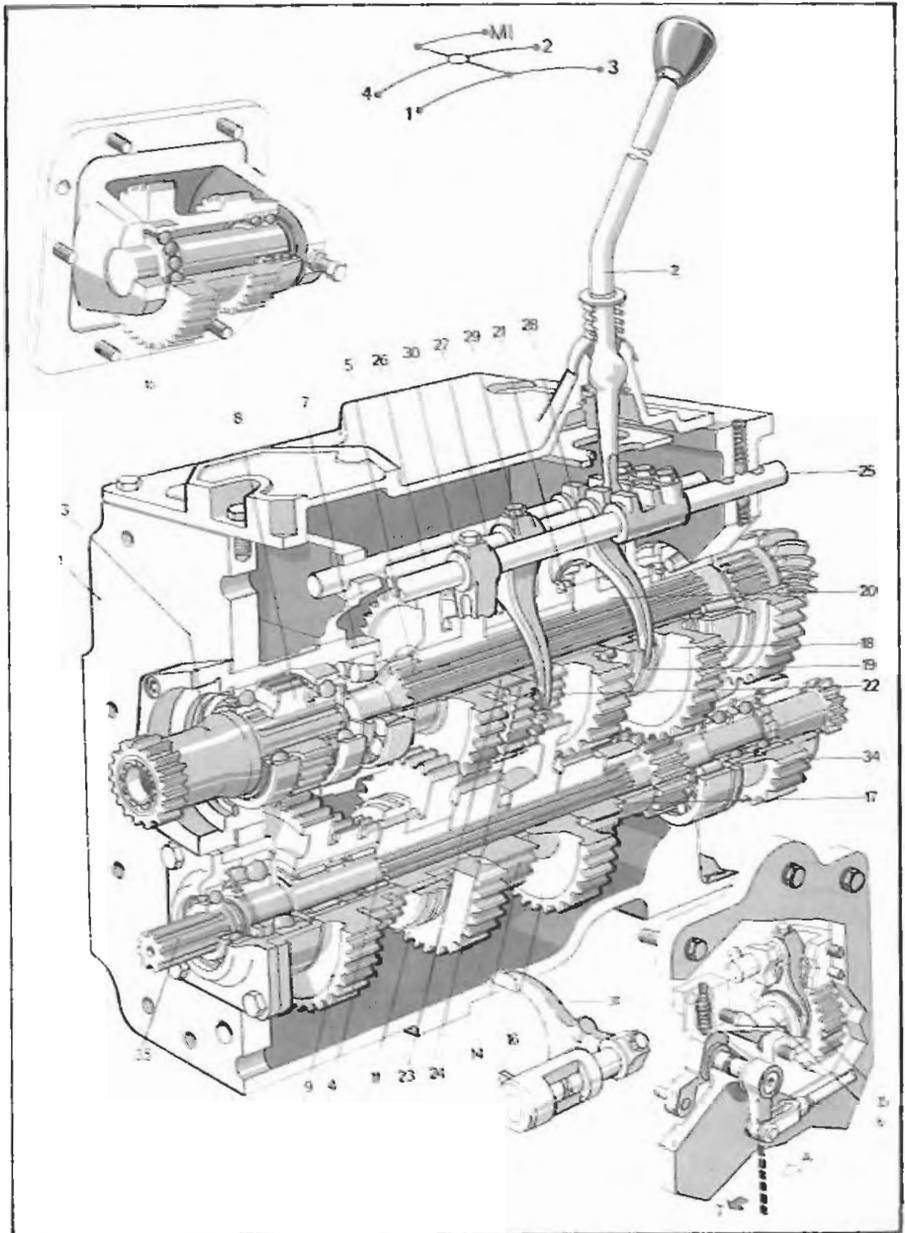


Fig. 214. Sección real de una caja de cambios de engranajes deslizantes (UTB). 1.- Címbal. 2.- Eje de cambios. 3.- Eje primario. 4.- Eje intermediario. 5.- Eje secundario. 6.- Armazón del piñón intermedio de la marcha atrás. 7.- Armazón principal. 8.- Piñón fijo del primario. 9.- Id. receptor del secundario. 10.- Piñones del reductor. 11.- Piñón conducido del reductor. 14.- Piñón conductor para la 2ª y M.A. 15.- Piñón intermedio de la M.A. 16.- Piñón conductor de la 4ª. 17.- Id. de la 3ª. 18.- Id. de la 1ª. 19.- Collar desplazable para la 1ª y 3ª. 20.- Cubo de id. 21.- Piñón conducido 3ª velocidad. 22.- Id. de la 4ª. 23.- Cubo ranurado para la 2ª y

4ª velocidad. 24.- Manguito ranurado para 2ª, 4ª y M.A. 25.- Eje palanca acoplamiento de M.A. 26.- Eje-horquilla para la 2ª y 4ª. 27.- Id. para la 1ª y 3ª. 28.- Horquilla de 1ª y 3ª. Id. de 2ª y 4ª. 30.- Palanca de acoplamiento M.A. 31.- Horquilla acoplamiento del reductor. 34.- Engranaje sincronizado de la toma de fuerza. 35.- Eje intermediario de la toma de fuerza.

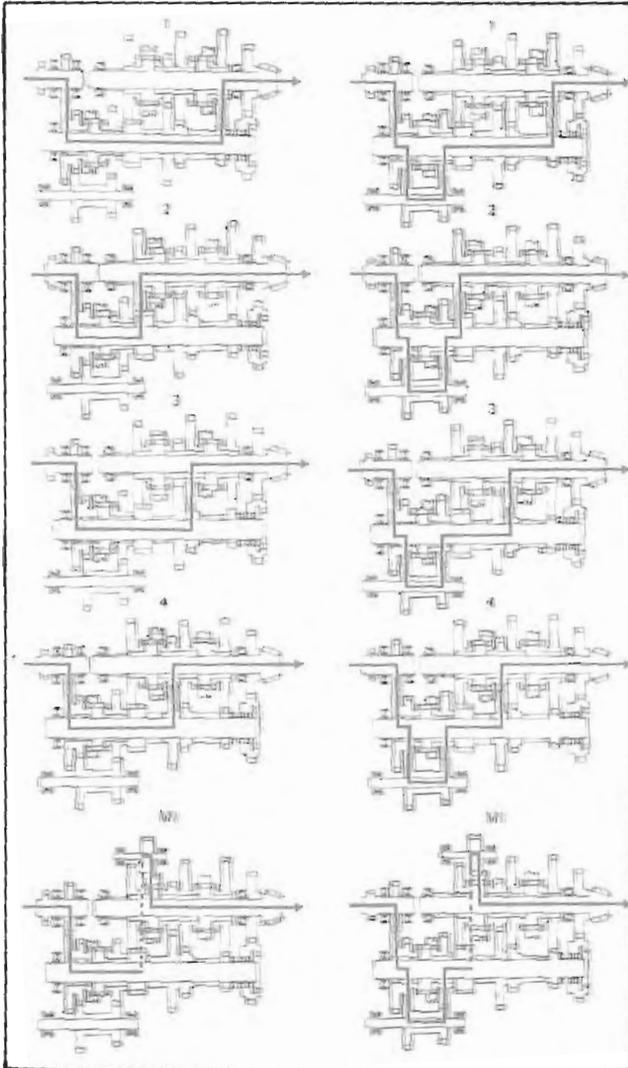


Fig. 215.- Esquema de las diferentes relaciones que se consiguen con la caja de la figura anterior. Columna de la izquierda: velocidades largas (sin conectar reductor). Id. de la derecha: velocidades cortas (reductor conectado).

*del trabajo; o bien, con la lentitud que supone el tener que caminar con la marcha atrás. Con este mecanismo, la máquina puede marchar hacia adelante o hacia atrás, en cualquier velocidad.*

### CAJA DE CAMBIOS DE TOMA CONSTANTE O COLLAR DESLIZANTE

Como la anterior, tiene tres ejes paralelos en los que van colocados un cierto número de engranajes. No obstante, existen ciertas diferencias, tales como:

- Los engranajes son de "dientes oblicuos", en vez de rectos como en los engranajes de la caja anterior.
- Los trenes de engranajes de esta transmisión están continuamente engranados; pues éstos no son desplazables, sino que lo que se desplaza son unos "collares".
- Las horquillas de cambio, encajan en los "collares deslizantes independientes".

Existen varias razones por las que se emplean dientes oblicuos o helicoidales, en este tipo de transmisión:

- Los dientes son mas fuertes, al presentar mas superficie de contacto; por tanto, la presión que por unidad de superficie soportarán cuando trabajan, será menor, en comparación con otro engranaje recto del mismo diámetro.
- Trabajan con mas suavidad y menos ruido que los rectos, porque son varios los dientes que engranan a la vez.

Estas son las razones que hacen que este tipo de transmisión sea utilizado por las máquinas mas potentes y en los vehículos ligeros; si bien, en estos últimos, ha de ser "sincronizada" como después veremos (Fig. 216).

Veamos a continuación, algunas particularidades sobre el funcionamiento de estas transmisiones:

- Los engranajes de mando van estriados interiormente a su eje y giran con él.
- Los engranajes accionados giran sobre casquillos o bujes, mientras que estos bujes van estriados interiormente y giran con el eje.
- La maza central de los engranajes accionados tienen un dentado con objeto de engranar con el estriado interior de los collares deslizantes.

- Cada engranaje accionado tiene a su lado un conjunto de collar deslizante.

- Un mismo conjunto de collar deslizante puede engranar con uno o dos engranajes accionados, pero nunca simultaneamente en dos de ellos.

El par motor pasa desde el engranaje de mando al engranaje accionado y desde éste, a través de

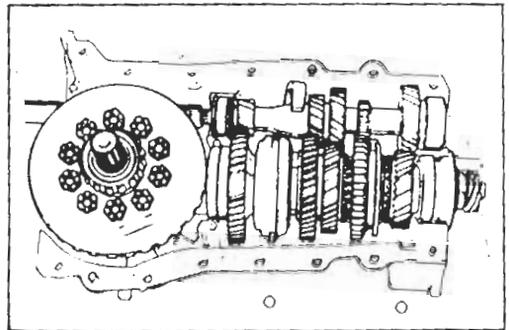


Fig. 216. Vista interior de una caja de cambios de automóvil, con los engranajes de toma constante y sincronizada (RENAULT).

la maza central que la comunicará al collar deslizante y éste al eje secundario.

- Los collares deslizantes una vez acoplados no podrán desacoplarse, mientras estén bajo carga, pero son fácilmente desacoplables cuando no la tienen.

En resumen, en una caja de cambios de toma constante, el par de piñones de cada velocidad están siempre engranados, si bien los "accionados" suelen girar locos sobre su eje. Cuando se conecta una velocidad lo que se hace es fijar el piñón accionado a su eje, merced a la interposición de los collares deslizantes. En la figura 217 se observa el detalle de como se fijan los piñones accionados a sus ejes respectivos. El eje 4 está estriado y sobre él gira loco el piñón 3, merced a la interposición de un casquillo o buje no visible en la figura; 1 es el collar deslizante, que lleva dientes interiores y exteriores; los interiores engranan constantemente con las estrías del eje; los exteriores encajan entre los interiores de la maza del piñón 3, haciendo solidario a éste con el eje 4. 2 es el collar 1, haciendo esta función.

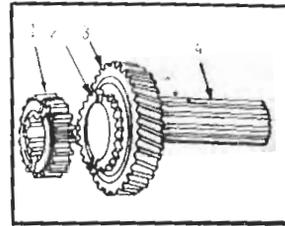


Fig. 217. 1.- Collar deslizante dentado. 2.- Id. interpuesto entre el eje 4 y el piñón 3. 3.- Piñón accionado. 4.- Eje estriado.

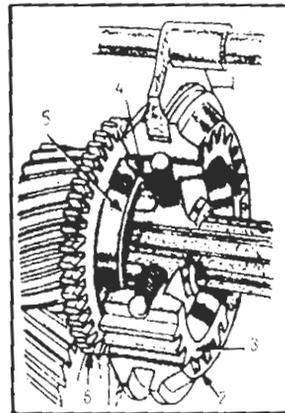


Fig. 218. Sección de un sincronizador de conos. 1.- Horquilla. 2.- Corona. 3.- Collar dentado. 4.- Cono hembra. 5.- Id. macho. 6.- Piñón.

Finalmente, hemos de hacer mención al "cambio sincronizado", utilizado actualmente en la mayoría de los vehículos de turismo, camiones y en los tractores de ruedas con transmisión directa. Refiriéndonos a éstos últimos, vamos a ver los inconvenientes que se presenta al intentar engranar un piñón que no gira con otro que está girando; traduciéndose si lo intentamos, en un fuerte rozamiento entre ambos, así como desgastes y roturas, al no coincidir los dientes de uno con los huecos del otro. Decimos entonces que "rasca" la velocidad.

Sin embargo, cuando los piñones están quietos o se mueven a la misma velocidad, la conexión se realiza sin problemas.

En las cajas de cambios, al ser sus piñones de distinto diámetro, sus dientes giran a velocidades diferentes, existiendo mucha dificultad para cambiar de marcha; lo que obliga a detener el tractor o a realizar la operación conocida como "doble embrague", necesaria sobre todo, al pasar de una velocidad larga a otra mas corta. Tal operación consiste en pisar el embrague, poner la palanca de cambio en punto muerto, soltar el pedal del embrague, acelerar el mo-

tor, volver a pisar el pedal del embrague y conectar la velocidad elegida. Logicamente, que todos estos movimientos han de realizarse en un tiempo muy breve y perfectamente combinados. El "doble embrague", responde a la siguiente conclusión: en las marchas rápidas, especialmente cuando el tractor va marchando por sí solo bien por la inercia o por la pendiente del camino; el eje secundario gira a mas revoluciones que el intermediario, así acelerando en el punto muerto con el motor embragado, aumentamos las vueltas de éste, igualándolas con las del secundario, con lo que facilitamos la conexión entre los piñones de ambos ejes.

Los problemas aludidos, han quedado solucionados con la introducción en los tractores del "cambio sincronizado". Se trata de un cambio de toma constante en el que, igualmente, los piñones del eje secundario van montados locos sobre el mismo; éstos llevan adosados unos piñones laterales con una parte en forma de cono, llamado "cono de sincronización" (Fig. 218). El elemento sincronizador consta de un núcleo dentado, solidario al eje secundario. Unidos al núcleo lateralmente van dos piñones, generalmente de bronce, llamados "piñones de sincronismo".

Tanto el piñón lateral, como el de sincronismo y el desplazable son del mismo diámetro y tienen el mismo número de dientes.

Al accionar la palanca de cambio, se aproximan hasta hacer contacto las partes cónicas, igualando la velocidad de ambos piñones; al seguir presionando sobre el desplazable a través de la palanca, éste se desliza sobre el núcleo, engranando su dentado interior con los dientes del piñón lateral. Ambos piñones tienen dientes rectos.

Aunque la caja de cambios sea sincronizada, se debe hacer el doble embrague al reducir la velocidad, lo que indudablemente alarga la vida de los sincronizadores.

### PUENTE TRASERO

Con el nombre de "puente trasero", incluimos a todos aquellos mecanismos de la transmisión, por los cuales pasa el par desde la caja de cambios hasta las ruedas o cadenas.

El movimiento de giro que sale del secundario de la caja de cambios, pasa a un árbol de transmisión de longitud variable, según esté colocada la caja de cambios. En los tractores rígidos suele ser corto, siendo practicamente una prolongación del secundario. Mas largo suele ser en los articulados, debiendo llevar al menos dos árboles de éste tipo cuando tienen motrices las cuatro ruedas.

Por ser diferentes los puentes traseros correspondientes a los tractores de ruedas y cadenas, aunque algunos elementos sean comunes, los vamos a tratar por separado.

#### a) Tractor de ruedas

En un tractor de ruedas, el puente trasero suele estar compuesto por los siguientes elementos:

- Un diferencial.
- Dos palieres o semiejes. A veces partidos en dos semipalieres.
- Un dispositivo de bloqueo del diferencial.
- Dos reductores o mandos finales.

En la figura 219 se observa la sección de un puente trasero con reductores planetarios. Veamos por separado, cada mecanismo y sus funciones.

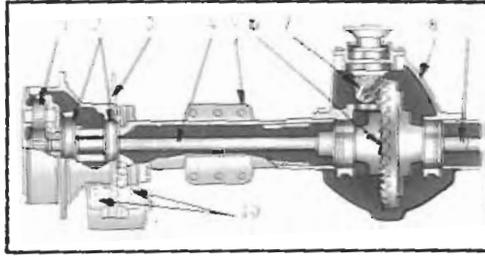


Fig. 219. Puesto trasero (VOLVO B.M.). 1.- Reductor final planetario. 2.- Rodamientos. 3.- Disco del freno. 4.- Palier o serieje. 5.- Zona de sujeción de la carcasa al bastidor. 6.- Corona. 7.- Piñón de ataque. 8.- Carcasa. 9.- Palier.

### DIFERENCIAL

Cuando un vehículo circula en recta, el camino que recorren las ruedas es igual; pero al tomar una curva, la rueda que va por el interior ha de recorrer menos distancia que su compañera del lado exterior a la curva. En las ruedas motrices, para compensar la diferencia de velocidad que una rueda debe llevar sobre su compañera, para que ambas recorran distancias desiguales al mismo tiempo, es para lo que sirve el diferencial (Fig. 220).

Queda claro, pues, que el diferencial se encarga de regular el movimiento de las ruedas motrices en las curvas, a fin de que el vehículo pueda tomarlas sin necesidad de que una de ellas resbale sobre el pavimento y se fuercen los elementos de transmisión.

Consiste esencialmente, en un eje partido en dos partes independientes,

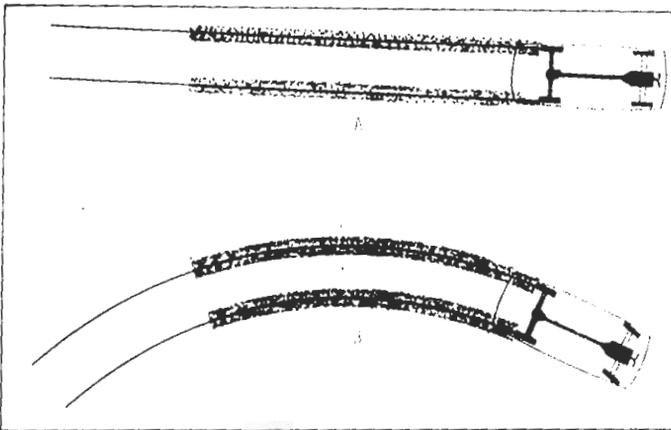


Fig. 220. Efecto del diferencial. A.- En recta las ruedas de ambos lados recorren idéntica distancia por lo que darán el mismo número de vueltas. B.- En curva, la rueda de fuera recorre una distancia mayor que la interior, debiendo dar más vueltas.

pero unidas mecánicamente a través de unos engranajes, que permiten disminuir el número de vueltas de una rueda, compensándolo con igual aumento en la otra.

La figura 221 muestra los elementos que forman el diferencial y que son los siguientes:

- Un "par

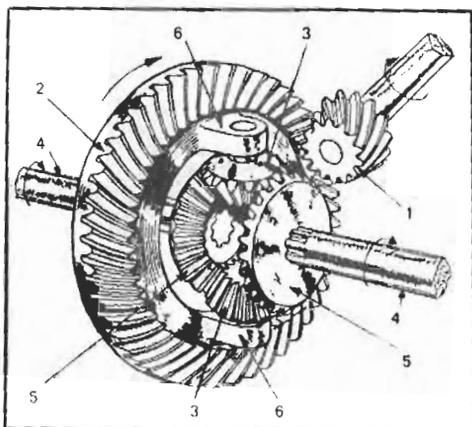


Fig. 221. Elementos del diferencial. 1.- Piñón de ataque. 2.- Corona. 3.- Satélites. 4.- Palieres. 5.- Planetarios. 6.- Soporte de los satélites.

El funcionamiento es el siguiente:

El piñón de ataque mueve la corona. Como ésta tiene un mayor número de dientes que el primero, se produce una reducción, por lo que cada 4-6 vueltas del piñón de ataque, dará una vuelta la corona.

La corona arrastra en su giro a los satélites, que al estar engranados con los planetarios, los hacen girar a igual velocidad, si el vehículo circula en línea recta.

Al tomar una curva, la rueda de recorrido mas corto, ejerce un frenado sobre el planetario correspondiente y éste sobre los satélites; de forma que éstos se ven obligados a girar sobre su eje, pero aumentando la velocidad del otro planetario y, por tanto, la de su palier. De esta forma, el menor número de vueltas que da una rueda, se compensa con el mayor número que da la otra, permitiendo así que el vehículo tome la curva.

#### BLOQUEO DEL DIFERENCIAL

Si durante la marcha del tractor, alguna de sus ruedas pisa en terreno poco estable o blando, con el diferencial existe la posibilidad de que esta rueda patine, mientras que la otra se queda parada en el terreno firme, quedándose el tractor atascado. En prevención de estos inconvenientes, los tractores suelen ir equipados con un meca-

cónico", compuesto por el "piñón de ataque" (1), unido al árbol de transmisión o al final del árbol secundario; una "corona dentada" (2), también cónica, que recibe el movimiento del piñón de ataque, con el que va engranado constantemente.

- Unos "satélites" (3), que en número de 2 ó 4, van montados sobre unos soportes (3), unidos a la corona dentada. Los satélites durante su funcionamiento, pueden ir estáticos sobre su eje o girar sobre el mismo.

- Dos "planetarios" (5) engranados a los satélites y unidos, cada uno de ellos, a su palier correspondiente.

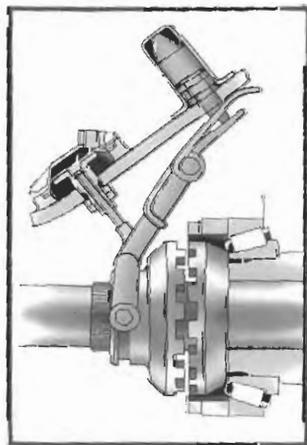


Fig. 222. Bloqueador de diferencial con mando neumático (VOLVO B.M.).

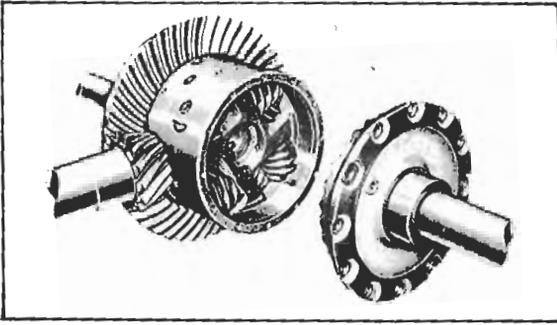


Fig. 223. Diferencial de par motor (CAT.).

lla, que se aloja en la garganta de un piñón desplazable sobre uno de los palieres, merced a un estriado longitudinal.

Este piñón, como muestra la figura 222, al ser desplazado hacia la derecha, engrana sus dientes con los del piñón fijo situado en la corona o caja de satélites, anulando así, la acción del diferencial. La palanca de accionamiento puede ser mandada de forma manual, pisando un pequeño pedal; aunque en las máquinas forestales suele ser de mando hidráulico o neumático.

Una vez el tractor sale del atasco, deberá quitarse el sistema de bloqueo para evitar averías, ya que éste solo puede utilizarse en línea recta, por lo que se procurará no girar la dirección durante la salida del atasco.

Algunos tractores forestales van equipados con diferenciales de "par motor" (Fig. 223), que transfieren una mayor cantidad de par a la rueda que se haya en el lugar mas conveniente en un terreno de condiciones desfavorables, evitando que una de las ruedas se pare cuando hay atasco. En consecuencia, si el tractor va provisto de este tipo de diferencial no necesita del mecanismo de bloqueo.

El diferencial de "par motor" confiere a la máquina una capacidad extraordinaria de agarre, muy util en los ascensos por laderas fuertes o cuando el suelo presenta poca adherencia. En contrapartida, cuando la máquina se desplaza por asfalto o un firme similar, el desgaste de neumáticos es bastante mayor que en otra máquina similar equipada con un diferencial convencional.

#### REDUCCION FINAL

En los tractores agrícolas y forestales, a pesar de las reducciones que sufre el movimiento en la caja de cambios y en el par cónico del diferencial, la velocidad de giro todavía es demasiado elevada para la escasa velocidad de trabajo que requiere el tractor; pues hay que tener en cuenta el gran diámetro de las ruedas motrices, lo que permite que con pocas vueltas, tenga el tractor una gran velocidad de avance.

De ello se deduce la necesidad de reducir todavía mas

nismo llamado "bloqueador del diferencial", que anula la acción de éste, obligando a las dos ruedas a dar el mismo número de vueltas, consiguiendo que la rueda que pisa en terreno firme saque al tractor del atasco.

Consiste el citado bloqueo, en una palanca que acaba en una horquilla,

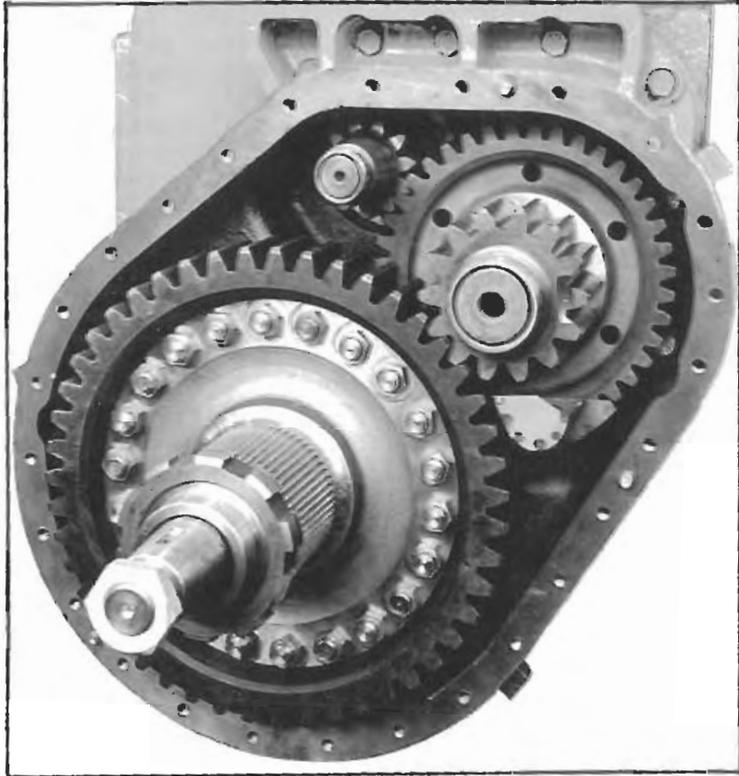


Fig. 224. Doble reductor convencional de engranajes rectos (FIAI).

la velocidad de giro de los palieres o semipalieres; lo que se consigue intercalando entre el diferencial y las ruedas otra reducción, denominada "reducción final". Puede ser ésta de dos tipos: convencional o de piñones o reducción solar.

a) Sistema convencional

En la figura 224 podemos observar una reducción de este tipo, aunque en este caso es doble y pertenece a un gran tractor de cadenas. Como en otras reducciones, se basa en engranar un pequeño piñón acoplado al final del semipalier unido al planetario, con un piñón mucho mayor conectado al semipalier de la rueda. Dado que el giro pasa del piñón pequeño al grande, se consigue reducir la velocidad de giro de las ruedas.

b) Reducción solar

La reducción convencional presenta algunos inconvenientes, tales como:

- La fuerza se transmite a través de un único diente de contacto entre los piñones.
- Los semipalieres no pueden ir alineados, por lo que

aumenta el volumen del reductor, disminuyendo la altura libre sobre el suelo de la máquina.

Estos inconvenientes se evitan con la reducción planetaria o "solar", que se monta en los propios cubos de las ruedas (Fig. 225).

Consta de las siguientes partes:

- El palier de entrada procedente del diferencial, que lleva solidario un piñón llamado "planetario" (no incluido en la figura).

- Un portasatélites (3), que soporta los ejes de giro de tres pequeños piñones, denominados "satélites" (1), los cuales engranan con el planetario y con la corona (2).

- Una corona (2), dentada interiormente, que alberga en su interior a los mecanismos antes citados, llevando engranados en su dentado interior a los satélites. La corona va atornillada ya directamente a la rueda, por lo que no es preciso de partir el palier con este sistema. Algunos fabricantes montan estos reductores a la salida del diferencial, con lo que simplifican el mantenimiento, pues al llevar el mismo cárter de aceite de aquel eliminan dos depósitos de aceite a la máquina.

#### b) Tractores de cadenas

Las diferencias del puente trasero del tractor de cadenas, con relación al de ruedas explicado, son las siguientes:

- Al llevar unos embragues de dirección (4 de la fig.

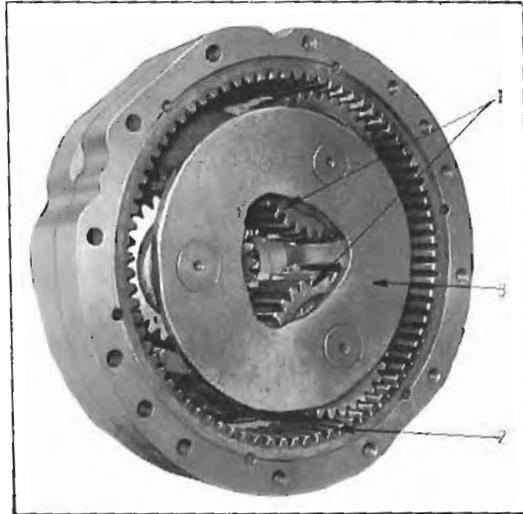


Fig. 225. Reductor final tipo planetario o sistema "solar" (JOHN DEERE). 1.- Satélites. 2.- Corona. 3.- Portasatélites.

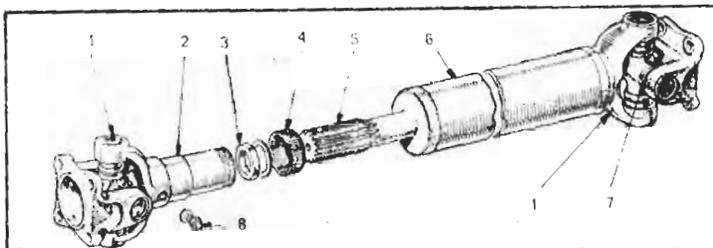


Fig. 226. Árbol de transmisión provisto de dos juntas cardan y una telescópica. 1.- Juntas cardan. 2.- Manguito. 3.- Guardapolvos. 4.- Yapa del guardapolvos. 5.- Mandril. 6.- Eje. 7.- Cruceta de la cardan. 8.- Engrasador.

188), situados en los palieres, éstos realizan la función del diferencial en los giros, por lo que carecen del mismo. Solo llevan el par cónico (piñón de ataque y corona).

- Solo utilizan reductores finales de tipo convencional, que a veces pueden ser dobles (Fig. 224).

#### EJES DE TRANSMISION

Para transmitir el movimiento de la caja de cambios al puente trasero, y también al delantero si el vehículo es todo-terreno, se emplean árboles o ejes de transmisión (Fig. 226). Su acción queda de manifiesto, especialmente, en los tractores articulados, donde unas veces realizarán la transmisión estando éste recto y otras formando un cierto ángulo, debiendo variar su longitud a la vez que gira. El ángulo lo consiguen por las articulaciones de cruceta (1), denominadas "juntas cardan"; las variaciones de longitud con la parte telescópica, formada por el manguito (2) y el mandril (5). La única atención de mantenimiento que requieren es el engrase periódico con pistola a presión, por lo que van provistos de engrasadores en las crucetas, en el manguito telescópico y en los puntos de apoyo, caso de llevarlos.

#### TRANSMISION EN VEHICULOS TODO-TERRENO

Los tractores y otros vehículos todo-terreno de ruedas, también denominados 4x4, se caracterizan por llevar las cuatro ruedas motrices, que le confieren una gran adherencia, siendo capaces de desplazarse por terrenos muy desfavorables, tanto en lo que respecta al firme, condiciones de superficie y pendiente. La transmisión de éstos, se diferencia de los de tracción simple, por disponer de un segundo puente ubicado entre las ruedas delanteras. Si el vehículo no es articulado y consiguen la dirección con las ruedas delanteras, los palieres delanteros deben ser articulados, por medio de unas juntas llamadas "homocinéticas". Otra diferencia es que precisan de un mecanismo, situado después de la caja de cambios o servotransmisión. Este mecanismo, recibe varias denominaciones, tales como "caja de transferencia, de distribución, de reenvío, o simplemente "transfer".

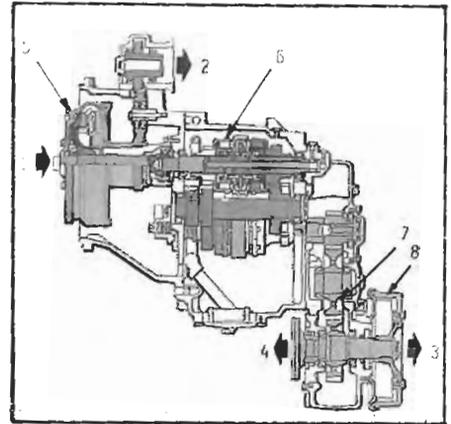


Fig. 227. Esquema de la transmisión de una máquina de cuatro ruedas motrices (VOLVO B.M.). 1.- Entrada de movimiento procedente del cigüeñal. 2.- Salida del movimiento desde el convertidor para accionar la bomba del sistema hidráulico. 3.- Salida del movimiento o par hacia el puente trasero. 4.- id. hacia el delantero. 5.- Convertidor de par. 6.- Servotransmisión (Power-shift). 7.- Caja de transferencia (transfer) o reenvío. 8.- Freno de estacionamiento, sobre la transmisión.

Este mecanismo, recibe varias denominaciones, tales como "caja de transferencia, de distribución, de reenvío, o simplemente "transfer".

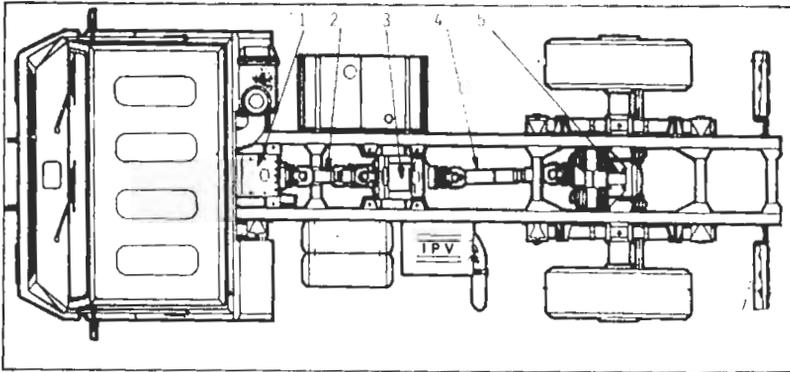


Fig. 228. Disposición de los mecanismos de transmisión en un camión todo terreno (IPV). 1.- Caja de cambios. 2.- Árbol de transmisión que pasa el par desde el cambio a la caja de transferencia. 3.- Caja de transferencia. 4.- Árbol de transmisión del puente trasero (el árbol delantero no visible, va por debajo de 2). 5.- Puente trasero.

El "transfer" puede formar un único conjunto con la caja de cambios (Fig. 227), o estar separado de la misma (Fig. 228).

Su función principal es repartir el movimiento que recibe de la caja de cambios a los puentes trasero y delantero; pudiendo llevar otros mecanismos que le permiten realizar otras funciones, igualmente importantes. Los mecanismos que podemos encontrar en estas cajas son:

a) Un "desconector" del movimiento a las ruedas delanteras. Permite que en carretera pueda marchar el vehículo con tracción simple y con doble cuando las condiciones del camino lo requieran.

b) Un "reductor central" ya explicado y que en otros tractores se encuentra entre el embrague y la caja de cambios.

c) La salida de una toma de fuerza para el accionamiento de un cabrestante, bomba hidráulica, etc.

d) Un "repartidor de par" entre las ruedas delanteras y traseras, que en los vehículos ligeros de cierta categoría, suele ser un diferencial con posibilidades de bloqueo, comportándose los árboles de transmisión delantero y trasero, de forma idéntica a los palieres de un puente trasero. Las ventajas del "repartidor de par" son:

- El tiro de las ruedas está siempre compensado en los giros. En una curva el eje trasero describe una trayectoria de radio inferior al eje delantero. Por tanto, el repartidor alarga la vida de los mecanismos de transmisión y, especialmente, de las cubiertas de los neumáticos.

- Cuando el vehículo se carga excesivamente, el diámetro de las ruedas en el eje trasero es más pequeño que el

de las delanteras; el repartidor equilibra perfectamente esta descompensación.

#### LUBRICACION DE LA TRANSMISION DIRECTA

Todos los mecanismos de este tipo de transmisión (caja de cambios, transfer, diferencial, reductores), se suelen engrasar con los lubricantes que, en la práctica llamamos "valvolinas". Son aceites de "extrema presión", que no permiten que su delgada película se rompa, aún a las elevadísimas presiones existentes entre los dientes de un engranaje, sobre el que se concentra -por ejemplo- toda la fuerza necesaria para accionar un pesado bull-dozer, empujando material. Se denominan por las iniciales "E.P.", siendo la viscosidad más común la S.A.E. 90.

A excepción de algunas grandes cajas de cambios, no precisan de bomba para el engrase a presión, siendo los propios engranajes al sumergirse en el lubricante, los encargados de salpicarlo a todas las piezas.

Cuando el aceite del cambio cumple otras funciones, tales como el abastecimiento del sistema hidráulico, se emplean otros lubricantes diferentes a los E.P.

#### TRANSMISION HIDROSTATICA

Se caracteriza por ser un sistema de transmisión, en los que la energía mecánica del motor pasa hasta las ruedas por elementos íntegramente hidráulicos. Carece, pues, de los elementos clásicos de las transmisiones anteriores, tales como convertidor, servotransmisión, embrague, caja de cambios, ejes de transmisión, inversores y diferenciales; a excepción de los reductores finales, que se conservan a veces. Si la máquina es de cadenas, también desaparecen los frenos y embragues de dirección.

Aquí el motor de la máquina acciona, exclusivamente, una o dos bombas hidráulicas, que someten el aceite hidráulico a una fuerte presión y por un sistema de válvulas y unos latiguillos, se pasa a unos motores hidráulicos, cuyo giro se transmite al reductor de la respectiva rueda motriz. (Fig. 229). Estos motores pueden invertir su sentido de giro. Está especialmente indicada en máquinas articuladas de cierta longitud -autocargadores- que requieren árboles de transmisión muy largos; o en las que llevan el motor en una plataforma giratoria distinta a las de las ruedas (retroexcavadoras).

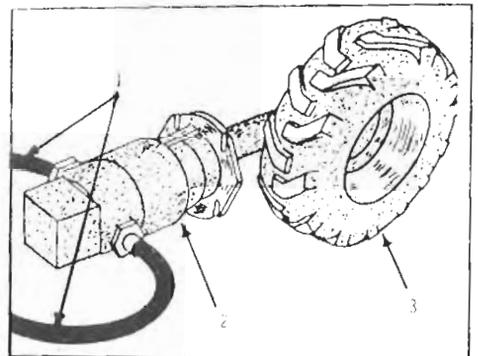


Fig. 229. Transmisión hidrostática. 1.- Latiguillos de alta presión. 2.- Motor hidráulico. 3.- Rueda motriz.

## CAPITULO XIII

SISTEMA DE FRENOS

El cometido de los frenos es reducir la velocidad de marcha del tractor, detenerlo, e inmovilizarlo si fuese necesario.

Atendiendo a diferentes criterios, los frenos podemos clasificarlos de la forma siguiente:

Clasificación de los frenos.	( - Por el método de frenado.	(- De zapatas.
	(	(- De cinta.
	(	(- De discos.
	(	(- Mecánico.
	(	(- Hidráulico.
	( - Por su accionamiento.	(- Hidrostático.
	(	(- Neumático.
	(	(- Hidroneumático.
	(	(- Eléctrico.
	( - Por su función.	(- De servicio.
(	(- De estacionamiento.	
(	(- De emergencia.	
(	(- De dirección.	

Como lo que se trata de "frenar" son las ruedas, los elementos de frenado pueden ir montados en éstas, en los palieres o en el eje o árbol de transmisión. En tractores agrícolas, la solución mas empleada es la primera, llevando freno solo las ruedas traseras. Éstas se pueden accionar conjuntamente o por separado, para ayudarse del freno en los giros muy cerrados.

En tractores forestales, el freno suele ir ubicado en cualquiera de los elementos citados, aunque lo mas normal es que vaya sobre el eje de transmisión y las ruedas delanteras.

Por último, los vehículos todo-terreno, camiones y turismos, siempre llevan freno en las cuatro ruedas.

FRENO DE ZAPATAS

El freno de zapatas (Fig. 230), consta de un plato fijo, unido al final de la carcasa del puente trasero; sobre el que se montan las zapatas (2), la leva (3) y el muelle recuperador de las zapatas (4). En torno a éstas gira el tambor (1), que va solidario a la rueda en cuestión. El funcionamiento es bien sencillo: cuando accionamos el pedal del freno, abrimos las zapatas por medio de la varilla (7) y la leva (3), de modo que éstas se ponen a rozar contra el tambor. Según la presión ejercida, el tambor perderá revoluciones o detendremos su giro. Al soltar el pedal del freno, el muelle (4) tira de las zapatas hasta su posición original.

Como entre las zapatas y el tambor existe una fuerte fricción, si ambas superficies fuesen metálicas, existiría un rápido calentamiento que llegaría, incluso, a gripar los elementos; pues la solución de la lubricación aquí no es factible. Por este motivo, las zapatas llevan la superficie de rozamiento, forrada de un material denominado "amianto", que soporta perfectamente el rozamiento y el calor. En la práctica, a los forros de amianto se les llama "ferodos".

El sistema de accionamiento explicado es el "mecánico".

Cuando el accionamiento es hidráulico, se sustituye la leva por un bombín provisto de dos émbolos. La figura 231 representa a un freno de zapatas con el accionamiento hidráulico. El conjunto lo integran un depósito de líquido (5), la bomba del freno (2), cuyo émbolo se acciona por el pedal (1); unas conducciones (7) y el citado bombín (8) con

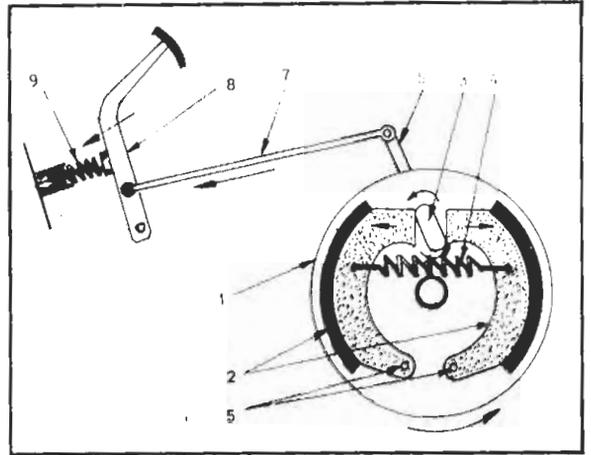


Fig. 230. Esquema de funcionamiento del freno de zapatas con mando mecánico. 1.- Tambor. 2.- Zapatas. 3.- Leva. 4.- Muelle recuperación de las zapatas. 5.- Eje de giro de las zapatas. 6.- Palanca de leva. 7.- Varilla. 8.- Pedal del freno. 9.- Muelle recuperación de la posición del pedal.

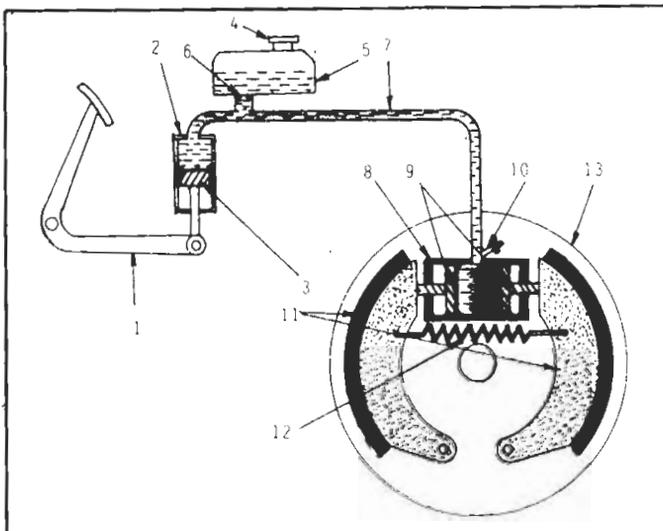


Fig. 231. Esquema de funcionamiento del freno de zapatas con mando hidráulico. 1.- Pedal. 2.- Cilindro de bomba. 3.- Émbolo de id. 4.- Tapón. 5.- Depósito del líquido. 6.- Válvula. 7.- Conducción. 8.- Cilindro del bombín. 9.- Émbolos del bombín. 10.- Purgador. 11.- Zapatas. 12.- Muelle. 13.- Tambor.

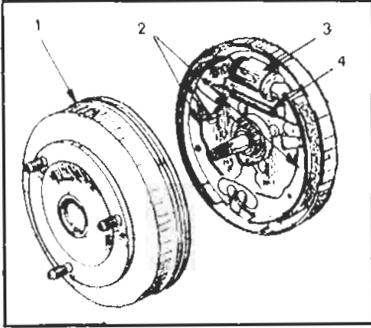


Fig. 232. Disposición real de los elementos en un freno de zapatas. 1.- Tambor. 2.- Zapatas. 3.- Bombín. 4.- Muelle.

sus émbolos (9). El resto de los elementos son comunes.

El funcionamiento es como sigue:

La bomba del freno se abastece de líquido del depósito (5). Cuando accionamos el pedal, el líquido se somete a presión (no pudiendo volver al depósito, porque la válvula 6 se lo impide), y por la tubería (7) es conducido al bombín (8) obligando a los émbolos a desplazarse; éstos a su vez, empujan a las zapatas contra el tambor. Cuando dejamos de accionar el pedal desaparece la presión del líquido, el muelle (12) tira de las zapatas y los émbolos empujan

el líquido fuera del bombín.

La frenada uniforme en todas las ruedas, dependen de que el ajuste o huelgo entre las zapatas y tambor sea similar en los frenos de cada rueda, e igual la presión que reciba cada bombín. Dicho ajuste se consigue con unas excéntricas regulables desde el exterior del plato, mediante unas tornillos (10 de la fig. 233). Para que la presión sea uniforme en todos los frenos, no deben existir burbujas de aire en las canalizaciones, por lo que siempre que se desmonte el freno, o el pedal baje en exceso, hay que pur-

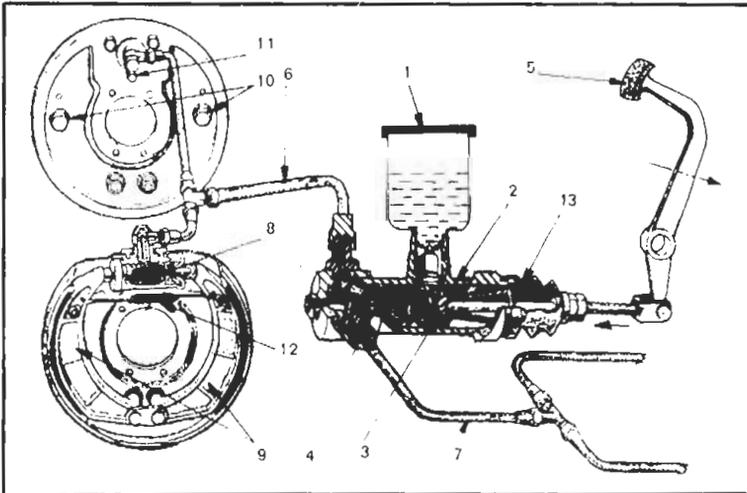


Fig. 233. Instalación de un freno de zapatas con accionamiento hidráulico. 1.- Depósito para el líquido de frenos. 2.- Cilindro de la bomba. 3.- Embolo. 4.- Válvula. 5.- Pedal. 6.- Conducción a las ruedas traseras. 7.- Id. a las delanteras. 8.- Bombín. 9.- Zapatas. 10.- Tornillos para la regulación de las zapatas. 11.- Tornillos de purgado. 12.- Muelle. 13.- Guardapolvos.

gar las conducciones. Esta operación se realiza con unos purgadores (10), situados en los bombines. La Fig. 232, es un conjunto de frenos de zapatas con accionamiento hidráulico. La 233 corresponde al conjunto de la instalación de un vehículo todo-terreno (234), que como sabemos, llevan freno en las cuatro ruedas.

El procedimiento explicado, corresponde al sistema de accionamiento más básico. Actualmente, se montan otros elementos que lo complementan. Los más corrientes son:

a) Servofreno (Fig. 234).- Es un sistema de ayuda al conductor para accionar la bomba del freno. Dicha ayuda se consigue transmitiendo al émbolo de la bomba el empuje de una membrana accionada por succión desde las depresiones reinantes en el colector de admisión, cuando el motor está en funcionamiento; o las producidas por un "depresor". Lógicamente que la membrana solo cumple este cometido al accionar el pedal.

b) Doble circuito de frenado (Fig. 235).- Consiste en que la bomba del freno dispone de dos émbolos (4 y 6), cada uno abastecido por un depósito de líquido independiente. Los émbolos van unidos, de modo que su accionamiento es simultáneo. Un émbolo envía líquido a los frenos de las ruedas delantera derecha y trasera izquierda; el otro, accionará el de la delantera izquierda y trasera derecha. De esta forma, si un latiguillo, bombín, etc. se rompe, el vehículo se quedará con frenos en dos ruedas, una delante y otra detrás, constituyendo un sistema de seguridad, pues nunca nos quedaremos sin frenos, aunque la frenada sea de forma desigual.

c) Sistema ABS.- Es un dispositivo de regulación de frenado, que evita que las ruedas lleguen a bloquearse en curvas o en frenadas bruscas con suelo resbaladizo; colaborando de este modo en una conducción más segu-

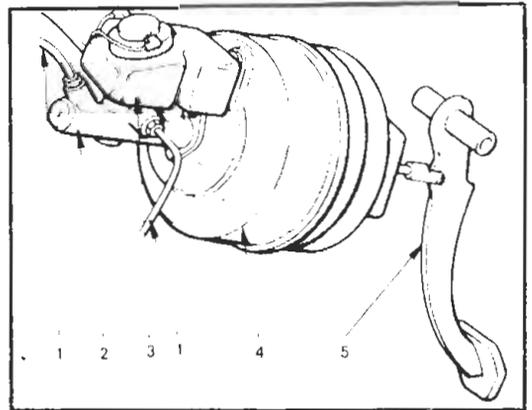


Fig. 234. Conjunto bomba-servofreno (RENAULT): 1.- Salidas de líquido hacia las ruedas. 2.- Bomba. 3.- Depósito de líquido. 4.- Servofreno. 5.- Pedal.

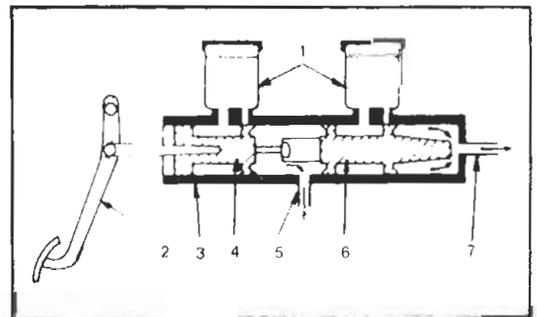


Fig. 235. Bomba para doble circuito de frenado. 1.- Depósitos. 2.- Pedal. 3.- Cilindro. 4.- Émbolo primario. 5.- Salida circuito primario (rueda izquierda delantera y derecha trasera). 6.- Émbolo secundario. 7.- Salida circuito secundario (rueda derecha delantera e izquierda trasera).

ra. Solo lo emplean automóviles de cierta categoría.

### FRENO DE DISCO

Si bien existen diferentes modalidades de frenos de disco, aquí nos vamos a referir al sistema de pastillas en seco, por ser el más utilizado en los vehículos ligeros y en los tractores forestales (Fig. 236).

Los elementos de que consta son el disco giratorio (1), la horquilla (3), las pastillas (4) y uno o dos bombines, pues el accionamiento suele ser hidráulico.

El funcionamiento es similar al de las zapatas, con la diferencia de que al accionar el pedal del freno, el líquido a presión que llega a los bombines por (5), desplaza a los émbolos hacia el centro (en las zapatas era al contrario), empujando las pastillas hasta oprimir las contra el disco. Al ser las superficies de disco y pastillas totalmente planas, la frenada es más uniforme y efectiva. Además presenta las ventajas de no necesitar ajustes, una rápida sustitución de las pastillas cuando estén gastadas y no perder capacidad de frenada, aunque se mojen el disco y las pastillas.

La superficie de rozamiento de las pastillas es de amianto, como en las zapatas, o de otros materiales de características similares.

Los discos pueden ser macizos o con unas orificios para la refrigeración, denominándose "ventilados" en este último caso (Fig. 237).

La figura 238, representa la ubicación de un freno de este tipo en una de las ruedas de un tractor. A veces se monta en el eje de transmisión o en los palieres, próximo al diferencial, a fin de que queden más protegidos.

### FRENO DE CINTA

Su empleo está restringido a los frenos de dirección de los tractores de cadenas o al de estacionamiento y cabrestante, en otras máquinas forestales (Fig. 239).

El fundamento de frenado es similar a los anteriores sistemas; existiendo, igualmente, un tambor giratorio (3), rodeado por una cinta (2), forrada de amianto. Al accionar

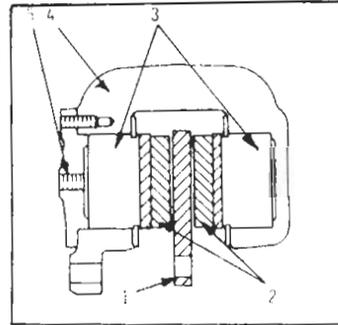


Fig. 236. Detalle de un elemento de freno de disco. 1.- Disco. 2.- Pastillas. 3.- Bombines. 4.- Pinza. 5.- Entrada del líquido.

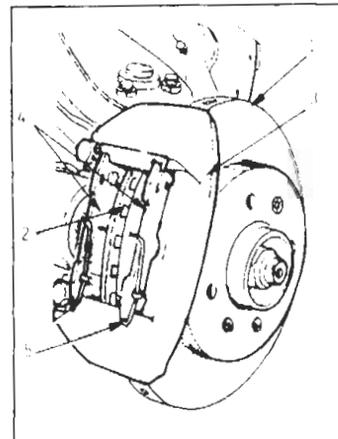


Fig. 237. Detalle de un freno de disco ventilado en un automóvil. 1.- Disco ventilado. 2.- Orificios de ventilación. 3.- Pinza. 4.- Pastillas. 5.- Grapa sujeta pastillas.

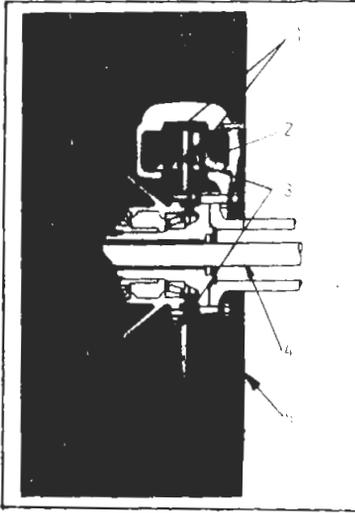


Fig. 238. Ubicación del freno de disco en una de las ruedas de un tractor forestal (CAT). 1.- Pastillas. 2.- Bombín. 3.- Disco. 4.- Palier. 5.- Cubierta.

el pedal, se ciñe la cinta al tambor, consiguiendo el frenado del mismo. Su accionamiento suele ser mecánico o hidrostático.

#### TIPOS DE ACCIONAMIENTO

a) Mecánico.— Este tipo se caracteriza porque el movimiento del pedal se transmite al elemento de frenado mediante varillas o cables (Figuras 230 y 239). La fuerza que recibe el elemento de frenado (zapatas, discos o cintas) es, en realidad, la que el conductor transmite al pedal, ligeramente aumentada por el efecto de palanca.

Es poco adecuado para tractores pesados y poco seguro para fuertes pendientes. Por tanto, actualmente, solo se utiliza en tractores pequeños agrícolas y nunca en los forestales.

b) Hidráulico.— El accionamiento de los elementos de frenado se realiza por medio de un líquido sometido a presión. Esta presión la proporciona una bomba accionada directamente por el conductor desde el pedal del freno (Figuras 231 y 233). Es el sistema más universal.

c) Hidrostático.— Es una variante del anterior. Como en éste, es un líquido —normalmente un aceite— a presión quien acciona los elementos de frenado, con la diferencia de que en el primero es el conductor quien somete el líquido a presión a través del émbolo de bomba, conectado al pedal; mientras que en el segundo, la presión al aceite la proporciona una bomba accionada mecánicamente desde el motor. Así, el conductor cuando pisa el pedal, se limita a mandar una válvula que hará pasar aceite a presión desde la citada bomba, hasta los bombines de los frenos; en menor o mayor intensidad, dependiendo de la fuerza ejercida sobre el pedal.

d) Neumático.— Aquí es aire comprimido lo que utilizamos para el accionamiento del freno. Presenta cierta analogía con el hidrostático, sustituyendo la bomba por un compresor y el aceite hidráulico por el aire. Consta de los siguientes elementos (Fig. 241):

- Un pequeño compresor (2), accionado directamente desde el motor por medio de los engranajes de distribución o desde la

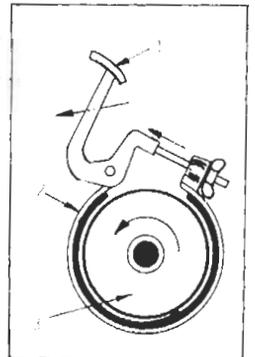


Fig. 239. Freno de cinta. 1.- Pedal. 2.- Cinta. 3.- Tambor.

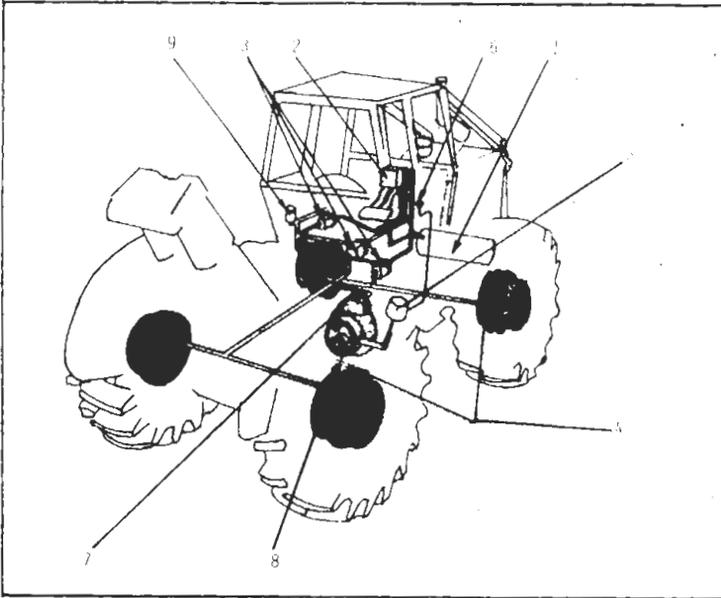


Fig. 240. Sistema de frenos de disco con accionamiento hidroneumático, en un tractor forestal (CAT). 1.- Calderín para el aire comprimido. 2.- Válvula de control accionada por el pedal. 3.- Cilindros maestros. 4.- Frenos de disco, colocados directamente sobre las ruedas. 5.- Cilindro de acumulación de aire comprimido, para soltar el freno de estacionamiento o emergencia (este freno se bloquea por efecto de un muelle, cuando la presión del aire baja en el circuito). 6.- Mando del freno de emergencia o estacionamiento. 7.- Freno de disco a la transmisión o de reserva. 8.- Freno de zapatas a la transmisión. 9.- Depósito para el líquido de frenos.

*polea del cigüeñal, mediante una correa trapezoidal.*

- Un elemento separador (3), en el cual se condensa parte del agua que satura el aire, al calentarse éste por efecto de la compresión; reteniendo a ésta y al aceite que pudiera fugarse desde el cárter del compresor. Dispone de un purgador manual o automático para su drenaje.

- Un sistema regulador de presión en el calderín, consistente en una válvula (4) que expulsa al exterior el exceso de aire, manteniendo abierta la válvula de aspiración en el compresor o comunicando la entrada y salida de aire en éste.

- Unos aparatos de control, consistentes en un manómetro para medir la presión en el interior del calderín (6) y otro en el circuito de frenado (7). Se puede complementar con señales acústicas u ópticas, que avisen al conductor cuando la presión baja por debajo de lo normal.

- Una válvula de control (10) accionada por el pedal (9), cuya misión es hacer pasar aire del calderín a los cilindros neumáticos (8) de los frenos, con un caudal

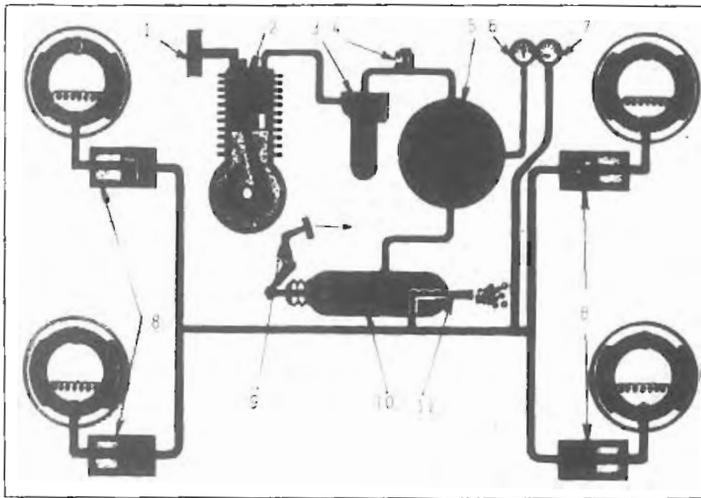


Fig. 241. Esquema de una instalación de frenos de accionamiento neumático. 1.- Entrada de aire al compresor. 2.- Compresor. 3.- Separador de agua. 4.- Válvula reguladora de presión en el calderín. 5.- Calderín. 6.- Manómetro para controlar la presión en el calderín. 7.- id. en el circuito de frenado. 8.- Cilindros neumáticos. 9.- Pedal. 10.- Válvula de mando. 11.- Salida de aire.

y presión proporcionales a la fuerza ejercida sobre el pedal.

- Un cilindro neumático (8) para el freno de cada rueda, cuyo émbolo acciona la leva que abre las zapatas.

El sistema neumático tiene poca aplicación en tractores agrícolas, siendo bastante corriente en los forestales y casi el único empleado en los camiones de gran tonelaje.

e) Hidroneumático. - Es una combinación del hidráulico y el neumático (Fig. 240). En síntesis, el funcionamiento es como sigue:

Un pequeño compresor almacena aire en el calderín (1); dicho aire pasa a los cilindros neumáticos o "maestros" (3), cuando al pisar el pedal accionamos la válvula de control (2). Los émbolos de los cilindros maestros no accionan directamente los elementos de frenado, sino que toman líquido de frenos del depósito (9), lo someten a presión y lo envían a los bombines que mandan las pastillas o zapatas.

f) Eléctrico. - El freno eléctrico es de tipo "ralentizador", sirviendo para retener el vehículo en los descensos, pero no para detenerlo totalmente. Va montado en el eje de transmisión y solo se emplea en camiones, por lo que carece de interés en maquinaria forestal.

#### LOS FRENOS SEGUN SU FUNCION

Independientemente del elemento de frenado y del tipo de accionamiento, por el cometido que realizan en el vehículo o máquina podemos distinguir los siguientes tipos:

a) De servicio. - Presente en todo vehículo automóvil, es el que sirve para disminuir su velocidad y detenerlo. Se manda por el pedal del freno.

b) De estacionamiento.- También llamado de "mano", que tiene por misión la de inmovilizar al vehículo, una vez detenido por el anterior. Se acciona, generalmente, por una palanca. Los elementos de frenado que se utilizan, suelen ser los de servicio de las ruedas traseras, aunque a veces pueden llevar un elemento exclusivo, ubicado en el eje de transmisión (8 de la fig. 240).

c) De seguridad o emergencia.- Se monta en algunas instalaciones neumáticas e hidroneumáticas, aprovechando el elemento del freno de estacionamiento. Funciona al contrario que el de servicio, ya que aquí se conecta por la acción de un muelle y se desconecta por la presión del aire (Fig. 240). El aire del calderín se hace pasar al cilindro (5), mediante la válvula de accionamiento manual (6). Solo podremos vencer la acción del muelle que manda las zapatas del freno (8) cuando la presión sea suficiente; evitando que el vehículo pueda desplazarse, cuando exista deficiencia de presión en el circuito de frenos.

Igualmente, si abusamos del freno y consumimos demasiado aire, por avería del compresor, rotura de conducciones, etc.; la presión baja y el freno se conecta automáticamente, poniendo la transmisión en punto muerto y deteniendo a la máquina. Para evitar accidentes, se dispone de una señal acústica que avisa al conductor de la falta de presión y de la inmediata detención de la máquina.

d) De dirección.- Es el que se emplea en los tractores de orugas, para frenar la cadena correspondiente al sentido que se desea girar. Es del tipo de cinta.

#### UTILIZACION Y ENTRETENIMIENTO

Los frenos han de mantenerse en perfecto estado de funcionamiento y utilizarse solo cuando su uso sea necesario. No olvidemos que deben detener al vehículo en cualquier circunstancia y que esto se consigue conservándolos en perfectas condiciones y sin abusar de su uso.

Las frenadas deben ser suaves, a excepción de cuando se deba detener la máquina en pendientes muy pronunciadas, circunstancias de emergencia etc. en las que es necesario accionar el pedal a fondo. Cuando se trate de descensos pronunciados se conectará una "marcha corta" y se descenderá reteniendo con el propio motor.

Los "ferodos" de las zapatas o pastillas deben sustituirse cuando estén desgastados; en las primeras se suelen cambiar solo los forros; en las segundas se cambia toda la pastilla.

Las pastillas no requieren reglaje, pero las zapatas deben estar ajustadas por igual en todos los tambores.

En los frenos de accionamiento neumático, se debe extraer diariamente el agua que se condensa en los calderines, si la instalación carece de purgador automático. El nivel del aceite del compresor debe revisarse al menos cada

50 horas de funcionamiento y sustituir el lubricante cuando lo aconseje el fabricante en el plan de lubricación del vehículo.

En los frenos hidráulicos, las juntas tóricas y los "cueros" de la bomba y bombines, se sustituirán cuando existan fugas de líquido. Igualmente, se revisará periódicamente el nivel de líquido en su depósito, añadiendo si fuese necesario, líquido del mismo tipo y que cumpla las normas recomendadas por el fabricante. Nunca se revolverán líquidos diferentes, pues pueden reaccionar entre sí y atacar los cueros de bomba, con la consiguiente pérdida de frenado; en parte por los defectos de funcionamiento de las juntas y cueros en mal estado y, en parte, por el consiguiente engrase de ferodos, tambores y discos. Si el pedal tiene exceso de recorrido o hay que dar varias emboladas para obtener capacidad de frenada, suele ser debido a un huelgo excesivo entre tambor y zapatas, o a la existencia de aire en las canalizaciones, debiéndose ajustar las primeras y sangrar las segundas, siguiendo el proceso siguiente:

#### REGLAJE DE ZAPATAS Y PURGADO DEL CIRCUITO

FASES	OPERACIONES
A.- REGLAJE DE LAS ZAPATAS	a.1.- Calzar las ruedas, a excepción de la que vamos a ajustar. a.2.- Poner el gato y levantar una de las ruedas. a.3.- Sacar velocidad y quitar freno de estacionamiento. a.4.- Colocar una llave adecuada en la tuerca de reglaje de una zapata y apretarla a la vez que giramos la rueda, hasta que la zapata empiece a rozar con el tambor. Repetir la operación en la otra zapata de esa misma rueda. a.5.- Repetir operaciones a.2, a.3 y a.4 en cada una de las ruedas. (Algunos frenos llevan zapatas autoajustables, en los que no es preciso realizar su ajuste).
B.- PURGADO	b.1.- Destapar depósito y poner líquido. b.2.- Con la llave adecuada, abrir el purgador de una de las ruedas. Con el purgador abierto, se pisará el pedal a fondo; no soltando éste hasta no haber cerrado el purgador. Repetir la operación varias veces, hasta que salga líquido carente de burbujas de aire. Se puede conectar un racor de goma al purgador e introducir el extremo en un bote limpio para recuperar el líquido. b.3.- Repetir operaciones b.1 y b.2, en cada una de las ruedas, añadiendo líquido si fuese necesario.

## CAPITULO XIV

SISTEMA DE DIRECCION

La dirección de un vehículo es el mecanismo mediante el cual, el conductor lo dirige, tanto en los movimientos de avance como en los de retroceso del mismo.

En los tractores de ruedas, la dirección se consigue orientando simultáneamente el par de ruedas denominadas "directrices". Los de orugas la consiguen desembragando y frenando el movimiento del tren de rodaje correspondiente al lado del sentido de giro.

Veamos en que consiste el sistema empleado en cada uno de ellos y las diferentes variantes.

DIRECCION EN LOS TRACTORES DE RUEDAS

El mecanismo de dirección en los tractores y otras máquinas de ruedas neumáticas, presenta ciertas variaciones de unas unidades a otras; especialmente en lo que se refiere a la ubicación de las ruedas directrices y al sistema de accionamiento. Lo normal es que las ruedas directrices sean las delanteras y de un tamaño inferior a las traseras o "motrices". Es el sistema mas universal en los tractores agrícolas. Otras veces, las directrices son las traseras y las motrices las delanteras. Así son en algunos cargadores de pinza, en las carretillas elevadoras y en los pequeños "dumpers". Por último, existe otro grupo en los que tanto las ruedas delanteras como las traseras son directrices y motrices. A este grupo pertenecen las máquinas de bastidor articulado; siendo el sistema mas generalizado en maquinaria forestal pesada (skidders, autocargadores, cargadores, procesadoras...).

Por su accionamiento, la dirección puede ser:

a) Mecánica (Fig. 242).- En ella la orientación de las

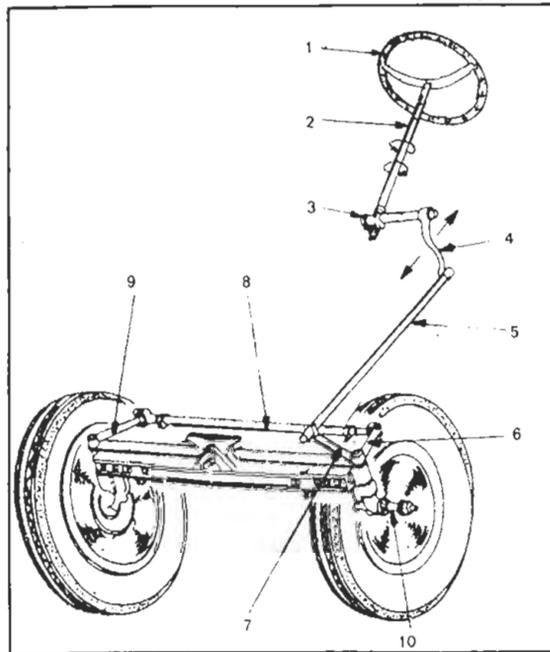


Fig. 242. Dirección mecánica. 1.- Volante. 2.- Columna de dirección. 3.- Caja de id.. 4.- Brazo. 5.- Barra de dirección. 6, 7 y 9.- Palancas de dirección. 8.- Barra transversal. 10.- Mancueta.

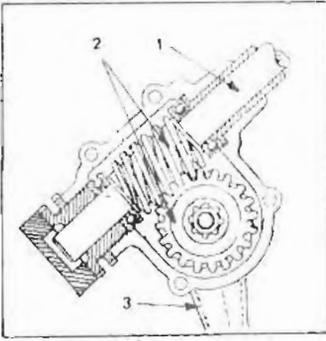


Fig. 243. Caja de dirección. 1.- Columna de dirección. 2.- Engranaje sinfín. 3.- Brazo.

ruedas se consigue íntegramente por el esfuerzo del conductor, transmitida desde el volante de dirección mediante un engranaje y varias barras y palancas. El funcionamiento es bien sencillo:

Al girar el volante (1), merced al engranaje de la caja de dirección (Fig. 243), se transmite el movimiento al brazo (4), que por la barra (5) pasa a la palanca (7) de una rueda, que se orientará al girar a través del eje de la mangueta. Por la acción de la barra (8) se transmite simultáneamente el movimiento a la palanca (9) de la otra rueda, de forma que ambas se orientan a la vez

y por igual.

b) Ayudada o asistida (Figuras 244 y 245).- Básicamente es una dirección mecánica a la que se ha dotado de un cilindro de doble efecto, acoplado a las palancas de dirección por un lado y al bastidor, por el vástago. El aceite lo recibe desde una bomba accionada desde el cigüeñal por medio de una correa. Este sistema "ayuda al conductor", aunque a motor parado se comporta como "mecánico".

La bomba se abastece desde un depósito exclusivo, montado directamente sobre la bomba y a través de unos latiguillos se comunica con el cilindro. En el interior de éste existe una caja de válvulas.

El funcionamiento es como sigue: si no accionamos el

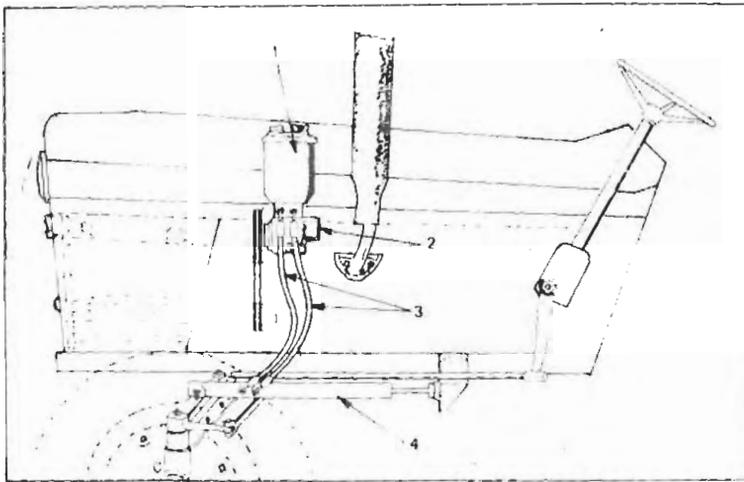


Fig. 244. Dirección ayudada o asistida. 1.- Depósito para el aceite hidráulico. 2.- Bomba. 3.- Latiguillos. 4.- Cilindro de doble efecto (en su interior lleva las válvulas).

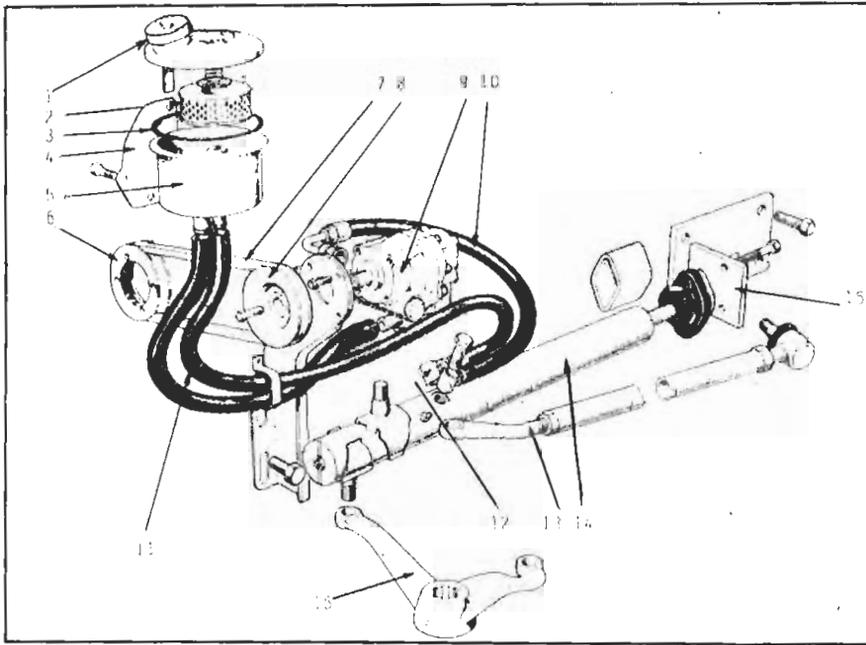


Fig. 245. Despiece de una dirección ayudada. 1.- Tapón para el llenado de aceite. 2.- Filtro. 3.- Junta. 4.- Soporte. 5.- Depósito. 6.- Polea del cigüeñal. 7.- Correa. 8.- Polea de la bomba. 9.- Bomba. 10.- Latiguillo de impulsión. 11.- Id. de retorno. 12.- Conexión del latiguillo. 14.- Cilindro hidráulico de doble efecto. 15.- Palanca. 16.- Soporte de fijación del vástago al bastidor.

volante de dirección, el aceite a presión entra a la caja de válvulas, que está en posición neutra, por un latiguillo y regresa al depósito por el otro sin incidir en el émbolo. Si giramos el volante, la misma palanca de dirección acciona las válvulas, dejando pasar aceite a una de las caras del émbolo, según el sentido de giro del volante, con lo que el conjunto cilindro-vástago se alargará o acortará; consiguientemente, empujará o tirará de la palanca de dirección y, por tanto, orientará las ruedas de acuerdo a las vueltas dadas al volante.

c) Servodirección hidráulica (Figuras 246 y 247).- Como en el sistema anterior, funciona hidráulicamente por aceite a presión y a motor parado puede utilizarse como dirección mecánica. Se diferencia básicamente de aquella, porque el cilindro y la caja de válvulas no van independientes, sino en la misma caja de dirección, siendo accionadas directamente desde el volante. Aquí las válvulas de mando son giratorias y el efecto del émbolo se transmite directamente al brazo de dirección; formando la columna, caja, cilindro y válvulas de dirección un conjunto único, que observamos con detalle en la fig. 247.

La bomba y depósito son idénticos a los del sistema anterior.

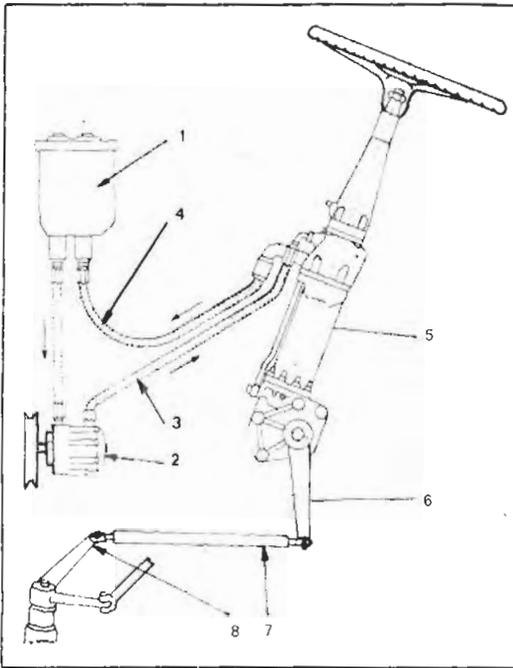


Fig. 246. Servodirección hidráulica. 1.- Depósito. 2.- Bomba. 3.- Latiguillo de impulsión. 4.- Id. de retorno. 5.- Conjunto de columna, cilindro y válvulas de dirección. 6.- Brazo. 7.- Barra. 8.- Palanca.

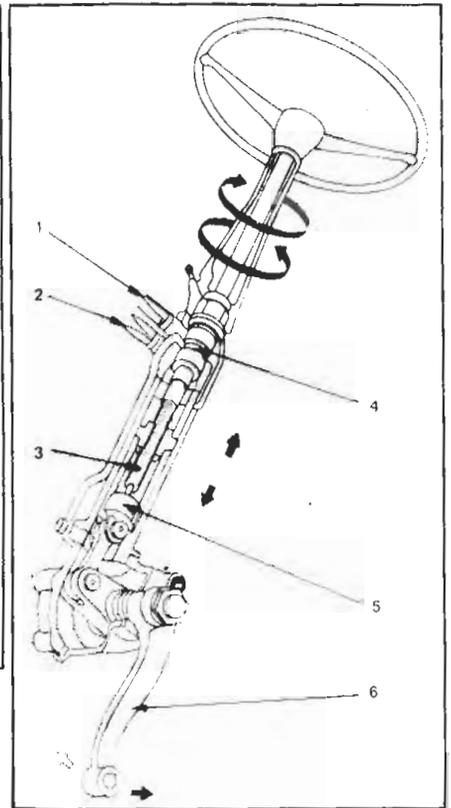


Fig. 247.- Vista interior de las válvulas y cilindro en una servodirección hidráulica. 1.- Conexión del latiguillo de impulsión (entrada del aceite). 2.- Id. de retorno (salida del aceite). 3.- Husillo. 4.- Válvulas. 5.- Émbolo. 6.- Brazo.

#### d) Hidrostática (Fig. 248)

En ella no existen articulaciones mecánicas directas entre el volante y las ruedas directrices; siendo uno o dos cilindros de doble efecto, mandados por aceite a presión, quienes las orientan. Con el volante única y exclusivamente se manda una caja de válvulas (9), conocida por "orbitrol", que envía el aceite según convenga a una u otra cara del émbolo de los cilindros de dirección.

El "orbitrol" puede ser sustituido por una válvula de dirección, tipo "corredera", sustituyéndose en este caso el volante por una palanca o por una barra de dirección (Fig. 249). La dirección hidrostática es la más utilizada en los tractores forestales.

El sistema puede disponer de depósito y bomba exclusivos; si bien, cuando se monta en una máquina provista de sistema hidráulico de acción permanente para otros usos (cableante, bulldozer, frenos, etc.) suele emplear el aceite y la bomba de éste para la dirección. En este caso, la bomba va conectada directamente al cigüeñal o al convertidor de par.

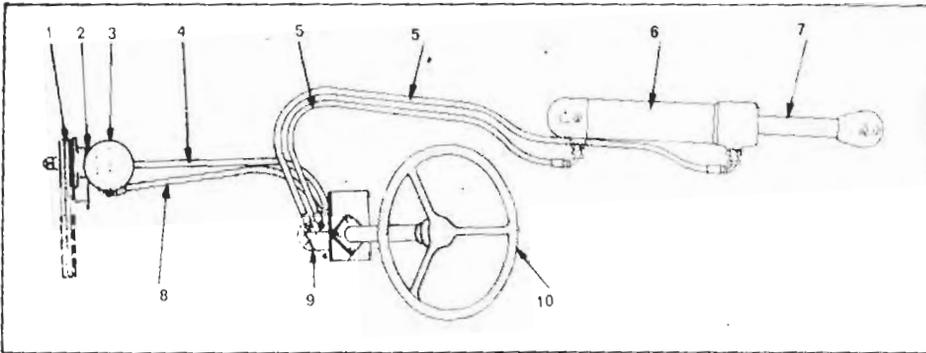


Fig. 248. Dirección hidrostática. 1.- Polea de la bomba. 2.- Borba. 3.- Depósito. 4.- Latiguillo de retorno. 5.- Id. de los cilindros. 6.- Cilindro. 7.- Vástago. 8.- Latiguillo de impulsión. 9.- Orbitrol. 10.- Volante.

A diferencia de los sistemas anteriores, la dirección hidrostática solo puede funcionar con el motor en marcha.

#### ENTRETENIMIENTO DE LA DIRECCION

Los cuidados que requiere el sistema de dirección, se reducen a las operaciones siguientes:

a) Lubricar con pistola a presión en el periodo recomendado por el fabricante, los engrasadores de todas las articulaciones (eje de giro de las manguetas, rótulas, bulones de fijación del cilindro...). Dicho periodo suele oscilar entre las 10 y las 50 horas de funcionamiento.

b) Revisar cada 50 horas el nivel de la valvolina en la caja de dirección, si ésta es mecánica; o el depósito del aceite si es hidráulica. Usar solo los lubricantes recomendados por el fabricante; debiéndose cambiar éstos en el periodo indicado por el mismo (cada 1.000 horas, aproximadamente).

c) Comprobar la tensión de la correa de transmisión de la bomba hidráulica. Normalmente, debe permitir una flecha de 15-20 mm.; si bien, puede ser variable, por lo que es aconsejable consultar el manual de instrucciones.

d) Comprobar que no existen fugas en los latiguillos ni roces entre éstos y otros elementos de la máquina (bastidor, motor, pedales,...).

e) Si se aprecian desgastes irregulares en las cubiertas de las ruedas directrices, habrá que verificar el paralelaje de las mismas. Dicha operación y las manipulaciones del sistema hidráulico, corresponden al especialista.

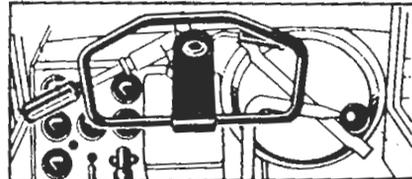


Fig. 249.- Barra para el mando de la dirección en un tractor forestal (CAT).

## DIRECCION EN LOS TRACTORES DE CADENAS

Como ya hemos dicho anteriormente, en las máquinas de orugas se consigue la dirección reduciendo el movimiento de la cadena correspondiente al sentido que se desea girar.

Cuando la transmisión es hidrostática, la pérdida de velocidad de cada cadena, su detención e incluso la inversión del sentido de rotación, lo que permite el giro de la máquina sobre un mismo punto, se consigue con los motores hidráulicos de la transmisión.

Con los otros tipos de transmisión, para detener una de las cadenas hay que desconectarle el movimiento proveniente del cambio y frenarla; por lo que cada palier va partido e intercalados entre ambas partes un embrague de discos múltiples (Fig. 193) y un freno de cinta (Fig. 239), que actúa sobre el semipalier conectado al reductor y, consiguientemente, sobre la cadena. El mando del freno suele ser mecánico o hidrostático, mandándose por un pedal independiente para cada cadena. En algunos tractores los pedales del freno mandan simultáneamente a los embragues de dirección, aunque lo normal es que éstos se manden por una palanca independiente para cada uno. En la figura 250 se representa todo el mecanismo completo de dirección, de mando mecánico tanto en los frenos como en los embragues; en la 251 vemos como van dispuestos las palancas de embrague y los pedales de frenado en un tractor de este tipo.

Para conseguir girar, primero se desembragará y después se frenará; por lo que para iniciar el giro "primero se tirará a fondo de la palanca correspondiente, frenando a continuación con el pedal de ese mismo lado; no debiéndose soltar la palanca de embrague, hasta haber dejado de accionar el pedal del freno".

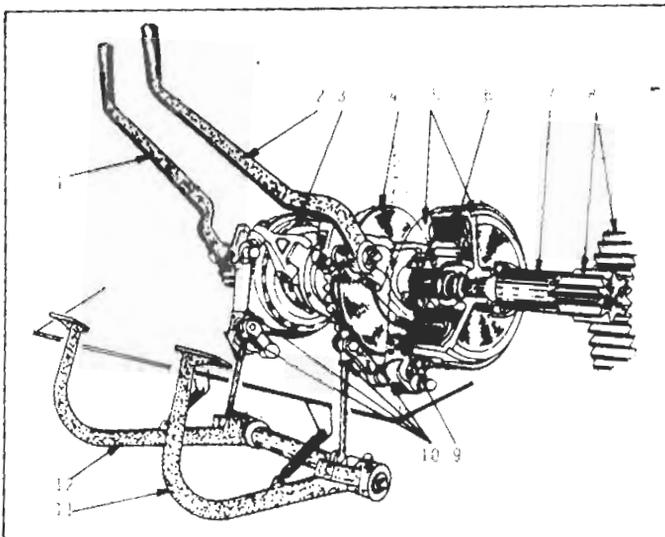


Fig. 250. Conjunto del mecanismo de dirección en un tractor de cadenas. 1.- Palanca del embrague derecho. 2.- Id. del izquierdo. 3.- Embrague derecho. 4.- Corona. 5.- Freno izquierdo. 6.- Discos del embrague izquierdo. 7.- Semipalier. 8.- Reductor. 9.- Cinta del freno. 10.- Tuercas de ajuste de los frenos. 11.- Pedal del freno izquierdo. 12.- Id. derecho.

Para girar en los descensos muy pronunciados, en los que la máquina va retenida por el motor, basta con desembragar la cadena del lado opuesto al sentido de giro.

A fin de no forzar el tren de rodaje y no causar daños innecesarios a la superficie del terreno, siempre que sea posible se evitarán los giros bruscos y cerrados.

El entretenimiento de este sistema es muy simple; se reduce al engrase de las articulaciones de palancas y pedales; así como al reglaje de sus respectivos huelgos, cuando las cotas varíen de las previstas en el manual de instrucciones. Como los discos de embrague van en seco, si se engrasan patinan, lo que se corrige fácilmente lavándolos con gas-oil, para lo que existen unos registros en la carcasa de los embragues.

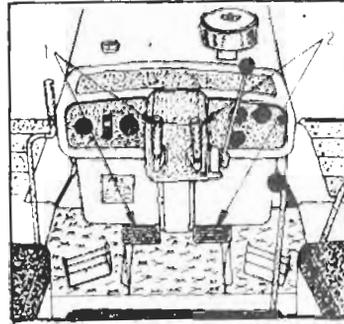


Fig. 251. Disposición de los mandos de dirección en un tractor de cadenas. 1.- Palanca y pedal para la cadena izquierda. 2.- Id. para la derecha.

Al desgastarse los forros de la cinta del freno, aumenta la holgura entre ésta y su tambor, debiéndose ajustar con las tuercas 10 de la figura 250, si se observa poca eficacia en el frenado.

Con el uso, tanto los forros de las cintas del freno como las de los discos de embrague se desgastan, por lo que al menos una vez en la vida útil del tractor, habrá que sustituirlos.



## CAPITULO XV

### TREN DE RODAJE

El tren de rodaje es la parte del vehículo en la que se apoya sobre el firme del camino y a la que finalmente se transmite el par del motor, para que pueda desplazarse.

Al igual que la dirección, el tren de rodaje es bien diferente entre las máquinas de ruedas y las de cadenas, por lo que las vamos a tratar por separado.

#### TREN DE RODAJE DE LAS MÁQUINAS DE RUEDAS

Las máquinas y en especial los tractores, a diferencia de otros vehículos automóviles, tienen su máxima aplicación como vehículos remolcadores (*skidders*, tractores agrícolas) o empujadores (cargadores de pinza, *bulldozers*,...), por lo que su tren de rodaje debe ser robusto y presentar una excelente adherencia.

Inicialmente todos los tractores y máquinas empleaban para su propulsión ruedas metálicas provistas de garras especiales para facilitar el agarre al suelo y asegurar así, el desarrollo de su trabajo (Fig. 7). En 1.932, fué Harvey S. Firestone quien desarrolló el primer neumático práctico para tractor, con lo que mejoró sustancialmente los conceptos de economía y rapidez; que junto a la tracción, son fundamentales en los trabajos de estas máquinas.

La situación actual expresa con suficiente elocuencia el auge del neumático de rodaje. Su superioridad con relación a cualquier otro tipo, hay que atribuirle tanto a su mayor velocidad de trabajo como a la sorprendente adherencia entre la goma y el suelo.

Las ventajas de la goma sobre el metal fueron reconocidas muy pronto. Al pasar por un obstáculo la rueda neumática lo "absorbe", merced a la elasticidad del conjunto de la cubierta; sucedía lo contrario con la rueda metálica que simplemente lo salva subiendo sobre el obstáculo, levantándose como consecuencia el tractor, perdiendo inutilmente potencia y proporcionando una conducción poco cómoda al maquinista. Gracias a su flexibilidad, las ruedas neumáticas se adaptan con facilidad a las irregularidades del terreno, lo que se traduce en una notable "economía" de consumo de combustible a la vez que proporcionan una mayor adherencia del vehículo al terreno. Así mismo, el rodaje es más suave, pudiendo además circular por carretera y a más velocidad.

La historia del neumático se remonta al año 1.845, en el que el inglés Robert Thomson obtiene el primer embrión del mismo. En 1.888 es reinventado por el irlandés Dunlop, al disminuir las excesivas vibraciones y golpeteos que transmitían las ruedas del triciclo de su hijo, usando una especie de manguera engomada recubierta con una lona y sujeta

a un disco de madera.

El neumático gigante concebido para el transporte de cargas pesadas, tanto sobre suelo blando como duro, ha significado toda una revolución en la maquinaria de movimiento de tierras. Desde que en 1.932 se experimentara por vez primera el uso de los neumáticos para este fin, el desarrollo de las cubiertas correspondientes ha sido un influyente factor en la evolución y progreso de este tipo de maquinaria.

Los neumáticos de las máquinas y tractores son de gran tamaño, por la necesidad de flotación para repartir la carga sobre el suelo, reduciendo la presión de contacto con el piso a valores suficientemente bajos con el fin de evitar que las ruedas se hundan en los terrenos blandos o de poco poder portador.

#### Estructura de una rueda (Fig.252)

El conjunto que denominamos "rueda", está formado por:

a) La llanta, o elemento metálico que mediante un perfil adecuado sirve de soporte y apoyo a la cubierta. Las llantas vienen definidas por su perfil o sección transversal. En él se diferencian:

- La "pestaña" o zona donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta; ésta permite el montaje y desmontaje del neumático.
- El "asiento del talón" o parte de la llanta donde se apoya inferiormente el talón de la cubierta. Puede ser plano o inclinado. La anchura de la llanta viene determinada por la distancia comprendida entre los dos vértices que forman asiento y pestaña de ambos lados.

- La "base de la llanta" es la zona comprendida entre los dos asientos de talón.

- El "orificio para la salida de la válvula" o abertura circular en la llanta para permitir el montaje y salida de la válvula.

- Otros elementos que pueden o no estar presentes son el aro de cierre, el aro cónico y la pestaña móvil. En los tractores suele ir sujeta al disco por tornillos; en los demás vehículos va soldada al mismo.

b) La cubierta, que montada sobre la llanta es el elemento de contacto con el suelo. Puede estar construida enteramente con materiales sólidos (macizas), o bien encerrar en su interior una masa de aire comprimido (neumáticas), que junto a la cámara forman el llamado "neumático". Es la parte resistente del neumático, distinguiéndose en ella las

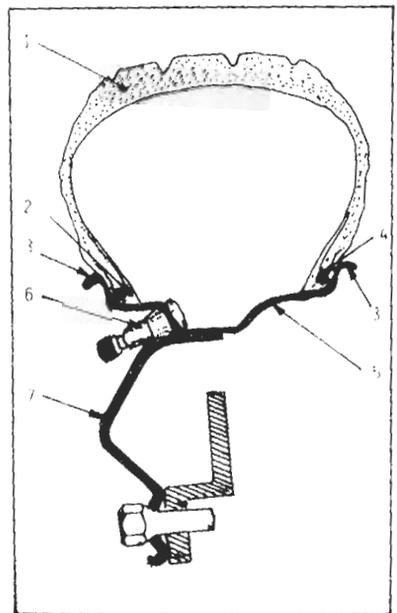


Fig. 252. Partes de la rueda. 1.- Cubierta. 2.- Talón de la cubierta. 3.- Pestaña. 4.- Aro. 5.- Llanta. 6.- Válvula. 7.- Disco.

siguientes partes:

- La "carcasa", que soporta la presión de inflado así como los esfuerzos exteriores. Está revestida en su interior de goma que lleva incrustadas interiormente varias capas de tejido. El número de capas o telas depende de la clase de cubierta y su destino. La capacidad de carga de una cubierta depende de este número, de su disposición y de su resistencia.

Actualmente se utilizan tejidos de nylon u otras fibras sintéticas, por presentar una mayor resistencia que el algodón empleado anteriormente. A veces, se emplean mallas de hilos de acero. El revestimiento exterior de la carcasa es diferente en las distintas zonas de la cubierta.

- La "banda de rodamiento", que unida a la carcasa aporta al neumático gran parte de sus características funcionales, tales como adherencia, tracción, resistencia al desgaste, etc. Es la zona más externa que va en contacto con el suelo debiendo asegurar la adherencia del vehículo a la superficie del terreno, sin importar el estado del mismo, permitiendo la transmisión de los esfuerzos de tracción y frenado y evitando los deslizamientos. Para estos fines lleva diversos relieves; así en invierno y para nieve se requiere un perfil con hendiduras muy acusadas, incluso se pueden insertar clavos en la banda de rodamiento o colocar "cadenas" para mejorar la adherencia del vehículo.

- Los "talones" o bordes de la cubierta permiten a ésta su ajuste a la llanta. Se hacen inextensibles al llevar en su interior unos aros de acero.

- Los "flancos", que al estar situados entre los talones y la banda de rodamiento, son los encargados de absorber todo tipo de flexiones, bien sean éstas verticales u horizontales, repercutiendo su mayor o menor rigidez en el grado de confort.

c) La cámara, formada por un anillo tórico de goma delgada y elástica que, una vez inflado, se adhiere contra la superficie interna de la cubierta y contra la llanta o el

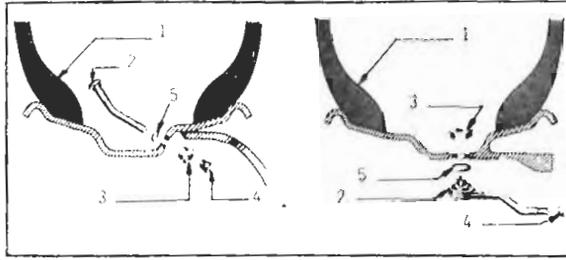


Fig. 253. Dos formas de válvula diferentes según el tipo de llanta (MICHELIN). 1.- Cubierta. 2.- Válvula. 3.- Luerca. 4.- Tapón de válvula. 5.- Junta.

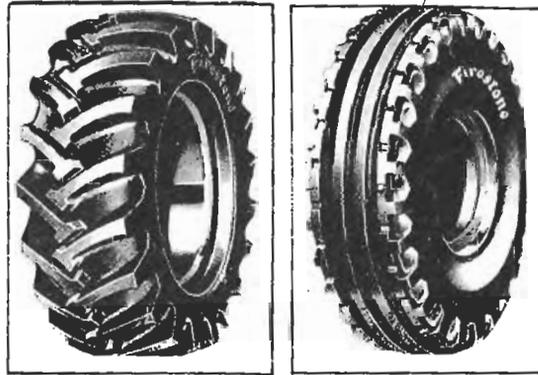


Fig. 254. Cubierta traseña de tractor (FIRESTONE)

Fig. 255. Cubierta delantera de id. (FIRESTONE).

protector. El aire se introduce a presión en su interior a través de una válvula adherida a ella. Algunos neumáticos no llevan cámara realizando su función la misma cubierta.

d) El protector, es una pieza de goma que, a veces, se intercala entre la cámara y la llanta a fin de evitar roces entre ellas.

e) La válvula, o dispositivo que permite controlar la entrada, salida o permanencia del aire comprimido en el interior del neumático. La elección del tipo de válvula a utilizar va en función del tipo de llanta (Fig. 253).

Las válvulas de neumáticos sin cámara se ajustan a la llanta mediante una arandela de hermeticidad y una tuerca; mientras que las instaladas en la cámara van vulcanizadas o, raramente, roscadas a ésta. La válvula tiene un núcleo (obús) que permite la entrada de aire e impide su salida, a menos que se presione sobre el mismo. El tapón de la válvula funciona como válvula secundaria y también la protege contra el polvo y la suciedad.

f) El dibujo de la banda de rodamiento, puede variar de unos neumáticos a otros, según el uso específico de los mismos: tracción, dirección, canteras, nieve, barro, alta velocidad, etc.

Los neumáticos traseros de algunos tractores presentan el clásico dibujo "oper center", formado a base de gruesas barras o nervios cruzados en forma de "V" (Fig. 254), cuyo sentido de giro coincide con el vértice de la "V", lo que favorece la autolimpieza en terrenos húmedos. Los neumáticos industriales suelen llevar otros dibujos diferentes a la clásica "V", que si bien presentan una menor adherencia, suelen desgastarse menos. Son los más usuales en palas cargadoras y bastante frecuentes en algunos tractores forestales.

Las cubiertas delanteras de los tractores agrícolas (ruedas directrices), van provistas de uno o varios nervios circunferenciales que dan un efecto direccional o de guía sin resistencias al avance (ribber tractor) y que podemos observar en la figura 255.

Neumáticos sin cámara.— La cubierta sin cámara, denominada también "tubeless", se diferencia de la normal en que lleva interiormente un recubrimiento especial de goma impermeable al aire, que sustituye a la cámara, con lo que eliminan los poros, roces, arranque de válvulas, potencialidad de pinchazos y la pérdida rápida de aire en el caso de que éstos lleguen a producirse. El forro interior de la cubierta está hecho de butilo y actúa como junta de estanqueidad; tanto entre los talones de la cubierta y la pestaña de la llanta, como entre el cuerpo causante de un pinchazo, tapando su propia perforación o reduciendo la salida del aire si la perforación es considerable. El retardo de pérdida de aire permite, muchas veces, seguir rodando hasta su reparación.

Así mismo, el neumático sin cámara rebaja el costo de las operaciones y simplifica su manipulación, ya que se evita el engorroso manejo de cámaras y protectores.

### Estructura de los neumáticos

Existen neumáticos con dos tipos de estructura diferente atendiendo a la disposición de las capas que forman el cuerpo de la carcasa. Según su estructura, los neumáticos pueden ser diagonales y radiales.

a) Neumático diagonal o convencional (Fig. 256).- Es el más antiguo de todos, pues su técnica prácticamente no ha variado desde que en 1.881 se pasó de la rueda maciza al neumático, hasta nuestros días; si bien, va siendo desbancado por el neumático radial.

En la estructura diagonal, la carcasa está construida por capas o lonas superpuestas, entrecruzadas y dispuestas al biés. El número de lonas o capas es variable, según el uso específico para el que ha sido diseñado. Tras situar los cables de las diferentes capas o lonas en distintas posiciones, se optó finalmente por superponer las capas cruzadas entre sí, en forma de retícula. Así, durante mucho tiempo los cables estuvieron dispuestos formando un ángulo de  $45^\circ$ , reducido actualmente a algo menos de  $40^\circ$ . El valor de este ángulo influye en el comportamiento del neumático; si es pequeño, la estabilidad mejora pero la dirección se endurece; si es mayor el neumático se hace más flexible, pero es más inestable lateralmente.

La cima del neumático diagonal no está estabilizada y son las propias lonas de la carcasa las que sostienen la banda de rodadura, siendo ésta solidaria con los flancos. Así, al rodar el neumático, todas las flexiones son transmitidas a la banda de rodadura, provocando deformaciones en la superficie de contacto con el suelo.

b) Neumático radial (Fig. 257).- El neumático radial o "X" nace en el año 1.946, tras un diseño de los técnicos de la firma Michelin. En su estructura pueden distinguirse dos clases de capas o cables: las de la carcasa propiamente dicha, y las del cinturón. Las de la carcasa (una o dos), tienen los cables dispuestos como los radios de una rueda, atravesando la banda de rodadura en ángulo recto, no diagonalmente como ocurre en las convencionales. Esto les hace confortables, pero les resta estabilidad en la dirección.

La estabilidad se consigue gracias a un cinturón de capas que envuelve a la carcasa por debajo de la banda de

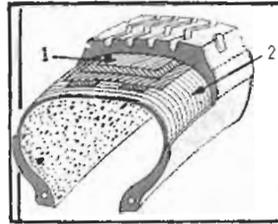


Fig. 256. Neumático diagonal (MICHELIN). 1.- Carcasa de varias lonas dispuestas entre sí. 2.- Cima no estabilizada.

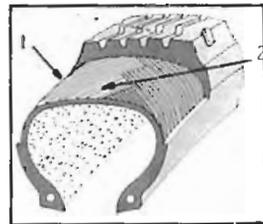


Fig. 257. Neumático radial (MICHELIN). 1.- Cima estabilizada. 2.- Carcasa radial de cables que forman ángulos rectos.

rodamiento, disponiendo además diagonalmente unos cables que forman entre sí un ángulo variable de 18 a 22°.

Si el cinturón emplea cables de acero, será necesario un menor número de capas que si se utilizan otros materiales (nylón u otras fibras similares), ya que el acero proporciona mayor resistencia al cinturón y no se dilata por la presión de inflado. El cinturón presenta una gran flexibilidad en el sentido radial y una gran rigidez en los sentidos lateral y longitudinal.

Comparando las dos estructuras, la cubierta radial presenta las ventajas de una mayor estabilidad, confort de conducción, resistencia a la deriva y economía de combustible y menores desgastes y calentamientos durante el trabajo.

#### NEUMATICOS PARA TRABAJOS FORESTALES

Los neumáticos destinados a estos fines, han de presentar una gran resistencia a los choques, cortes y agresiones diversas, así como asegurar una perfecta adherencia. Para trabajos forestales, obras, canteras, etc., se diseñan neumáticos con banda de rodadura compactas y resistentes a los rodajes por terreno rocoso y con buena adherencia al suelo.

La estructura radial con los flancos flexibles y bien protegidos, presenta una elevada resistencia a los cortes y choques, reduce en gran medida el recalentamiento del neumático y facilita la reparación. Para rodajes por terrenos embarrados no solo es necesario que la carcasa sea resistente y flexible, también debe ser muy adherente.

En la selección de la cubierta, debemos de tener presentes:

- a) La medida o tamaño y el "ply rating" necesarios.
- b) El tipo de cubierta y el dibujo de rodamiento mas adecuado a las exigencias y condiciones del trabajo a realizar.

La llanta debe ser de la medida y tipo correspondientes a la cubierta que debe soportar, para evitar daños en el neumático.

El "ply rating" (índice de resistencia) de un neumático para uso forestal nunca debe ser inferior a 10; siendo 14 ó 16 los mas adecuados.

En cuanto al dibujo, si la máquina va provista de un diferencial convencional o el suelo es blando o suelto (bajo poder portador y poca adherencia), los dibujos mas adecuados son el "oper center" o similares, que usan normalmente los tractores agrícolas en sus ruedas traseras (Fig. 254). Si el suelo es seco y duro, o la máquina va equipada con diferencial controlado o de par motor (Fig. 223); es aconsejable emplear dibujos "tipo industrial", que si bien son menos adherentes, presentan una mayor resistencia al desgaste sobre suelo firme y duro.

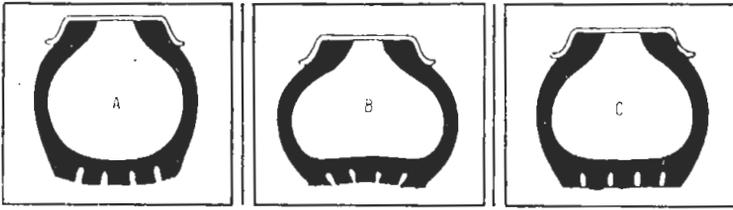


Fig. 258. Presión de inflado. A.- Excesiva. B.- Baja. C.- Correcta.

En cualquier caso es muy importante mantener correctamente la presión de inflado que nos aconseje el fabricante del neumático. La presión de inflado determina la superficie de contacto y el grado de flexibilidad de los flancos. Un neumático con una presión inferior en un 20% a la adecuada, disminuye su rendimiento en un 30%, con el consiguiente aumento de consumo de combustible. Si la presión es alta la rueda se hundirá mas en suelo húmedo y se desgastará mas si éste es seco.

#### NOMENCLATURA

Las cifras grabadas en los flancos de la cubierta, se refieren a las medidas tanto de la cubierta como de la llanta donde debe ir montada. En el primer caso son los valores teóricos del ancho o "sección" del neumático y el diámetro de talones. Estas dimensiones son nominales; es decir, que coinciden exactamente con los valores de las medidas que realmente tienen. Las dimensiones correspondientes a la llanta se refieren a la distancia entre pestañas y al diámetro de llanta medido en el asiento de los talones. En el caso de las ruedas de los tractores y máquinas similares, tanto las dimensiones de la cubierta como las de la llanta se expresan en pulgadas (1 pulgada = 25,4 mm.).

Veamos un par de ejemplos:

- 24.00-25/17.00-25, significan: Ancho de cubierta: 24"; diámetro de talones: 25"; Distancia entre las pestañas de la llanta: 17"; Diámetro de llanta en el lugar de asiento de los talones: 17".

- 37,5-39/32-39, significan: Ancho de cubierta: 37,5"; Diámetro de talones: 39"; Distancia entre pestañas: 32"; Diámetro de llanta: 39".

Para expresar cualquiera de éstos valores en cm., basta con multiplicarlos por 2,54.

Las cifras correspondientes a las dimensiones de la llanta suelen ser de menor tamaño que las de la cubierta.

Igualmente figura en la cubierta su índice de resistencia o su "ply rating". Este se usa para identificar a un neumático determinado por su carga máxima cuando se emplea para un determinado servicio y a una presión establecida. Antaño representaba al número de lonas de algodón; actualmente representa a su equivalente en resistencia, pero en absoluto coincide con el número de capas de su carcasa, pues tanto empleando malla de acero como fibras sintéticas la resistencia es mucho mayor que la del algodón, necesitándose

un menor número de capas para obtener una resistencia similar.

Los neumáticos para vehículos ligeros, difieren en cuanto a nomenclatura con los explicados para tractor. Por ejemplo, la medida de la sección se expresa en mm. y se omiten las dimensiones de llanta y su ply rating. (Fig. 259).

#### MODIFICACION DE LAS CARACTERISTICAS EN LOS TRACTORES DE RUEDAS

Las características fácilmente modificables en el tren de rodaje de tractores y máquinas de ruedas, son el ancho de vía y la adherencia. La primera se consigue por un sencillo sistema mecánico (tractores agrícolas); la segunda con el lastrado o aumento de peso y mediante el empleo de cadenas anti-deslizantes.

a) Ancho de vía regulable.— Es bastante habitual que los tractores agrícolas dispongan de algún dispositivo que les permita variar su ancho entre ruedas. El sistema más usual en las ruedas traseras, consiste en cambiar la posición del disco de cada rueda motriz. Para esto, el disco va unido a la llanta por medio de tornillos.

Una variante al sistema anterior, es que el cambio de posición entre el disco y la llanta se realice por medio de guías helicoidales. Estas consisten en unos nervios en forma de hélice, soldados a la parte interior de la llanta y que sustituyen a las bridas, de forma que el tractorista pueda variar a voluntad la separación entre neumáticos, dentro de los límites que permita el paso de hélices. Para realizar la operación, basta aflojar los tornillos de unión del disco a las guías e inmovilizar el neumático; el disco lo moveremos con el propio motor sincronizando una velocidad corta, hasta conseguir el ancho de vía deseado.

Igualmente van equipados con un dispositivo telescópico en el eje delantero para variar su ancho de vía.

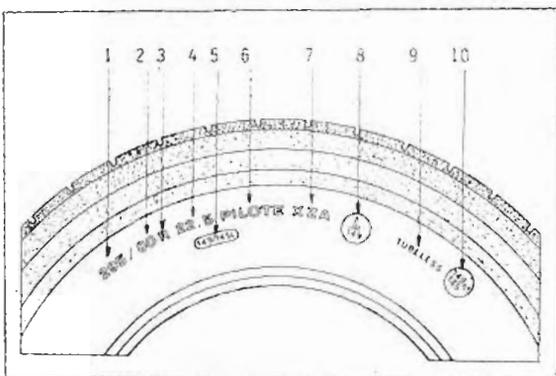


Fig. 259. Significado de la nomenclatura en un neumático para turismo (MICHELIN). 1.— Ancho o sección de la cubierta (en mm.). 2.— Serie o referencia. 3.— Radial. 4.— Diámetro de talones (en pulgadas). 5.— Índices de utilización. 6.— Nombre comercial. 7.— Tipo de escultura. 8.— Índices de utilización. 9.— Sin cámara. 10.— Índices de utilización.

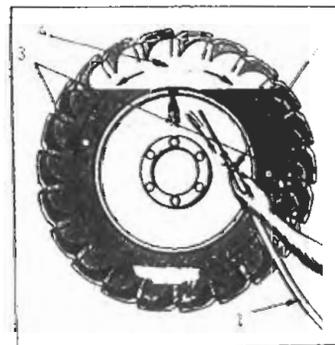


Fig. 260. Hidroyado. 1. Manguera de agua a presión. 2.— Hidroyador. 3.— Agua. 4.— Aire.

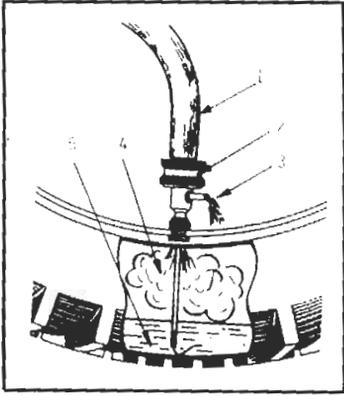


Fig. 261. Vaciado del agua. 1.- Manguera de aire a presión. 2.- Hidroyacimiento. 3.- Salida del agua. 4.- Aire. 5.- Agua.

b) Lastrado.- El principal cometido del neumático motriz del tractor es dar "tracción" o potencia de tiro. De ahí la especial forma del dibujo de su banda de rodadura, para evitar el fácil deslizamiento con respecto al suelo.

El lastrado consiste en añadir peso a las ruedas motrices del tractor para aumentar la adherencia de éste al suelo. La operación es conveniente en ciertas labores agrícolas, tales como desfonde, barbechar, etc. A veces también es necesario lastrar el tractor con contrapesos en su parte delantera, para evitar que el tractor se levante "de morro".

En las ruedas traseras, el lastrado puede hacerse, igualmente, con contrapesos metálicos; si bien, lo más corriente es hacerlo llenando de agua el interior de las cámaras de las ruedas motrices (hidroyacimiento) hasta el 75% de su capacidad total (Fig. 260). En este caso, para evitar que el agua se congele en invierno y el propio hielo corte la cámara, habrá que añadirse anticongelante, siendo el cloruro cálcico el que normalmente se emplea.

El hidroyacimiento es una operación sencilla, pues basta con disponer de una manguera de agua a presión para su realización; aunque se simplifica con el empleo de un adaptador o "hidroyacimiento", que se une a la rosca de la válvula y a la manguera de agua para lastrar la cámara (Fig. 260); o a una manguera de aire comprimido para vaciarla (Fig. 261). En el primer caso, por un orificio lateral que lleva el adaptador, irá saliendo el aire a la vez que entra el agua en la cámara; en el segundo, ocurre lo contrario. Lógicamente, para llenar la rueda de agua debe encontrarse la válvula, cuya parte roscada se desmonta, en su parte más alta (Fig. 260); en la más baja para su vaciado (Fig. 261). En ambos casos, el tractor debe estar elevado y las ruedas libres de peso.



Fig. 262

Después de llenar la cámara de agua, se monta la válvula y se le inyecta aire

hasta conseguir la presión adecuada, como si la rueda no estuviera lastrada.

c) Cadenas antideslizantes.— En condiciones normales, la adherencia (mayor o menor fuerza de unión entre los neumáticos y el suelo) necesaria la proporcionan los dibujos de las cubiertas; en otras ocasiones, debido a factores meteorológicos (lluvia, hielo, <sup>Fig. 263</sup> nieve) las condiciones adherentes del suelo disminuyen (barro), perdiendo, igualmente, adherencia la máquina hasta hacer peligrosa o imposible su conducción. En cuanto observemos que los dibujos de los neumáticos no ofrecen la suficiente garantía de adherencia, se debe recurrir a la colocación de "cadenas" en las ruedas motrices.

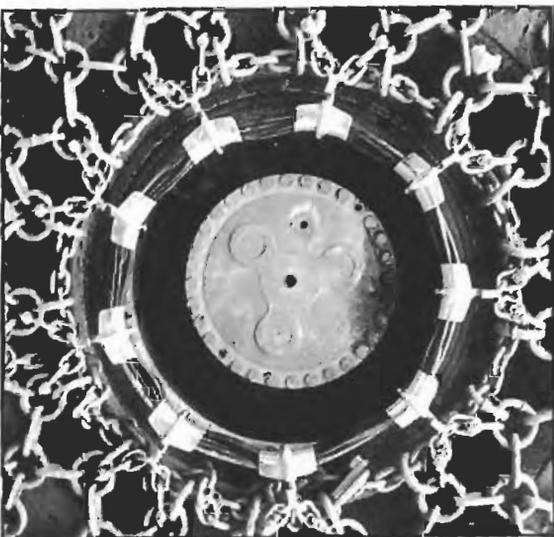
Así como las dos operaciones anteriores (reglaje de la vía y lastrado), son propias de los tractores agrícolas; la utilización de cadenas es poco habitual en éstos; al contrario, es una práctica normal y obligatoria en los tractores forestales de todo tipo, especialmente en los trabajos realizados durante la estación de lluvias.

Para elegir el tipo de cadena apropiado al vehículo en cuestión, deberá tenerse en cuenta las dimensiones del neumático y el uso que se le va a dar (barro, nieve, protección contra los cortes, ...). En su colocación, se procurará que queden lo más ajustadas a la cubierta, de no ser así, el neumático podría girar dentro de la cadena, aumentando el desgaste de éste sin conseguir un aumento de la adherencia al terreno, que es lo que se pretende con la cadena.

La figura 262 muestra una cadena de construcción exagonal, cuyo aumento de adherencia lo consigue por las púas de que disponen los eslabones. Este tipo de cadena protege de cortes



Fig. 263



y prolonga la vida de la cubierta. En la figura 263 se representa otro tipo de cadena mas sencilla y de un excelente comportamiento en barro. En la 264 se observa el detalle de amarre y tensión de la cadena en la rueda.

### ENTRETENIMIENTO DE LOS NEUMÁTICOS

El primer cuidado que hemos de realizar al neumático, a fin de que la conducción sea segura y el desgaste de la cubierta esté dentro de los límites normales, es mantener la presión interior en los valores indicados por el fabricante. La comprobación debe hacerse con el neumático en frío y utilizando un manómetro adecuado.

Para facilitar el inflado de los neumáticos en el mismo tajo de trabajo; aquellas máquinas forestales provistas de freno neumático o hidroneumático, van provistas en el circuito de frenos de una conexión para una manguera, de modo que puedan autoabastecerse de aire a presión para el inflado de sus ruedas, soplado de filtros, petroleado, etc.

Si se observan desgastes anormales en las ruedas directrices de los vehículos ligeros, es síntoma inequívoco de un defecto en el paralelaje de dirección, lo que se corrige con un reglaje.

Otras operaciones que se realizan para alargar la vida de la cubierta, son el reestructurado y el recauchutado. El primero consiste en redibujar la banda de rodadura cuando el original casi se ha perdido. Esta operación se debe realizar en aquellas cubiertas para las que el fabricante ha previsto el reestructurado y que llevan grabada la palabra "regrovable" (reesculturable). Se suele hacer en las cubiertas de los vehículos de transporte.

El recauchutado consiste en poner una nueva banda de rodamiento a una cubierta, cuando se ha desgastado y hemos obtenido todo el rendimiento que podía proporcionarnos la banda original, incluyendo el reestructurado citado anteriormente.

Para llevar a cabo la operación de recauchutado es condición indispensable que la carcasa sobre la que vamos a colocar la nueva banda de rodamiento, se encuentre en buen estado.

Los métodos de recauchutado utilizados normalmente son tres:

- Recauchutado de la cima (TORCAP), reemplazando únicamente la banda de rodamiento.

- Recauchutado de la banda de rodamiento y hombros hasta la zona de flancos (FULLCAP).

- Recauchutado en molde o "remoldeado", recauchutando la cubierta de talón a talón, incluidos la banda de rodamiento y los flancos.

La operación de recauchutado permite duplicar la vida

del neumático, siendo su coste aproximado de la cuarta parte del precio de adquisición de la cubierta nueva. Es una práctica habitual en los tractores forestales, no siendo aconsejable por razones de seguridad en los vehículos ligeros.

La operación mas frecuente suele ser la reparación de pinchazos. Resta decir que en cuanto una rueda se pincha hemos de detener el vehículo y sustituirla; basta el recorrido de una corta distancia para deteriorar y hacer inservibles la cubierta y la cámara. Veamos detalladamente el proceso a seguir en esta práctica:

#### ARREGLO DE PINCHAZOS EN LOS NEUMATICOS

FASES	OPERACIONES
A) PREPARACION DE LA MAQUINA	a.1.- Calzar debidamente las ruedas restantes. a.2.- Echar freno de estacionamiento y conectar una velocidad. a.3.- Aflojar tuercas del disco. a.4.- Colocar gato, levantar vehículo, colocar un taco de seguridad y ver que queda bien calzado. a.5.- Quitar tuercas y extraer la rueda.
B) DESMONTAR LA RUEDA	b.1.- Desenroscar el obús y esperar a que el neumático se desinfla (Fig. 265). b.2.- Despegar la cubierta de la llanta. Se puede servir de un mazo, un ángulo o un cincel, un gato, la pala del bulldozer u otro vehículo. (Fig. 266). b.3.- Extraer un lado de la cubierta, sirviéndose de unos desmontables (Fig. 267). b.4.- Sacar la cámara, empezando por el lado opuesto a la válvula y procurando no pellizcarla (Fig. 268).
C) LOCALIZACION DEL PINCHAZO	c.1.- Poner obús e inflar la cámara. c.2.- Observar a oído y pasando un dedo mojado por la superficie. Si de esta manera no se detecta el pinchazo, sumergir la cámara en agua hasta su localización.
D) ARREGLO DEL PINCHAZO	d.1.- Limpiar bien y raspar con lija la zona del pinchazo. No tocar la superficie raspada con los dedos. d.2.- Cubrir la zona raspada con una capa de disolución y esperar a que ésta se seque. d.3.- Poner parche; golpeándolo lentamente con un mazo de goma sobre una superficie lisa o apretar fuertemente con los dedos del centro del parche hacia los bordes. Retirar posteriormente el papelito que lo envuelve exteriormente.
E) COMPROBAR ARREGLO	e.1.- Asegurarse de que no existen fugas sumergiendo la cámara en agua. Observar la cubierta por si perdurase el objeto que produjo el pinchazo.
F) MONTAJE DE LA RUEDA	f.1.- Introducir la cámara, empezando por la válvula (Fig. 269). f.2.- Sujetar la válvula con su tuerca y montar la cubierta. Siempre que sea posible, realizar la operación sin utilizar desmontables; haciendo presión con los pies o golpeando el talón. Así no pellizcaremos la cámara. (Fig. 270). f.3.- Inflar la rueda hasta la presión recomendada.
G) COLOCACION DE LA RUEDA	g.1.- Colocar la rueda en sus espárragos, poner tuercas y apretarlas en diagonal. Quitar gato, calzos y reapretar tuercas.



Fig. 265



Fig. 266



Fig. 267



Fig. 268



Fig. 269



Fig. 270

### TREN DE RODAJE DE LOS TRACTORES DE CADENAS

Los tractores de cadenas van equipados para su desplazamiento de un tren de rodaje mucho más complejo y caro que los tractores de ruedas. Sin embargo, en cuanto a estabilidad, adherencia y seguridad presentan notables ventajas con respecto a los de ruedas. En contrapartida son más lentos, estropean el firme por lo que no pueden circular por carretera y son menos cómodos y confortables para el maquinista.

Por tanto, este tipo de maquinaria queda relegada a trabajos duros en terrenos abruptos y en aquellos en los que se requiere una mejor adherencia y tracción, tales como la apertura de terrazas, construcción de vías de saca, acondicionamiento de terrenos, escarificación y desfonde de suelos duros o rocosos, etc.

A las ventajas de una mayor adherencia y estabilidad sobre terrenos resbaladizos y en pendiente, se suma la de una mayor facilidad de maniobra, pudiendo, incluso, girar sobre sí mismo. En adherencia solo son superiores los de ruedas cuando se desplazan por superficies de roca (lastras)

La presión que su tren de rodaje ejerce sobre el suelo, es igualmente menor que en aquellos, ya que el peso del tractor descansa sobre dos "cadenas" que presentan una gran

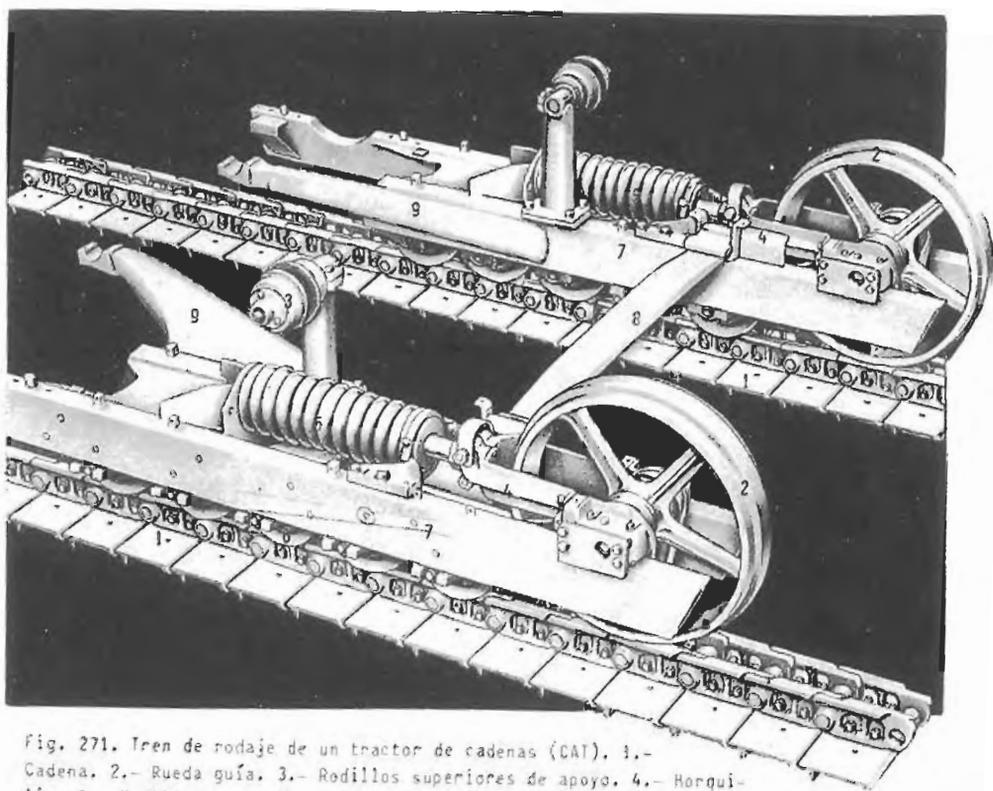


Fig. 271. Tren de rodaje de un tractor de cadenas (CAT). 1.- Cadena. 2.- Rueda guía. 3.- Rodillos superiores de apoyo. 4.- Horquilla. 5.- Muelle de tensión. 6.- Rodillos inferiores de apoyo. 7.- Largueros. 8.- Ballesta transversal. 9.- Brazos de presión.

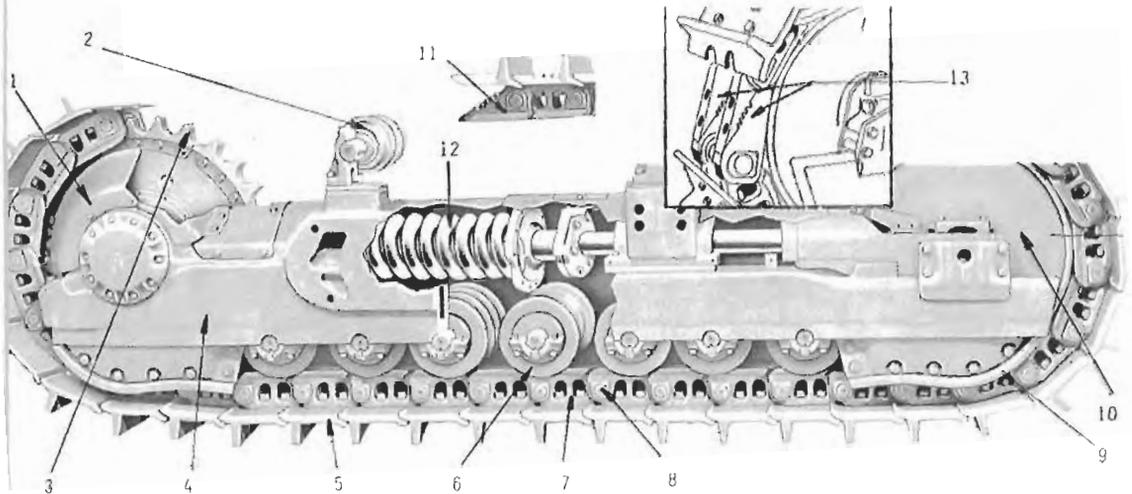


Fig. 272.- Carro completo seccionado (CAI). 1.- Protector de rueda motriz. 2.- Rodillo de apoyo superior. 3.- Segmentos atornillables de la rueda motriz. 4.- Larguero o bastidor. 5.- Zapata o teja. 6.- Rodillo de apoyo inferior. 7.- Eslabones de cadena. 8.- Bultones. 9.- Protector de rueda guía. 10.- Rueda guía. 11.- Eslabón de empalme de la cadena. 12.- Muelle de tensión y amortiguación. 13.- Detalle del eslabón de empalme.

superficie de apoyo. Cada una de estas cadenas gira alrededor de una serie de piezas que en su conjunto forman los denominados "carros". El peso del tractor se transmite a los carros (Fig. 271) por su parte trasera a través de los brazos (9), articulados al eje de las ruedas motrices o barra estabilizadora; por la delantera mediante la ballesta transversal (8), cuyos extremos se sujetan a los largueros interiores de los carros. Tal ballesta recibe el peso correspondiente a la parte delantera del tractor, por su parte central, con lo que se consigue una cierta articulación que permite la adaptación de las cadenas a las desigualdades del terreno.

Cada uno de los carros, está formado por los siguientes elementos (Fig. 272):

a) Rueda motriz o de cabilla.- Situada en la parte trasera y provista de dientes. Recibe movimiento a través del reductor final, desde el embrague de dirección correspondiente. Los dientes que posee en su periferia enganchan en los casquillos de los eslabones de cadena, por lo que al girar esta rueda, impulsa la cadena hacia adelante o hacia atrás, según el sentido de giro.

En algunos modelos, la parte dentada se monta en segmentos atornillables, que en caso de reparación reducen los costes (Fig. 273). Es normal que estos segmentos se puedan sustituir a pie de obra, sin tener que desabrochar la cadena ni desmontar los largueros del carro (3 de la fig. 272).

La ubicación tradicional de la rueda motriz es la parte trasera e inferior del carro; si bien los modernos tractores CATERPILLAR la llevan en una posición elevada, con la que se

obtiene mejor tracción y equilibrio (Fig. 274). Igualmente, protege a los mandos finales de impactos directos, alargando su duración. Esta posición elevada permite la posibilidad de utilizar distintos bastidores de rodillos, adecuados a cada tipo de trabajo (Fig. 275). Con el diseño tradicional, los rodajes solo se podían prolongar hacia adelante o ensanchar su vía; con este sistema se puede hacer todo esto y, además, prolongarlo por su parte trasera, con lo que en determinados trabajos, como los forestales de arrastre, se consigue mejorar la capacidad de tiro en la saca de troncos.

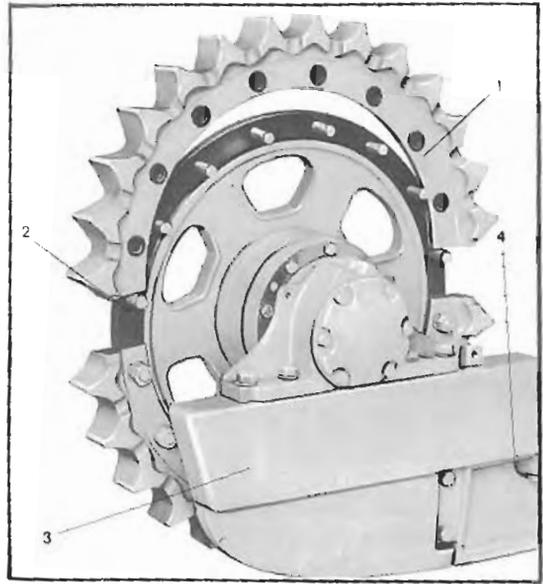


Fig. 273. Rueda motriz o de cabilla (FIAT). 1.- Segmentos atornillables. 2.- Rueda motriz. 3.- Larguero o bastidor de los rodillos. 4.- Rodillo inferior de apoyo.

En estos tractores, el puesto del operador está mas elevado, con lo que se obtiene una mayor visibilidad general de los elementos de trabajo (esquinas del bulldozer, puntas del riper, etc.).

Al tener la rueda de cabilla elevada, ciertos componentes del tren de potencia quedan preservados de la abrasión producida por acumulación de barro o impactos de piedras o materiales del suelo.

b) Rueda guía.- Situada en la parte delantera del carro, ejerce las funciones de guía, reenvío y tensión de la cadena. Para esta función última, va montada sobre una horquilla desplazable a lo largo del bastidor o largueros del carro, recibiendo la fuerza de empuje de un potente muelle de tensión o a través de un cilindro hidráulico. Los elementos citados (rueda guía horquilla, muelle y, en su caso, cilindro), junto a un sistema de fijación, forman el denominado "sistema de tensión".

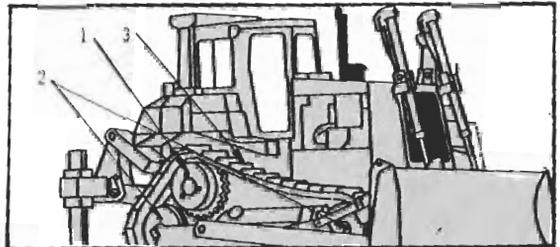


Fig. 274. Disposición elevada de la rueda de cabilla (CAT). 1.- Rueda motriz. 2.- Ruedas guía. 3.- Cadena. 4.- Rodillo inferior de apoyo.

Cuando la rueda motriz va elevada, cada carro lateral de rodaje es portador de dos ruedas guías; una situada en cada extremo del mismo (2 de la fig. 274).

c) Rodillos de apoyo (Fig. 276).- Sobre ellos descansa todo el peso de la máquina y que lo transmiten a la cadena para que ésta se aplique contra el terreno.

En la parte superior del carro existen uno o dos rodillos de apoyo o de soporte, sobre los que se desliza la cadena en su vano superior, disminuyendo la flecha. Tales rodillos de soporte, pueden no existir en los tractores de orugas de baja potencia.

Los rodillos superiores e inferiores van lubricados interiormente. Tradicionalmente requerían una atención periódica, debiéndoseles inyectar valvolina (S.A.E. 90 ó 140) con una bomba especial de accionamiento manual. En los modernos tractores de orugas el engrase de los rodillos es permanente, por lo que no requieren atención periódica.

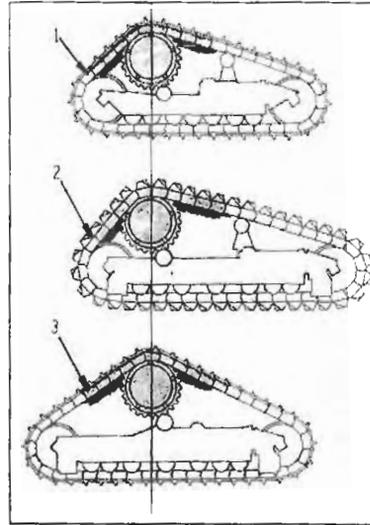


Fig. 275. Diferentes tipos de carro con rueda motriz elevada. 1.- Estándar. 2.- Baja presión sobre el suelo. 3.- Especial para tractores forestales arrastradores de troncos.

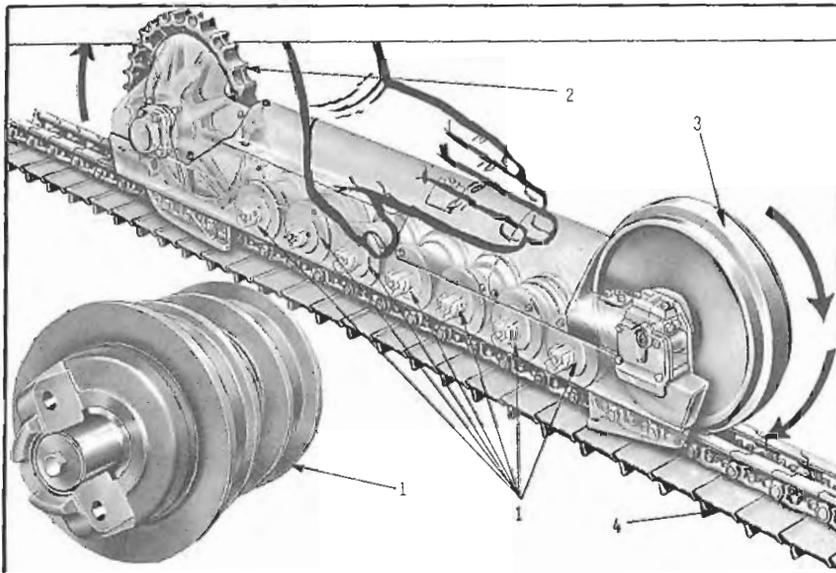


Fig. 276. Efecto de los rodillos de apoyo (CAT). 1.- Rodillos de apoyo inferiores. 2.- Rueda motriz o de cabilla. 3.- Rueda guía. 4.- Cadena.

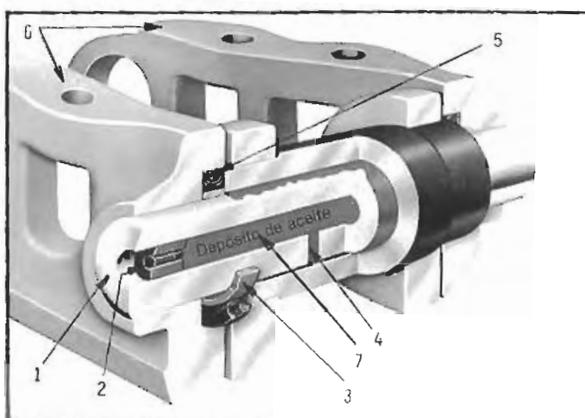


Fig. 277. Detalle del casquillo y bulón seccionados en una cadena sellada y lubricada (CAT). 1.- Bulón. 2.- Tapón. 3.- Anillo de empuje. 4.- Paso de aceite. 5.- Retén de estanqueidad. 6.- Eslabones. 7.- Depósito de aceite.

e) Cadena.- Compuesta por una serie de eslabones dobles, que se unen entre sí mediante bulones introducidos a presión. A los eslabones se fijan, mediante tornillos, las "zapatas" o "tejas" (Fig. 278). En algunos casos, uno de estos bulones es desmontable, sirviendo para el empalme de la cadena. No obstante, especialmente en tractores grandes, este sistema de empalme está siendo sustituido por el sistema de eslabón partido, mucho más cómodo de operar (13 de la fig. 272).

Las cadenas tradicionales van "en seco"; es decir, sin engrase entre los bulones y sus casquillos. Modernamente, se montan cadenas "selladas y lubricadas" (Fig. 377), que reducen considerablemente el mantenimiento y los costos del tren de rodaje. En éstas, un sistema especial de estanqueidad impide que se salga el lubricante, por lo que siempre existe una película de aceite entre las superficies de contacto de los bulones y casquillos, con lo que se elimina, casi en su totalidad, el desgaste interno. Cada bulón tiene un depósito de aceite en su interior, que le proporciona una lubricación continua, que prolonga la vida útil de sus componentes y reduce notablemente el ruido de funcionamiento.

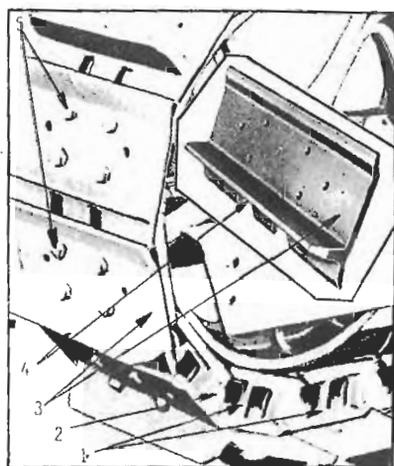


Fig. 278. Cadena. 1.- Eslabones de unión. 2.- Bulón. 3.- Zapata o teja. 4.- Garra o pestaña de zapata. 5.- Tornillos de sujeción de las zapatas a los eslabones.

d) Bastidor.- Está compuesto por dos largueros o vigas de sección rectangular, colocados uno a cada lado de las ruedas motriz o guía (7 de la fig. 271). Al larguero interior va soldado el brazo que recibe el peso desde el eje trasero; en su parte delantera se apoya la ballesta transversal. Igualmente, sirven de bastidor a los soportes de las ruedas motriz y guía, a los rodillos de apoyo y al sistema de tensión de la cadena.

La parte de la cadena en contacto directo con el suelo es la "zapata" o "teja" (3 de la fig. 278), que van atornilladas en la cara superior de los eslabones. Van provistas de un resalte, denominado "garra" o "pestaña", que les permiten adherirse al suelo. Lo normal es que lleven una sola garra por zapata, de menor o mayor altura, en función del trabajo de la máquina. Las zapatas de las palas cargadoras llevan tres pestañas de poca altura, siendo casi lisas en las retroexcavadoras de orugas.

#### TENSION DE LAS CADENAS

La tensión de las cadenas debe verificarse periódicamente. Habrá de tenerse en cuenta que el barro penetra entre los eslabones y zapatas, aumentando la tensión de las cadenas, por lo que cuando el sistema de tensión es mecánico (muelle), se deberán lavar antes de su comprobación.

Las cadenas excesivamente tensadas, aumentan el roce entre ejes y casquillos, provocando un desgaste prematuro, además de una pérdida de potencia al tractor.

Si van flojas, el desgaste anormal es en los rodillos, rueda guía y dientes de la rueda motriz.

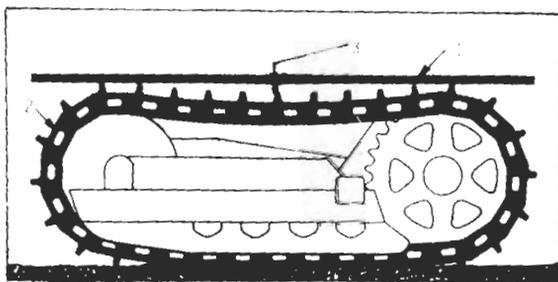


Fig. 279. Comprobación de la tensión de cadena por el sistema de la "flecha". 1.- Regla. 2.- Cadena. 3.- Flecha.

Existen dos sistemas para medir la tensión de la cadena: el llamado "sistema de flecha" (Fig. 279), en el que la tensión de las orugas es correcta cuando la cota de flecha (3), coincide con la indicada en el Manual de Instrucciones de la máquina en cuestión. Si el tractor lleva rodillo superior de apoyo, la flecha debe medirse entre el rodillo y una de las ruedas motriz o guía.

El otro sistema, que tiende a sustituir al de flecha, consiste en el "alargamiento" o diferencia entre la longitud real de la cadena y la longitud alrededor de la rueda guía, rodillos y rueda motriz. La medida puede obtenerse según el orden descrito en la hoja de descomposición que incluimos a continuación.

El ajuste de la tensión en el sistema mecánico, se realiza girando el vástago roscado existente entre el muelle y la horquilla de la rueda motriz, con lo que aumentaremos o disminuirémos su longitud, con el consiguiente desplazamiento de la rueda guía. Una vez conseguida la flecha correcta, se fija el vástago o husillo mediante una contratuercia, accionada con una llave de boca fija adecuada.

En el sistema hidráulico, la horquilla de la rueda guía es empujada por el vástago de un cilindro hidráulico. El aceite de su interior se saca manualmente por una válvula

y se llena igualmente sirviéndose de una bomba de mano. Para aflojar la cadena bastará con extraer aceite del interior del cilindro; para tensarla se llenará mas éste, inyectando aceite con la citada bomba.

AJUSTE HIDRAULICO DE LA TENSION DE LA CADENA

FASES	OPERACIONES
A) PREPARACION	<p>a.1.- Mover el tractor hacia adelante, al menos dos veces el largo de la máquina; luego se deja que ruede hasta que se pare. No accionar el freno para detener el tractor. Las cadenas deben ajustarse por este método en las mismas condiciones en que trabaja la máquina. Si las condiciones de barro prevalecen en el trabajo, las cadenas deben ajustarse sin quitarlo.</p>
B) TENSADO, PROPIAMENTE DICHO	<p>b.1.- Levantar la tapa de inspección e inyectar grasa con la bomba por la válvula de llenado, hasta que la rueda guía se desplace hacia adelante hasta el final de su recorrido y la cadena esté tensa. (Fig. 280).</p> <p>b.2.- Hacer una marca en el larguero exterior del carro, 1 cm. detrás del soporte del cojinete de la rueda guía (Fig. 281) Asegurarse de que la rueda guía delantera tiene espacio para retraerse.</p> <p>b.3.- Abrir la válvula de escape y dejar que la rueda guía se mueva hacia atrás. Mover la máquina hacia adelante y hacia atrás, hasta que la rueda guía se desplace hacia atrás.</p> <p>b.4.- Cerrar la válvula de escape.</p> <p>b.5.- Volver a inyectar grasa por la válvula de llenado hasta que la marca en el bastidor de rodillos esté en línea con el extremo trasero del soporte de la rueda guía (Fig. 282).</p> <p>b.6.- Cerrar la tapa de inspección.</p>

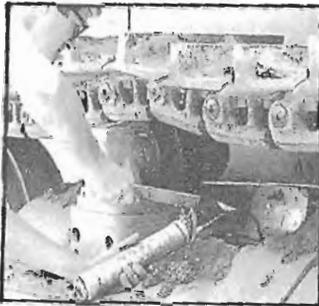


Fig. 280

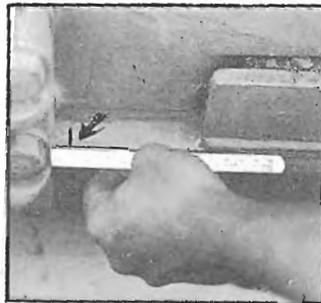


Fig. 281



Fig. 282

## CAPITULO XVI

SISTEMA HIDRAULICO

Los tractores y, en especial, todas las máquinas forestales pesadas, van equipadas con un potente sistema hidráulico que les permite emplear la energía mecánica del motor, en diferentes lugares de la máquina, por medio de aceite a presión, no precisando de transmisiones mecánicas.

Entre las diferentes funciones, susceptibles de realizar el sistema hidráulico, están:

a) Elevación y bajada de los elementos de trabajo (arados, bulldozer, escudo, gatos de anclaje, etc.).

b) Control preciso de las posiciones de trabajo de los elementos anteriores.

c) Accionamiento hidráulico de algunos sistemas de la máquina (dirección, frenos, control de la servotransmisión, bloqueo del diferencial, mando del cabrestante, etc.).

d) Transmisión hidrostática, mediante motores hidráulicos, del propio tractor, de su remolque o de sus elementos de trabajo (cabrestante, pluma, etc.).

e) Control y accionamiento de otros elementos acoplados a la máquina o situadas en sus proximidades (cizallas para derribar árboles, cabezales de desramado, pinzas de carga, basculante del remolque, etc.).

A continuación explicaremos el funcionamiento de los elementos básicos del sistema, precedidos de unos conceptos básicos de hidrostática.

GENERALIDADES SOBRE HIDROSTATICA

Concepto de presión.- Entendemos por presión a "la fuerza que actúa en cada unidad de superficie". Cuando nosotros andamos, ejercemos una presión sobre el suelo que es directamente proporcional a nuestro peso, e inversamente proporcional a la superficie en la que nos apoyamos -suela de nuestros zapatos-.

De igual modo, si a un cilindro con líquido (Fig. 283), se coloca un émbolo de sección  $S$ , al que se aplica una fuerza  $P$ ; sobre el líquido se ejerce una presión directamente proporcional a  $P$  e inversamente a  $S$ , con la particularidad de que la presión a que sometemos al líquido se transmite por igual en todas direcciones.

En maquinaria, la unidad de presión mas utilizada es el  $\text{Kg./cm.}^2$ ; llamado "atmósfera" en la práctica.

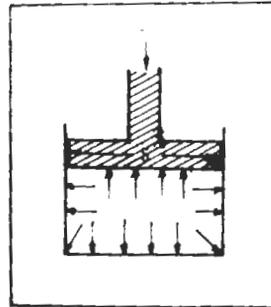


Fig. 283

Para calcular la presión a que está sometido el líquido en el interior del cilindro, basta con dividir el valor del peso  $P'$  (Kg.) por la superficie del émbolo ( $\text{cm}^2$ )

Principio de Pascal. - "La presión ejercida en un punto cualquiera de una masa líquida, se transmite íntegramente y por igual en todas direcciones". Este principio es utilizado en los mecanismos hidráulicos de las máquinas.

Un ejemplo característico es la prensa hidráulica (Fig. 284). Con la aplicación a ésta de una fuerza pequeña ( $f$ ), se puede vencer otra fuerza mucho mayor ( $F$ ).

Así, la presión en el circuito será igual y, por tanto la existente entre las caras de los émbolos, pues se verifica que  $F/S = f/s$ .

Veamos con un ejemplo, la ventaja que obtenemos:

Si las secciones de los émbolos de bomba ( $s$ ) y cilindro ( $S$ ), tienen una sección de 2 y 40  $\text{cm}^2$ , respectivamente ¿Qué peso máximo ( $F$ ) podemos elevar, si a la palanca de bomba aplicamos una fuerza ( $f$ ) de 70 Kg.?

$$\frac{s}{f} = \frac{S}{F} ; S \times f = f \times S ; \text{donde, } F = \frac{f \times S}{s}; \text{ que sustituyendo por su valor, tenemos: } F = \frac{70 \text{ Kg.} \times 40 \text{ cm}^2}{2 \text{ cm.}} = 1.400 \text{ Kg.}$$

Trabajo. - El trabajo realizado por un cilindro hidráulico, depende de la fuerza que el líquido ejerza sobre su émbolo y la distancia recorrida por éste último. Se mide en Kgm. (Kilogrametros); hallándose por la fórmula:

$$T = F \times h$$

Potencia. -

La potencia es el trabajo realizado en un tiempo determinado. La potencia hidráulica, depende del caudal y de la presión. Se mide en caballos de vapor (C.V.) y se calcula por esta fórmula:  $P = \frac{P \times Q}{450}$

Ejemplo:

Si el aceite que entra a un cilindro lleva una presión de 30  $\text{Kg./cm}^2$  y un caudal de 140 l/min.; la potencia hidráulica será:

$$P = \frac{30 \times 140}{450} = 9,33 \text{ C.V.}$$

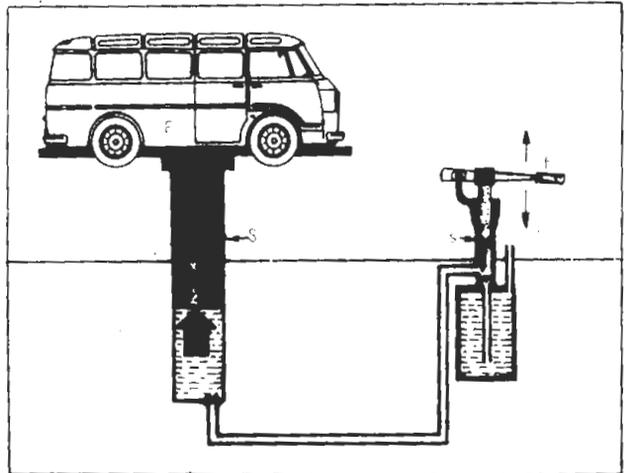


Fig. 284. Esquema de una prensa hidráulica.

### FUNCIONAMIENTO DE UN SISTEMA HIDRAULICO BASICO (Fig.285)

En todo sistema hidráulico existe una bomba (1), abastecida desde un depósito (8) y que impulsa al aceite por una tubería de impulsión (2), hasta la válvula de dirección o distribución (3); que es quién finalmente lo envía hasta el elemento hidráulico de trabajo (cilindro, motor, etc.). En el esquema de la figura, es un cilindro de doble efecto; pues, según la posición de la válvula de dirección puede actuar en empuje (A) o en tiro (B). Finalmente, el aceite regresa al depósito después de realizar su cometido por una conducción de retorno (6).

Si en lugar de un cilindro va un motor hidráulico rotativo, su sentido de giro dependerá, igualmente, de la posición de la válvula de dirección o distribución.

En la práctica, para el correcto funcionamiento del sistema se precisa de otros elementos, tales como válvulas de retorno, seguridad, etc.

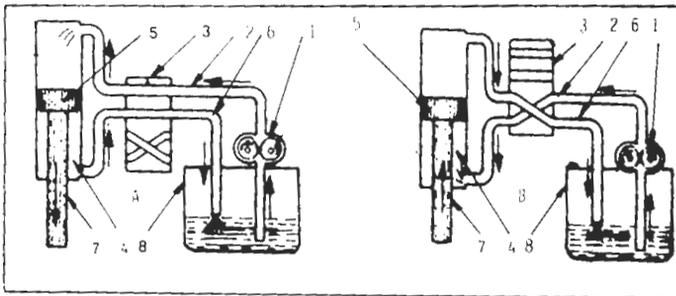


Fig. 285. Instalación hidráulica básica, con un cilindro de doble efecto. A: en movimiento de empuje. B: En movimiento de tiro. 1.- Bomba. 2.- Tubería de impulsión. 3.- Válvula de distribución. 4.- Cilindro. 5.- Embolo. 6.- Tubería de retorno. 7.- Vástago. 8.- Depósito.

### ELEMENTOS DEL SISTEMA HIDRAULICO

La instalación hidráulica de una máquina, suele estar integrada por todos o parte de los siguientes elementos: depósito, bomba, cilindros, válvulas, filtro, acumuladores, conducciones, aparatos de control y, excepcionalmente, motores hidráulicos rotativos.

a) Depósito.- Debe ser de chapa gruesa y tener una capacidad suficiente, para abastecer toda la instalación en los casos mas desfavorables. Suele montarse delante del puesto de mando y lleva un cristalito para verificar el nivel del aceite, sin necesidad de varilla indicadora. En su interior puede llevar una o varias pantallas verticales y, a veces, una horizontal; que realizan la función de "rompeolas", cuando la máquina se desplaza por firme irregular o accidentado. Igualmente, evitan que se mezcle el aceite de aspiración y retorno directamente.

En la parte superior lleva el tapón de llenado; en la inferior el de vaciado, aunque algunos depósitos carecen de él, por lo que habrá que desconectar una conducción para cambiar el aceite. En su interior se suele montar el filtro de aceite hidráulico.

b) Bomba.— La bomba tiene por misión aspirar aceite del depósito y enviarlo hacia los cilindros y motores hidráulicos, a una presión y caudal determinados. Si el sistema hidráulico es complejo, la máquina puede ir equipada con dos o mas bombas.

Su accionamiento se realiza directamente desde el cigüeñal, desde los engranajes de distribución del motor o desde la corona que lleva la carcasa giratoria del convertidor de par; de forma que en cuanto se pone el motor de la máquina en funcionamiento, podemos hacer uso inmediatamente de todos los servicios de funcionamiento hidrostático (frenos, dirección, cabrestante, etc.).

Existen diferentes tipos de bombas. Por el caudal que proporcionan, se dividen en bombas de "caudal fijo" y bombas de "caudal variable". Por su estructura y funcionamiento, pueden ser de engranajes, rotor, paletas y pistones. Las tres primeras son de caudal fijo. Las mas utilizadas son la de engranajes (Fig. 286) y la de rotor (Fig. 287).

c) Cilindros (B de la fig. 288).— En esencia todo cilindro hidráulico, no es otra cosa que un tubo cilíndrico (2), rectificado interiormente, cerrado en un extremo por una tapa soldada; la otra tapa es roscada y lleva un orificio para la salida del vástago (1). En su interior y unido al vástago, se desplaza el émbolo (3), dividiendo al cilindro en dos cámaras interiores.

La estanqueidad entre émbolo y cilindro, o entre el vástago y el orificio de la tapa, queda asegurada por la interposición de unas juntas de material sintético, denominadas "juntas tóricas" o anillos "OR", si son de sección circular; siendo capaces de soportar presiones superiores a las 200 atmósferas.

Los cilindros pueden ser de "simple efecto", si solo realizan a presión uno de los movimientos de "tiro" o "empuje"; o de "doble efecto", si efectúan los dos indistintamente.

d) Válvulas.— En toda instalación hidráulica existen distintas válvulas, cuyas funciones pueden ser muy diferentes. Las mas corrientes son:

- De dirección o distribuidores (Fig. 289).— Su función es enviar el aceite procedente de la bomba, hasta los cilin-

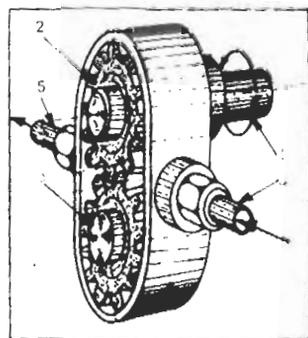


Fig. 286. Bomba de engranajes. 1.- Eje de transmisión. 2.- Piñón conductor. 3.- Id. conducido. 4.- Aspiración del aceite. 5.- Impulsión o salida del aceite.

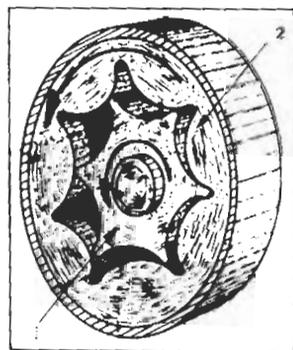


Fig. 287. Bomba de rotor. 1.- Rotor. 2.- Corona.

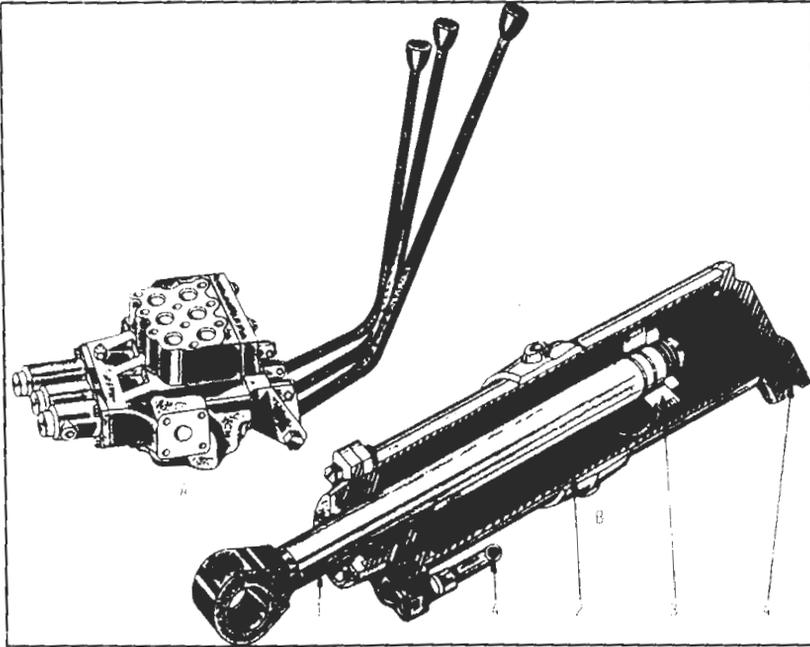


Fig. 288. A.- Cuerpo de tres válvulas de dirección o distribución. B.- Cilindro hidráulico de doble efecto. 1.- Vástago. 2.- Cilindro. 3.- Émbolo. 4.- Entrada o salida del aceite, según actúe en empuje o tiro.

dros o motores hidráulicos. Si nos fijamos en la figura 285, observamos que mediante la válvula de dirección (3), el émbolo del cilindro puede actuar en empuje o tiro.

Los distribuidores o válvulas de dirección, se suelen mandar manualmente por medio de una palanca. Cuando el maquinista eleva el bulldozer, baja un apero o hace girar el rodillo de un cabrestante de accionamiento hidráulico, lo que está accionando es la "válvula de dirección", correspondiente.

La figura 289 muestra a una válvula de dirección del tipo de émbolo. El aceite procedente de la bomba, penetra por 5 y retorna por 7 al depósito. Si tiramos de la palanca de mando hacia la izquierda, desplazamos los émbolos, de modo que el aceite pasaría de 5 a 6 y de éste a una de las cámaras del cilindro, pasando el aceite existente en la otra cámara por 4 hasta el retorno 7. Si la palanca es empujada hacia la derecha, el aceite de 5 saldrá por 4 y el retorno se hará por 6. Logicamente, que si la posición izquierda de la palanca corresponde al movimiento de tiro, la derecha corresponderá al de empuje. En la posición neutra de la palanca, que es la representada en la figura, vemos que el aceite no pasa ni al cilindro ni al retorno por 7, siendo la válvula de "descarga automática" quien se encarga de mandar el aceite al retorno, pues la bomba está enviando aceite ininterrumpidamente.

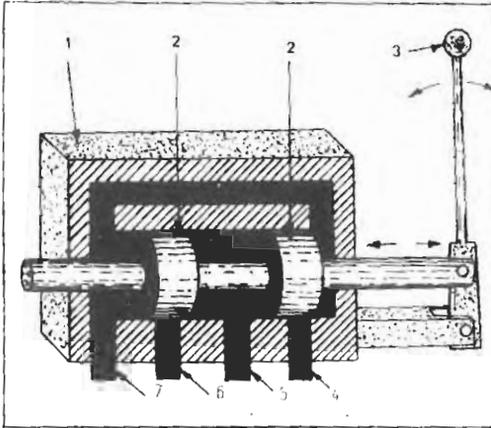


Fig. 289. Detalle de una válvula de dirección o distribución del tipo de "corredera" o "émbolo". 1.- Cuerpo. 2.- Émbolos. 3.- Palanca de accionamiento. 4.- A la salida trasera del cilindro. 5.- Entrada del aceite procedente de la bomba. 6.- A la salida delantera del cilindro. 7.- Retorno al depósito.

normales de funcionamiento.

- De descarga automática (B de la fig. 290).- Situada igualmente, en la conducción de impulsión, sirve para conectar directamente la conducción donde está situada con la de retorno, cuando las válvulas de dirección están cerradas; incomunicando dichas conducciones en cuanto se abra una de estas válvulas. En cuanto se cierran las válvulas de dirección, montadas en la conducción 10, la presión aumenta subitamente empujando los émbolos 8 hacia arriba, despejando la lumbrera (7) de retorno y cerrando la de salida (10).

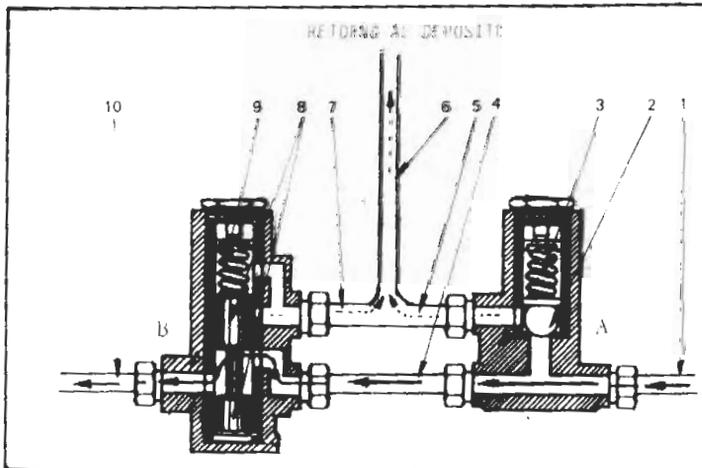


Fig. 290: Instalación de la válvula de seguridad o sobrecarga (A) y de descarga automática (B). 1.- Tubería de impulsión procedente de la bomba. 2.- Esfera de la válvula de seguridad. 3.- Muelle de id. 4.- Conexión entre válvulas. 5.- Conexión de la válvula de seguridad con la tubería de retorno. 6.- Tubería de retorno. 7.- Conexión válvula de descarga automática con el retorno. 8.-

Émbolos de válvula. 9.- Muelle. 10.- Salida hacia las válvulas de dirección o distribución.

- De bloqueo o retención.- Impiden que determinadas conducciones de un circuito hidráulico puedan ser recorridas por el aceite en ambos sentidos.

- De caudal constante.- Como su nombre indica, regulan el caudal del aceite (l/min.).

e) Filtro.- El filtro suele ser del tipo de cartucho intercambiable, idéntico a los que utilizan los motores en su circuito de engrase; si bien, al tenerse que filtrar constantemente un mayor caudal de aceite a una presión mayor, tanto su tamaño como su resistencia son también mayores.

f) Acumuladores.- Son dispositivos de reserva de energía hidráulica. Sirven, por ejemplo, para poder frenar unas cuantas veces, con un freno de accionamiento hidrostático, después de pararse o "calarse" el motor. Uno de los tipos,

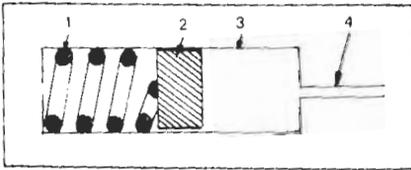


Fig. 291. Acumulador hidráulico de muelle. 1.- Muelle. 2.- Émbolo. 3.- Cilindro. 4.- Conexión a la línea de presión.

consiste en un cilindro con su respectivo émbolo, que es empujado por un muelle (Fig. 291). El cilindro está conectado a la línea de presión, de modo que con la bomba en funcionamiento, la presión del aceite incide sobre una cara del émbolo, que se desplaza a la izquierda comprimiendo al muelle.



Fig. 292.- Latiguillo flexible. 1.- Boquillas o conexiones. 2.- Manguera especial de alta presión.

Si la bomba deja de enviar aceite, el muelle se expande desplazando al émbolo; manteniendo así, la presión dentro del circuito, de

forma que realiza la función de reserva de energía.



Fig. 293. Termómetro de control de temperatura del sistema hidráulico.

g) Conducciones.- Pueden ser rígidas o metálicas y flexibles, conocidas por "latiguillos" (Fig. 292). Estos son de una manguera de alta resistencia, formada por caucho y mallas de acero entrecruzadas; terminando en unas boquillas o conexiones, normalmente desmontables. Si la manguera se rompe solo se sustituye ésta, aprovechándose las conexiones.

En el montaje de los latiguillos se evitarán las tensiones innecesarias y las curvaturas excesivas.

h) Aparatos de control.- Los aparatos normalmente empleados para controlar el aceite del sistema hidráulico, son:

- Una "mirilla" transparente, para verificar cómodamente el nivel en el depósito.

- Un "manómetro" para controlar la presión y, a veces, un "termómetro" para la temperatura (Fig. 293). Se diferencian fácilmente, por los símbolos dibujados en su escala: las siluetas de un cilindro y una gota entre dos puntas de flecha para el primero, o sobre la silueta de un termómetro de mercurio para el segundo.

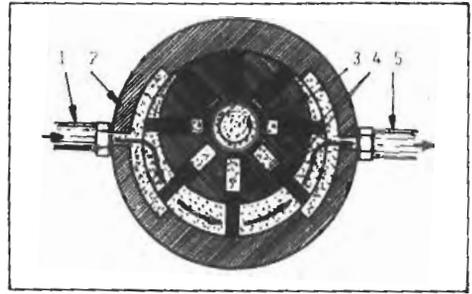


Fig. 294. Motor hidráulico de paletas. 1.- Entrada del aceite a presión. 2.- Cilindro. 3.- Rotor. 4.- Paletas. 5.- Retorno.

i) Motores hidráulicos (Fig. 294).- Se emplean en las transmisiones hidrostáticas de algunas máquinas (autocargadores, retroexcavadoras, carretillas elevadoras...), remolques, cabrestantes, etc.. Constan de un cilindro (2), en cuyo interior gira excéntricamente un rotor (3); éste lleva unas hendiduras donde encajan unas paletas (4). Durante el giro, las paletas ajustan herméticamente entre el rotor y el cilindro, formando unas cámaras desiguales en volumen.

La diferencia de presión entre las dos caras de las paletas, por ser los volúmenes de las cámaras desiguales, empujan a éstas hacia la salida del aceite, arrastrándolas y provocando el giro del rotor.

#### ELEVADOR HIDRAULICO

Un caso particular de sistema hidráulico, lo constituye el "elevado." que equipan los tractores agrícolas para el manejo de aperos y que montan en su parte trasera (Fig. 295).

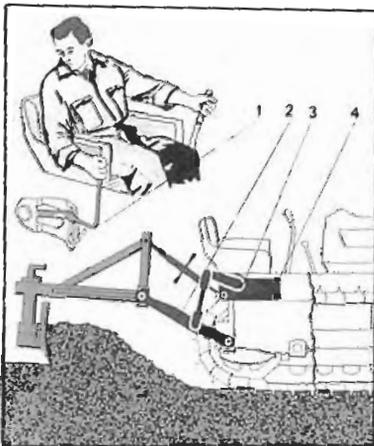


Fig. 295. Situación del elevador hidráulico en un tractor agrícola. 1.- Mando de la válvula de control manual. 2.- Barra. 3.- Brazo elevador. 5.- Elevador hidráulico.

Con relación a los obsoletos sistemas de arrastre, el elevador presenta las siguientes ventajas:

- Facilidad de manejo del conjunto tractor-apero, que forman una unidad rígida fácilmente manio-brable.

- Posibilidad de emplear todo o parte del peso del apero como "lastraje" del tractor, mejorando su adherencia.

- Posibilidad de control de la profundidad de labor, automáticamente o manual, a voluntad del tractorista.

- Fácil enganche y desenganche de aperos y otros implementos.

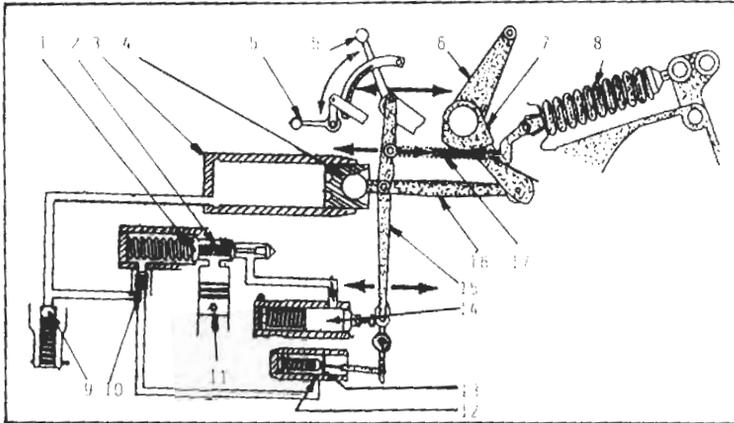


Fig. 296. Elementos de un elevador hidráulico (FORD). 1.- Válvula de salida. 2.- Id. de admisión. 3.- Cilindro hidráulico de simple efecto. 4.- Enbolo. 5.- Palancas de control. 6.- Brazo elevador. 7.- Leva. 8.- Resorte. 9.- Válvula de sobrecarga o seguridad. 10.- Válvula de retención. 11.- Bomba de émbolo. 12.- Orificio de escape. 13.- Válvula de escape. 14.- Id. de control de admisión. 15.- Brazo de control. 16.- Eje de empuje. 17.- Resorte de control para tiro constante.

La instalación forma un conjunto compacto, cuyos principales elementos se encuentran protegidos por una fuerte carcasa. Tales elementos son, en su mayoría, los ya explicados (filtro, bomba, cilindro, válvulas.); llevando como exclusividad un sistema de control automático para carga o tiro constante. Como ejemplo, en la figura 296, se muestran los principales elementos de un elevador de este tipo.

Por regla general, todo elevador suele trabajar de dos formas diferentes:

a) Control manual.- A cada posición de la palanca de mando que maneja el tractorista, corresponde una profundidad de labor determinada.

b) Control automático o de tiro constante.- Sin intervención del tractorista, el elevador regula la profundidad de labor en función de la dureza del terreno o resistencias a vencer.

Al elevador se conectan dos barras horizontales, accionadas desde los brazos elevadores, y un husillo central, denominado "tercer punto"; a través del cual recibe el elevador las variaciones de la resistencia que opone el terreno para que actúe el control automático.

Barras y tercer punto, constituyen el "enganche tripuntal" de aperos, sobre el que se pueden montar ciertos implementos forestales, tales como cabrestantes, desbrozadoras, astilladoras, plantadoras, etc.



## CAPITULO XVII

CABLES DE ACERO

El cable de acero es un elemento de primer orden en maquinaria forestal, muy especialmente en la específica de saca y carga. Como elemento auxiliar de algunos vehículos, se monta un cabrestante provisto de un cable para salir de atascos.

En las explotaciones forestales, su principal campo de aplicación ha sido en los "teleféricos forestales"; si bien, la utilización de éstos en los últimos años ha experimentado un acusado retroceso, hasta el punto de la casi desaparición en nuestro país.

Sin embargo, el "cable" como elemento de trabajo de los tractores forestales de arrastre sigue siendo insustituible en nuestros montes, dado la accidentalidad del terreno y los métodos selvícolas de aprovechamientos factibles en los mismos.

Veamos a continuación, la estructura, características, operaciones y accesorios de los cables usados en los trabajos de explotación forestal.

## ESTRUCTURA

Un cable está constituido por las siguientes partes (Fig. 297):

- Un alma o núcleo central, sobre la que se enrollan el resto de las piezas. Suele ser de fibra vegetal (cuerda) o de acero, pudiendo ser, en este último caso, un torón, un cable o un muelle.

- Unos torones o cordones, formados por hilos de acero con una resistencia comprendida entre los 140 y los 180 Kg/mm<sup>2</sup>.

## CARACTERISTICAS

Las características principales que definen a un cable son:

a) Longitud.- Expresada en metros (m.).

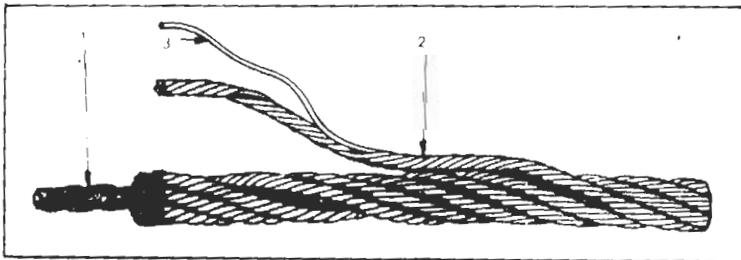


Fig. 297. Partes del cable. 1.- Alma. 2.- Torón. 3.- Alambre o hilo.

b) Diámetro.— Es el del círculo que circunscribe al cable. Debe medirse con un calibrador o "pie de rey", tal como se indica en A de la fig. 298. Se expresa en milímetros (mm.).

c) Sección.— La sección del cable es la suma de las secciones de los hilos que lo forman. Se halla por la fórmula siguiente:

$$S = s \times n; \quad S = \frac{\pi \times d^2}{4} \times n$$

Donde:

S = Sección del cable en mm<sup>2</sup>

s = Sección de un hilo en mm<sup>2</sup>

d = Diámetro de un hilo en mm.

n = Número total de hilos del cable.

$\pi = 3,1416$

Si el cable tiene hilos de dos diámetros diferentes, se aplicará la fórmula a cada uno de ellos, sumándose los dos resultados para obtener S.

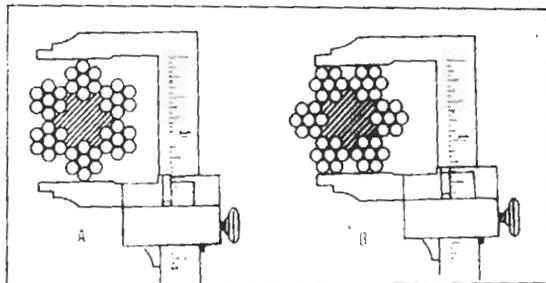


Fig. 298. Medida del diámetro con un calibrador. A.- Forma correcta. B.- Forma incorrecta.

d) Tipo.— Es la característica que nos indica si los torones están formados por hilos de igual o distinto diámetro y las posibles combinaciones de éstos, en el último caso.

Los tipos mas importantes son cuatro (Fig. 399):

- Normal.— Todos los hilos son del mismo diámetro (a).

- Seale.— Los hilos de la capa externa del torón, son de mayor diámetro que los de la interna; un hilo grueso hace la función de alma del torón. El número de hilos gruesos de la capa externa, es igual al de hilos delgados de la interna (b).

Los cables de este tipo son poco flexibles, pero ofrecen una gran resistencia al rozamiento y desgaste.

- Warrington.— Los hilos de la capa externa son delgados y gruesos, colocados de forma alterna (c). El número de hilos (delgados + gruesos) de la capa externa es el doble que el de la interna. Poseen escasa resistencia al rozamiento, pero son muy flexibles. Este tipo se emplea poco en el sector forestal.

- Relleno.— Los huecos que quedan entre los hilos

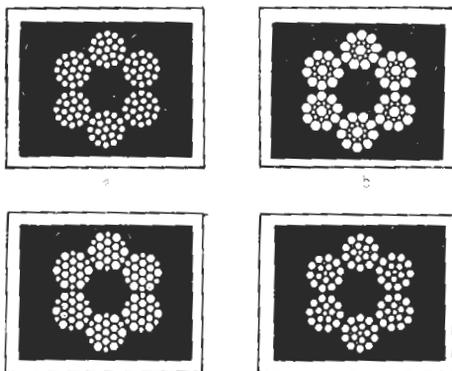


Fig. 299. Tipos de cables. a) Normal. 2.- Seale. 3.- Warrington. 4.- Relleno.

de las capas externa e interna, se rellenan con hilos muy delgados. Una excelente resistencia al aplastamiento, es la propiedad mas destacable de los cables del tipo "re-lleño" (d).

e) Paso.- Es la longitud de cable necesaria, para que uno de sus torones realice una vuelta completa en hélice. Se expresa en centímetros (cm.).

f) Arrollamiento.- Es la característica que indica el sentido en que se arrollan los torones en el cable y el de los hilos en los torones. Cuatro son los arrollamientos mas normales:

- Arrollamiento cruzado a la derecha (Fig. 300).- Los torones se arrollan en el cable hacia la derecha, mientras que los hilos en los torones lo hacen a la izquierda.

- Cruzado a la izquierda.- Los torones están arrollados hacia la izquierda; los hilos hacia la derecha.

- Lang a la derecha (Fig. 301).- Hilos y torones van arrollados hacia la derecha.

- Lang a la izquierda.- Hilos y torones se arrollan hacia la izquierda.

El arrollamiento lang proporciona al cable mayor flexibilidad y resistencia al desgaste por rozamiento; el cruzado confiere una excelente resistencia al aplastamiento.

g) Composición.- Es una notación que expresa el número de torones que integran el cable; el número de hilos de cada torón, el tipo de alma y su "composición", en el caso de ser otros cable.

La notación se compone de unos números separados por los signos "por" (x) y "mas" (+). La figura 302 representa cuatro composiciones y tipos diferentes. Veamos unos ejemplos de los mas representativos:

6 x 19 + 1: cable con 6 torones; cada torón tiene 19 hilos; el alma es de fibra vegetal (cuerda).

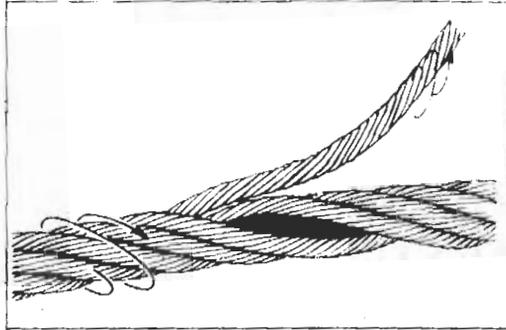


Fig. 300. Arrollamiento cruzado a la derecha.

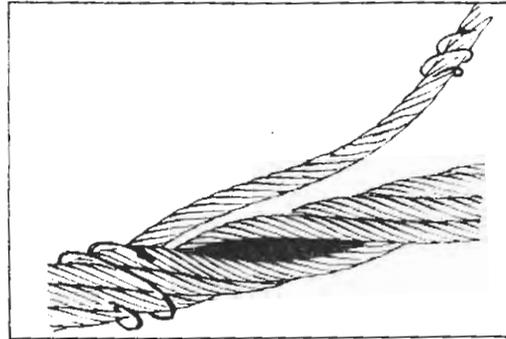


Fig. 301. Arrollamiento lang a la derecha.

$7 \times 7 + 0$ : cable de 7 torones de 7 hilos cada uno. El alma es uno de los torones.

$6 \times 25 + (7 \times 7 + 0)$ : cable de seis torones de 24 hilos cada uno. El alma es otro cable cuya composición es la explicada de  $7 \times 7 + 0$ .

$6 \times 36 + M$ : cable de seis torones de 36 hilos cada uno. El alma es un muelle

El alma de fibra, además de actuar como soporte de los torones, sirve de depósito de lubricante, necesario para el engrase durante su funcionamiento y evitar la corrosión.

Cuando se precisa aumentar la resistencia de un cable sin recurrir a un mayor diámetro, deben adoptarse cables de alma metálica. Para diámetros inferiores a 8 mm., se emplea un torón; para diámetros mayores es preferible un cable.

El alma de muelle proporciona una excelente flexibilidad y aceptable resistencia al aplastamiento.

h) Clase de fabricación.— Según esta característica, los cables pueden ser "preformados" (Fig. 303) y "sin preformar" (Fig. 304).

El "preformado" consiste en dar a los hilos y torones, la curvatura que posteriormente van a llevar en el cable. Se evitan así tensiones internas causantes de que los cables se descableen fácilmente, con lo que se obtiene una mayor flexibilidad y se facilitan operaciones, como las de corte, empalme, etc.

Aún siendo los cables "preformados", es condición indispensable, previa a todo corte, el hacer las ligadas correspondientes.

i) Superficie del acero.— Para evitar la corrosión de los cables expuestos a la intemperie, los hilos son sometidos a un tratamiento superficial denominado "galvanizado" o "cincado"; pues en realidad es un recubrimiento con una capa finísima de cinc.

Todos los cables de uso forestal deben ser galvanizados.

j) Resistencia del acero.— La resistencia del acero empleado en la construcción de cables, es de 140, 160 ó 180 Kilogramos por milímetro cuadrado ( $\text{Kg.}/\text{mm}^2$ ).

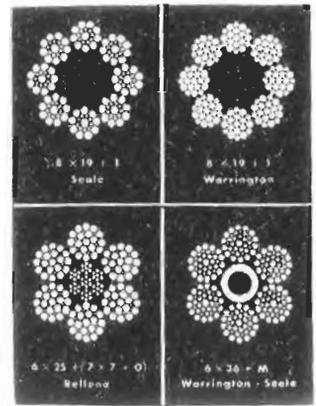


Fig. 302. Varios tipos y composiciones.

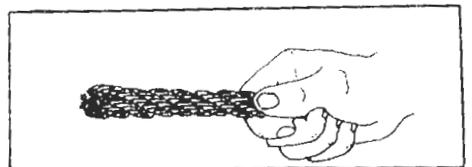


Fig. 303. Cable preformado.

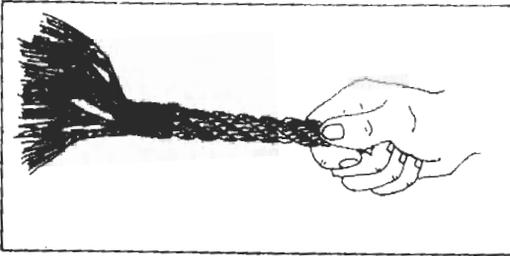


Fig. 304. Cable sin preformar.

### ELECCION DE CABLES

Para elegir el cable adecuado a un determinado uso, hemos de considerar los factores que intervienen en su trabajo. En especial, se habrá de tener en cuenta la tracción a la que va a ser sometido, su resistencia a desgastarse, a deformarse por aplastamiento, a la corrosión y su flexibilidad.

Conociendo las propiedades que ciertas características de las estudiadas, confieren al cable, se trata de elegir el que mejor se adapte al uso en cuestión. Así, todo cable debe tener la suficiente resistencia para soportar la carga máxima a la que va a ser sometido, multiplicada por un "coeficiente de seguridad".

La carga de rotura, está determinada por la sección del cable y la resistencia del acero.

El coeficiente de seguridad que se aplica a los cables de uso forestal, no debe ser inferior a 4. Quiere decir, que si un cable va a realizar una tracción de 1.000 Kg., debe soportar hasta 4.000 Kg. sin partirse.

Los que mayor resistencia presentan al desgaste externo o "abrasión", son los de tipo "seale" y arrollamiento "lang".

Los de mayor resistencia al aplastamiento, son los de tipo "relleno", alma metálica y arrollamiento "cruzado". El "preformado", alma de muelle y los hilos delgados, contribuyen a dar una mayor "flexibilidad".

#### ALGUNOS CABLES ADECUADOS A UN DETERMINADO USO FORESTAL

MAQUINA	USO DEL CABLE	COMPOSICION	Ø	TIPO	ARROLL.	CLASE F.
TRACTORES FORESTALES	CABLE TRACTOR	6x19+(7x7+0)	14 mm	SEALE	CRUZADO	PREFORMADO.
	CHOKERS	6x19+(7x7+0)	12 "	SEALE	"	"
	"	6x25+(7x7+0)	12 "	RELLENO	"	"
PLUMAS DE CARGA	CABLE TRACTOR	6x25+(7x7+0)	10 "	RELLENO	"	"
	" "	6x19+1	10 "	SEALE	"	"

### PEDIDO DE CABLES

Para hacer un pedido correctamente, se debe rellenar un estadillo en el que se especifiquen las características correspondientes al cable en cuestión. Veamos un ejemplo:

PEDIDO	
- Longitud.....	100 m.
- Diámetro.....	14 mm.
- Paso.....	8 cm.
- Composición.....	6x19+1
- Clase de fabricación:	Preformado
- Arrollamiento:	cruzado a la derecha.
- Tipo:	Seale. cha.
- Resistencia del acero:	160 Kg/mm <sup>2</sup>
- Superficie " "	:Galvanizado
- Embalaje:	Bobina o carrete.

## CORTE DE CABLES

Para cortar un cable sin que se aflojen o abran los torones, es necesario realizar las ligadas necesarias a cada lado del punto de corte. Para éstas, emplearemos un alambre blando, maleable y del diámetro conveniente. En su ejecución nos ayudaremos de un alicate o tenaza, procurando que las diferentes espiras queden juntas y apretadas.

Las dimensiones y número de ligadas a realizar en un determinado cable, van en función de su diámetro (Fig. 305), según podemos observar en la siguiente tabla.

Diámetro del cable (mm)	Nº de ligadas a cada lado del corte.	Diámetro de alambre. (mm)	Longitud de ligada	Distancia entre ligadas.
Hasta 12	2	0,5-0,8	Igual al diámetro del cable. "	Aproximadamente igual al doble del diámetro del cable.
12-20	3	1-1,5	"	"
Más de 20	4	1,5-2	"	"

Una vez construidas las ligadas, se procede al corte propiamente dicho, utilizando un cortafríos y un martillo, previa colocación del cable sobre una plancha metálica. Mas cómodo es emplear un cortacables (Fig. 306). Como medidas de seguridad en ambos casos, el operario ha de protegerse la vista con unas gafas o una pantalla y las manos con guantes de seguridad.

## ACCESORIOS

Los accesorios que mas corrientemente se emplean en los cables son:

a) *Perrillos* (Fig. 307).- Están formados por un espárrago (1), curvado en forma de "U"; una pieza estriada (2) y dos tuercas (3). En la parte inferior de la pieza (2), lleva grabado un número o una fracción, que corresponde al diámetro aproximado del cable sobre el que se debe montar, expresado en pulgadas (1 pul. = 25,4 mm.).

El número de perrillos a utilizar

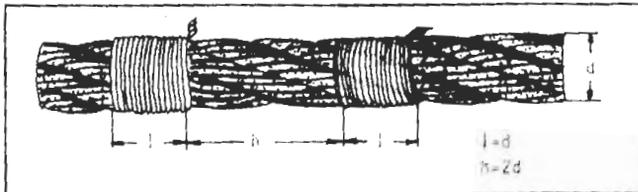


Fig. 305. Ligadas. d: diámetro del cable. l: longitud de ligada. h: distancia entre dos ligadas consecutivas.

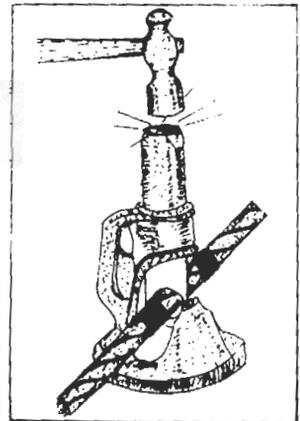


Fig. 306. Cortacables.

en una gaza o empalme, se obtiene dividiendo el diámetro del cable por seis ( $N^{\circ}$  perrillos =  $d/6$ ). La distancia entre dos perrillos consecutivos, debe ser seis veces el diámetro del ramal cable ( $H = 6 \times d$ ). La pieza (2) debe quedar sobre el ramal mas largo; nunca al revés ni alternadas (Fig. 308).

b) Guardacabos (Fig. 309).- Se utilizan para proteger el cable en las curvaturas de los lazos o gaza que se hacen en sus extremos. Se designan por el diámetro del cable en el que se van a montar.

c) Tensores (Fig. 310).- Su utilización principal es

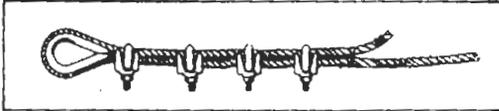


Fig. 308. Colocación correcta de los perrillos.

la tensión de cables en tendidos de poca longitud, anclajes, etc. Los cáncamos de los extremos pueden ser de diferentes formas. Se designan por el diámetro de los cáncamos.

d) Ganchos.- Se designan por el peso en Tm. que pueden soportar. La sección de su curvatura tiene un diseño trapezoidal que confiere al gancho una mayor resistencia a abrirse por efecto de las cargas.

Igualmente, pueden variar en cuanto a la forma; siendo aconsejables los de "pestillo o seguridad" (Fig. 311), pues sirven para evitar que se salgan las eslingas de carga. Para elevaciones verticales se requiere, además, que disponga de eslabón pivotante (Fig. 312).

Para el enganche de troncos en tractores forestales, el gancho es poco aconsejable; si bien, es el sistema que suelen traer los skidders de fábrica, por lo que debe ser sustituido por un sistema de enganche rápido, tipo "choker" o similar.

e) Rodillos (Fig. 313).- Es un accesorio que sirve de apoyo a los cables móviles en el tendido de teleféricos. Igualmente, forman parte del arco integral de los tractores forestales. Su diámetro no debe ser inferior a ocho veces el diámetro del cable que sobre él se apoya.

f) Poleas.- Son accesorios provistos de una o varias ruedas metálicas. Estas llevan un rebaje circular o "garganta" en su periferia. El diámetro de la curvatura de la garganta, debe ser sensiblemente igual al diámetro del cable que en ella

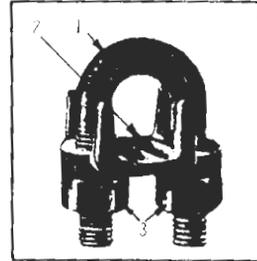


Fig. 307. Perrillo. 1.- Espárrago. 2.- Pieza estriada. 3.- Tuercas.

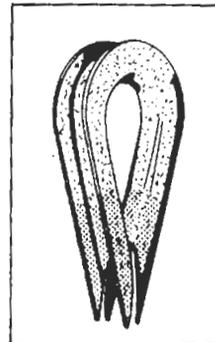


Fig. 309. Guardacabos.

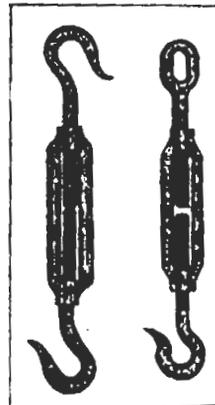


Fig. 310. Tensores.



Fig. 311. Gancho de seguridad.



Fig. 312. Gancho de seguridad con eslabón pivotante.

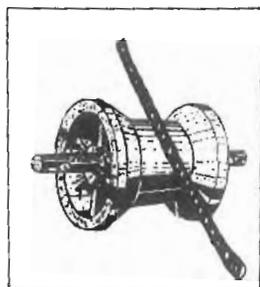


Fig. 313. Rodillo.

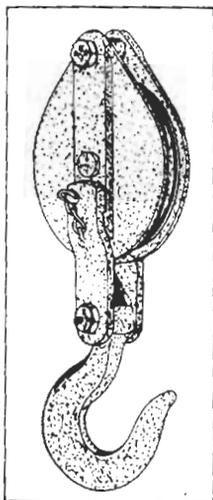


Fig. 314. Polea de disparo.

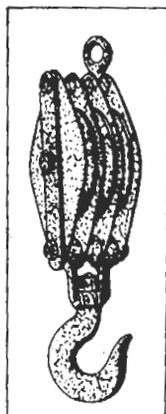


Fig. 315

se va a apoyar. El diámetro de la rueda, medido desde el interior de la garganta, no debe ser inferior a treinta veces el del cable.

El empleo de poleas simples con bastidor articulado o "poleas de disparo" (Fig. 314), son muy aconsejables en los trabajos de saca, durante la reunión de los troncos; pues colocadas con un "choker" sobre los árboles o tocones, permiten variar el sentido de desplazamiento de las trozas, evitando enganches en obstáculos y daños a la vegetación indeseados.

En una instalación, las poleas se pueden emplear para algunas de estas funciones:

- Cambiar el sentido de tiro de un cable.
- Dar movimiento a los cables. En este caso se denominan "poleas de fricción".
- Multiplicar el esfuerzo de tracción. Para esta función se utilizan dos "polipastos" de varias poleas, como el representado en la fig. 315. Dicha agrupación se conoce en la práctica por "trócola", cuando en realidad es un "motón". En éste se verifica que si el número total de poleas entre los dos polipastos es de seis, se podrá vencer una carga seis veces superior a la fuerza aplicada al cable.

g) Tambores. - Es el elemento principal de todo cabrestante y sobre el que se enrolla el cable. Como en el caso anterior, el diámetro del rodillo central no debe ser inferior a treinta veces el del cable que sobre él enrollamos.

El punto de sujeción del cable al rodillo, se sitúa en la izquierda o derecha de éste, en función del sentido de arrollamiento

del cable y de por donde salga el extremo del cable (Fig. 316). Así, si el cable es a derechas y sale por la parte superior del rodillo, debe amarrarse a la izquierda de éste (A); con este arrollamiento y saliendo por la parte inferior, se sujeta a la derecha (B); si el arrollamiento es a la izquierda, en el primer caso se amarraría en el lado derecho (C) y en el segundo en el izquierdo (D).

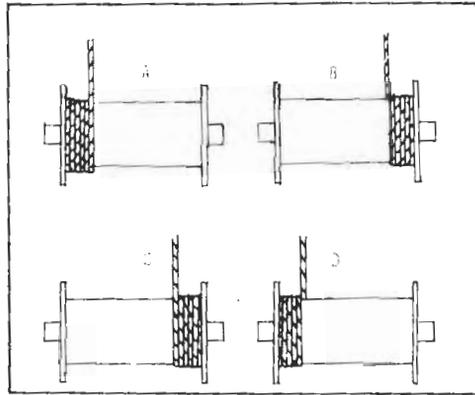


Fig. 316. Variaciones en la sujeción del cable al tambor.

*h) Casquillos terminales por fusión.*— Pueden ser de forma cónica, pero son los cilíndricos (Fig. 317), los que empleamos en los "choker" o eslingas de enganche rápido para el arrastre de troncos.

El casquillo se une al cable mediante un metal fundido (cinc o una aleación de éste), obteniéndose una resistencia igual o mayor que la del propio cable.

Como su principal aplicación en maquinaria forestal es en la construcción de chokers, veamos detalladamente como se hacen éstos. El material necesario que se necesita es: cinc, estaño, cable de 12 mm. de diámetro, relleno y cruzado; pieza "choker", dos casquillos cilíndricos, cuyas dimensiones irán en función del hueco de la pieza anterior; una lamparilla o soplete a butano, un cazo para coladas, fragua cilíndrica o equipo de soldadura autógena para preparar la colada y ácido clorhídrico (ClH), conocido como "agua fuerte".

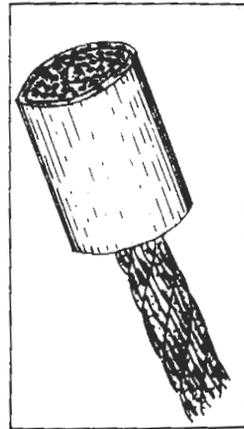


Fig. 317. Casquillo cilíndrico.

#### CONSTRUCCION DE CHOKERS

FASES	OPERACIONES
A) PREPARACION DEL CABLE	<p>a.1.- Calcular su longitud de acuerdo al diámetro de las trozas a arrastrar.</p> <p>a.2.- Hacer las ligadas correspondientes en cada uno de los lados del punto por donde se vaya a cortar. Utilizar un alambre muy delgado.</p> <p>a.3.- Cortar el cable.</p>
B) PREPARACION DEL CASQUILLO	<p>b.1.- Lavar el casquillo con ácido clorhídrico (ClH), rebajado con cinc.</p>

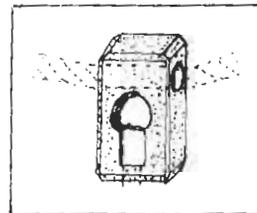


Fig. 318

	b.2.- Estañado interior sirviéndose de una lamparilla a butano.
C) COLOCACION DEL CASQUILLO EN EL CABLE	c.1.- Colocar la pieza "choker" dentro del cable (Fig. 318).
	c.2.- Introducir los dos casquillos en el cable (Fig. 319). El orificio de los casquillos para el cable, debe tener 1 ó 2 mm. mas que el diámetro del cable.
	c.3.- Destoronear una longitud en cada extremo del cable, igual a la longitud del casquillo (Fig. 320).
	c.4.- Lavar la parte destoroneada con gasolina, ácido clorhídrico sin rebajar y después con agua.
	c.5.- Sujetar el casquillo en un tornillo. Tirar del cable a la vez que se golpean los hilos, hasta introducir la parte descableada dentro del hueco del casquillo (Fig. 321).
	c.6.- Colocar en la parte inferior de los casquillos, un tapón de algodón mojado, para evitar que se salga la colada por los huecos que quedan en torno al cable.
	c.7.- Colocar los casquillos en un tornillo, sujetándolo por el cable.
	c.8.- Preparar la colada de cinc, calentando el cazo con fragua o autógena. Se debe calentar la colada hasta que al introducir una tablilla en la misma, ésta no se quene ni el cinc se quede adherido a la misma.
	c.9.- Verter la colada en los casquillos, previamente calentados con la lamparilla. Durante esta operación nos protegeremos con guantes y mascarilla ocular (Fig. 322).
	c.10.- Dejar enfriar, quitar los tapones de algodón y repasar la superficie superior con una lima basta.

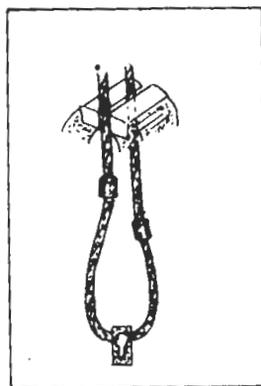


Fig. 319

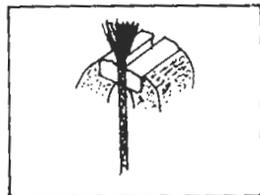


Fig. 320

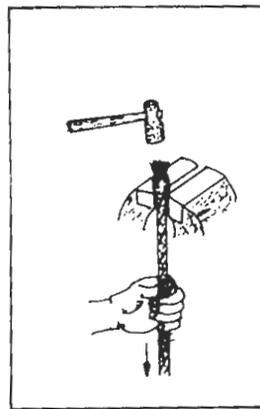


Fig. 321

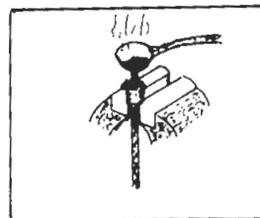


Fig. 322

### EMPALMES

La forma mas cómoda de empalmar dos cables es por medio de perrillos. No obstante, cuando el cable ha de pasar por rodillos, poleas o hace de carril (cable vía); los perrillos constituyen unos obstáculos que imposibilitan el funcionamiento del cable. En estos casos se recurre al empalme trenzado que realizado correctamente, no se produce pérdida de resistencia ni aumento del diámetro.

Esta modalidad de empalme, se consigue descableando los torones a lo largo de un tramo de cada uno de los cables a empalmar y volviéndolos a trenzar conjuntamente. Por su complicación, debe ser realizado por un especialista en cables.

A continuación, describimos el proceso a seguir para realizar un empalme por este método:

EMPALME DE CABLES

FASES	OPERACIONES
A) PREPARACION	a.1.- Comprobar que los dos cables que vanos a empalmar tienen en común estas características: arrollamiento, diámetro, paso y, a ser posible, tipo y composición. Ambos cables deberán tener alma vegetal.
B) DETERMINACION DE LA LONGITUD DE EMPALME	b.1.- En los cables de arrollamiento "lang", la longitud de trenzado o empalme, se obtiene multiplicando el diámetro del cable por 1.000 ( $L_e = d \times 1.000$ ). Si el cable es de arrollamiento cruzado, el diámetro se multiplica por 800 ( $L_e = d \times 800$ ). b.2.- Llevar la mitad de la longitud de empalme a cada uno de los extremos a empalmar.
C) EMPALME, PROPIAMENTE DICHO	c.1.- Destoronear en cada cable la distancia marcada en b.2. El destoroneado lo haremos de tal forma que el cable quede dividido en dos grupos de tres torones, quedando en uno de ellos el alma enrollada. c.2.- Construir la "garganta" en una longitud comprendida entre 15 y 30 cm., dependiendo ésta del paso de los cables a empalmar. (La garganta es el primer trozo de cable forrado por el grupo de torones con alma de uno de los cables, trenzado con el grupo sin alma del otro cable). c.3.- Al realizar la garganta se nos habrán formado dos grupos de torones, de los cuales uno de estos grupos se cruzará y el otro no. Destoronear el torón del centro de cada uno de los grupos. c.4.- Cortar los dos torones de los lados y dejar el del centro, en el grupo de torones que se cruza. c.5.- Cortar el torón del centro y dejar los de los lados, en el grupo de torones que queda libre. c.6.- Distribuir torones de modo que el torón de la derecha de uno de los grupos, se cruce con el de la derecha del otro grupo; los de la derecha y centro con sus correspondientes en el grupo contrario, respectivamente. Para ello empezaremos por el par de la derecha, después el del centro, quedando ya cruzados el par de la izquierda. c.7.- Comprobar que la distribución de torones es la correcta. Debe quedar la distribución siguiente: corto-largo, largo-corto y corto largo. Al desenrollar cualquier torón corto, debe quedar su compañero largo enrollado en el hueco que deja el primero. c.8.- Determinar la longitud entre dos cruces de torones consecutivos. Será la séptima parte de la longitud de empalme ( $D=L_e/7$ ) c.9.- Determinar la longitud de los torones y cortar éstos. Esta longitud se obtiene dividiendo la longitud de empalme entre doce ( $D_t=L_e/12$ ).

Las operaciones c.8 y c.9 se pueden determinar a ojo, teniendo la precaución al cortar que los extremos de los torones que tienden a encontrarse, no se monten al introducirlos en el interior del cable.

- c.10.- Sirviéndose de unos destornilladores, sacar el alra del interior del cable e introducir los torones en el lugar desocupado por ésta. El método a seguir en cada cruce es:
- Separar dos torones con uno de los destornilladores.
  - Pasar las puntas detrás del espárrago del destornillador, en el orden que se encontraban.
  - Separar los tres torones restantes, dejando el alra entre ambos destornilladores.
  - Cruzar los destornilladores, hasta obligar a una porción de alra a salir al exterior, cortándola a continuación.
  - Introducir una punta de torón entre los destornilladores; cruzar éstos hasta obligar a que penetre el torón en el interior del cable. Girando uno de los destornilladores, se va introduciendo el torón en el lugar del alra, a la vez que se va extrayendo ésta.
  - Repetir el proceso en cada uno de los torones.

### MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LOS

#### CABLES

Para que el cable proporcione un resultado aceptable y no se deteriore precozmente, se han de respetar unas normas mínimas en su manejo y conservación. Las principales son:

- 1ª Elegir el cable que por sus características, sea el mas adecuado al trabajo en cuestión.
- 2ª La carga de rotura del cable debe producirse a una tracción mínima cuatro veces mayor a la que realmente va a estar sometido.
- 3ª El diámetro de poleas, tambores y rodillos debe ser adecuado al cable.
- 4ª Enrollar y desenrollar correctamente los cables. Si se trata de rollos o coronas, ésta se girará sobre el suelo (Fig. 323). Las bobinas se girarán sobre un eje (Fig. 324).
- 5ª Al fijar el cable al tambor, hacerle en el lugar adecuado (Fig. 316)
- 6ª Lubricar los cables periodicamente con un aceite adherente. El método mas adecuado es haciendo pasar el cable por un recipiente de aceite muy caliente.
- 7ª Retirar el cable de servicio cuando el número de hilos rotos visibles, contados a lo largo de dos pasos de cableado, sea igual o mayor al 20% del total de su composición.

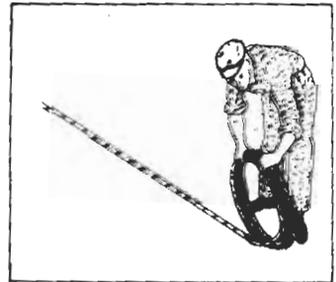


Fig. 323

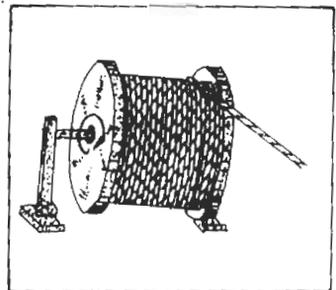


Fig. 324

## **TERCERA PARTE**

**Máquinas utilizadas en:**

- VIVEROS**
- REPOBLACIONES FORESTALES**
- CUIDADOS CULTURALES DE LAS MASAS FORESTALES**
- EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES**



## GENERALIDADES

Los trabajos de reforestación o "replantación artificial", en su mayoría son susceptibles de realizarse mediante máquinas adecuadas. Si bien, la mecanización encuentra problemas de aplicación en los terrenos rocosos o con fuertes pendientes.

Tanto si la repoblación se hace por "siembra" o por "plantación", es normal que previamente se elimine, total o parcialmente, la vegetación espontánea que pueda crear problemas de competencia con las plantas repobladas. Frecuentemente, es necesario realizar el destoconado de los árboles apeados previamente. Dicha práctica es habitual en las plantaciones de especies de crecimiento rápido, tales como los *Populus sp.*

Normalmente, hay que preparar previamente el terreno, construyendo hoyos, fajas o terrazas. En los últimos casos, se requiere además de un "laboreo" posterior que facilite las operaciones de la siembra o plantación y asegure la supervivencia de las plantas.

Actualmente se está investigando en el perfeccionamiento de máquinas capaces de repoblar en laderas de hasta el 50% de pendiente, sin necesidad de "abancalar" mediante las discutidas terrazas.

Igualmente, tanto en el proceso de obtención de plantas en "viveros", como los posteriores cuidados culturales de las masas forestales, encontramos máquinas específicas capaces de realizar la mayor parte de las operaciones.

Por último, algunos de los trabajos de extinción de incendios forestales, son perfectamente mecanizables en la mayor parte de los casos.

A continuación exponemos las fases a distinguir en una repoblación forestal y las máquinas con que se pueden realizar, seguidas de aquellas aplicables en la extinción de los incendios; sin entrar en medios tan sofisticados, como son los aéreos, por apartarse de los objetivos que pretendemos con este trabajo.

## TRABAJOS DE REFORESTACION

SUPERFASE	FASE	MAQUINAS EMPLEADAS
DESBROCE	DESBROCE, PROPIAMENTE DICHO	Desbrozadora portátil, desbrozadora centrífuga acoplada al tractor; hoja desbrozadora sobre tractor oruga y hoja bulldozer.
	DESTOCONADO	Bulldozer sobre tractor oruga, subsolador y retroexcavadora.
PREPARACION DEL TERRENO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	Bulldozer, angledozer, tildtozer, subsoladores y escarificadores.
	APERTURA DE HOYOS	Ahoyador acoplado a la tona de fuerza del tractor, ahoyador portátil y retroexcavadora.
	LABOREO	Subsolador (labores profundas), arados de disco y vertedera (Id. medias); cultivadores, gradas y rotovator (Id. superficiales)

OBTENCION DE LAS PLANTAS EN VIVEROS	LABOREO	Los aperos mencionados en la fase anterior, generalmente de menores dimensiones y acoplados a un tractor pequeño o a un motocultor. Motoazada o rula mecánica.
	TRATAMIENTO DE PLAGAS	Atonizador-espolvoreador de mochila, accionado por motor de dos tiempos. Espolvoreador manual
	ABONADO	Abonadora centrífuga, remolque esparcidor de estiércol, cuba esparcidora de purín.
	RIEGOS	Equipos de riego por aspersión, fijos y móviles.
	BINAS	Motoazada o motocultor equipado con rotovator o cultivador.
SIEMBRA	SIEMBRA	Sembradoras a voleo y a golpes.
TRANSPORTE DE LA PLANTA	TRANSPORTE	Vehículos todo-terreno, tractor con remolque, camiones y tractocarros.
PLANTACION	PLANTACION	Plantadoras de diferentes tipos y arados bisurco de vertedera.

#### EXTINCION DE INCENDIOS FORESTALES

SUPERFASE	FASE	MAQUINAS EMPLEADAS
APERTURA DE CORTAFUEGOS	APEO DE ARBOLES	Motosierra, hoja desbrozadora, hoja bulldozer, cizalla.
	DESPEJE DE LA LINEA DEL CORTAFUEGOS	Bulldozer, skidder, cabrestante, cargador de pinza.
	ELIMINACION DEL MATORRAL	Hojas desbrozadoras (Flecos), bulldozer, desbrozadoras portátiles, motosierras.
EXTINCION DIRECTA	POR AGUA A PRESTON	Motobombas, vehículos contra incendios.

*En los próximos capítulos vamos a tratar dichas máquinas, a excepción de aquellas que siendo comunes a estos trabajos y a los de aprovechamientos forestales o apertura de vías de saca, que para evitar repeticiones las estudiaremos en las partes 4ª y 5ª de esta obra.*

## CAPITULO XVIII

TRACTORES Y MOTOCULTORESTIPOS DE TRACTORES

Llamamos tractor al vehículo que tiene la facultad de arrancar, arrastrar o remolcar. Existe una enorme variedad de firmas, modelos y tipos, que se clasifican atendiendo a diferentes criterios. Aquí solo los vamos a diferenciar atendiendo a estos factores:

- a) Por el tren de rodaje:  
 - De ruedas neumáticas (Fig. 325).  
 - De cadenas u orugas (Fig. 326).
- b) Por la anchura de vía:  
 - Normales o standar.  
 - Estrechos o fruteros.
- c) Por la potencia:  
 - Baja: menos de 40 H.P.  
 - Media: 40-80 H.P.  
 - Alta: 80-120 H.P.  
 - Muy alta: 120-200 H.P.  
 - Superalta: mas de 200 H.P.
- d) Por el peso:  
 - Ligeros: hasta 2 Tm.  
 - Medios: 2-4 Tm.  
 - Semipesados: 4-6 Tm.  
 - Pesados: mas de 6 Tm.
- e) Por el tipo de bastidor:

- Rígidos.  
 - Articulados.
- f) Por su empleo:  
 - Agrícolas (Fig. 325).  
 - Industriales.  
 - Forestales (Fig. 327).

- g) Por el tipo de transmisión:  
 - Directa o mecánica.  
 - Convertidor y servotransmisión (Power shift).  
 - Hidrostática.



Fig. 325.- Tractor agrícola de ruedas y tracción simple (UNIVERSAL).



Fig. 326.- Tractor de cadenas u orugas (CATERPILLAR)

h) *Por la tracción:*  
 - *Simple (solo en un eje).*  
 - *Doble o todo-terreno (4x4, 6x6, 8x8..).*

#### ELEMENTOS DE TRABAJO DEL TRACTOR AGRICOLA

Los elementos de trabajo del tractor agrícola son el elevador hidráulico y la toma de fuerza. Excepcionalmente, se le puede dotar de otros elementos tales como pala cargadora, cabrestante, etc.

La "toma de fuerza" es un eje estriado que sale por la parte trasera del tractor y del que toman movimiento algunos aperos (6 de la fig. 328). Su velocidad de giro es de 540 ó 1.000 r.p.m.

Los aperos que se acoplan al tractor se clasifican en remolcados, semisuspendidos y suspendidos. Los aperos "remolcados" se apoyan en sus propias ruedas, no transmitiendo parte de su peso al tractor, al que utilizan solo como elemento de tracción.

Los "semisuspendidos" se apoyan en la parte trasera en sus propias ruedas y por la delantera en el tractor, utilizando éste como elemento de tracción a la vez que transmiten parte de su peso, beneficiándose la tracción del tractor al servirse de éste como "lastre".

Los "suspendidos" forman con el tractor un conjunto rígido que facilita enormemente su maniobrabilidad, especialmente en espacios reducidos. Se montan sobre el enganche tripuntal (Fig. 328), que acciona el elevador hidráulico. Consta de dos barras de tiro (4 y 11) que actúan en tracción. Los movimientos de elevación y descenso se controlan desde los brazos elevadores (10) y las barras (3); una de las cuales es regulable por una manivela (2), para facilitar el enganche de aperos. El otro punto de enganche es el tercer punto (1); siendo éste un husillo finalizado en dos espárragos, de modo que girando su parte central podemos variar su longitud. A diferencia de las "barras de tiro", el "tercer punto" (1) trabaja a compresión.

El sistema está ideado para que el enganche y desenganche de aperos sean operaciones rápidas, sencillas y pueda realizarlas el propio tractorista sin necesidad de ayuda.

En la hoja de descomposición siguiente, se explica el proceso correcto a seguir.



Fig. 327.- Tractor forestal, articulado y todo terreno (4x4) (KOCKUM).

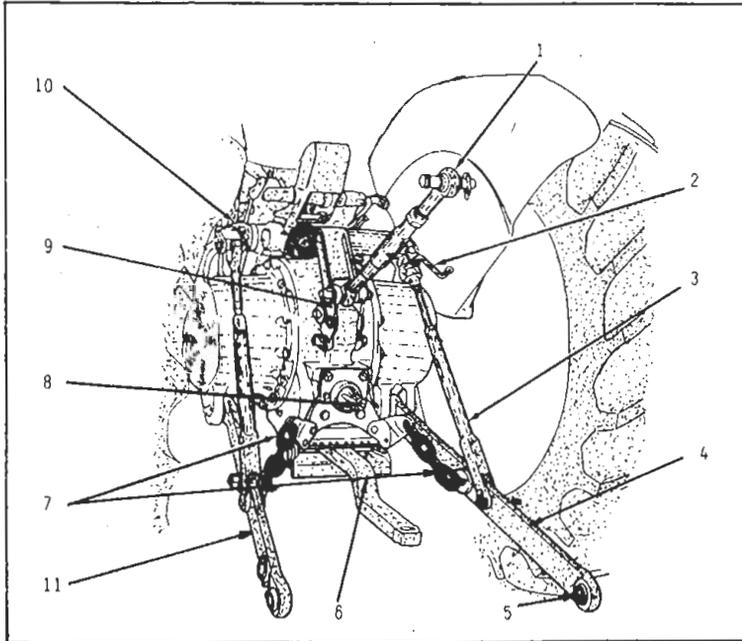


Fig. 328.- Enganche a tres puntos (FORD). 1.- Tercer punto. 2.- Manivela de la barra elevadora. 3.- Barra elevadora. 4.- Barra de tiro móvil. 5.- Rótula. 6.- Lanza para remolque. 7.- Cadenas tensoras. 8.- Tora de fuerza. 9.- Dispositivo de respuesta del control automático del elevador. 10.- Brazo elevador. 11.- Barra de tiro fija.

#### ENGANCHE DE APEROS CON EL SISTEMA TRIPUNTAL

FASES	OPERACIONES
A) ENGANCHE	<p>a.1.- Maniobrar el tractor hasta encararlo con el apero; innovilando con el freno de estacionamiento cuando las rótulas de las barras de tiro y los orificios de los bulones en el apero estén encarados.</p> <p>a.2.- Enganchar la barra de tiro fija (11). Asegurar el enganche entre bulón y rótula con un pasador.</p> <p>a.3.- Enganchar el tercer punto (1), variando su longitud si fuese necesario.</p> <p>a.4.- Enganchar la barra de tiro móvil (4), sirviéndose de la manivela (2), para modificar su altura y hacer coincidir bulón y rótula.</p>
B) CENTRADO Y REGULACION DE LA HORIZONTALIDAD	<p>b.1.- Sirviéndose del elevador hidráulico, levantar el apero hasta que deje de tocar el suelo.</p> <p>b.2.- Centrar el apero sirviéndose de las cadenas tensoras (7). La distancia entre barra de tiro y llanta, debe ser igual en ambos lados.</p> <p>b.3.- Regular la horizontalidad transversal accionando la manivela</p> <p>b.4.- Regular la horizontalidad longitudinal, girando la parte central del tercer punto.</p> <p>* Algunos aperos, tales como los arados, llevan además otras regulaciones específicas, tales como succiones, ángulos de corte, etc.</p>

## MOTOCULTORES O MOTOCULTIVADORES

Son pequeñas máquinas de laboreo, dotadas de medios de tracción propios y propulsadas por motor de uno o dos cilindros, refrigerados por aire. Puede ser de "explosión" o Diesel, pero en cualquier caso la potencia suele ser inferior a los 25 H.P.

El motocultor es la máquina ideal para mecanizar aquellas operaciones agrícolas donde el tractor no puede intervenir por falta de espacio, pendiente excesiva o economía de utilización. Es idóneo en los viveros, donde las dimensiones de las eras o el espacio entre líneas de arbolado, son siempre reducidos. Se manejan mediante manceras, generalmente, regulables.

Podemos distinguir varios tipos:

a) Motoazada (Fig. 329).— Es el más simple de todos. Su motor, generalmente de explosión, no suele superar los 8 H.P. de potencia.

Con excepciones, dado la gran variedad de firmas y modelos existentes en el mercado, las "motoazadas" responden a las siguientes características:

— Carecen de toma de fuerza, por lo que han de sustituirse las ruedas y palieres por los ejes de azadillas (2), cuando trabaja como fresadora o rotovator. La tracción es realizada, entonces, por las propias azadillas.

— La caja de cambios es muy simple; lleva de 2 a 4 relaciones hacia adelante y 1 ó 2 hacia atrás. El embrague suele ser monodisco en seco o multidisco en baño de aceite, similar a los utilizados en las motocicletas.

— Carecen de diferencial y frenos. La dirección se realiza exclusivamente por el esfuerzo del operario.

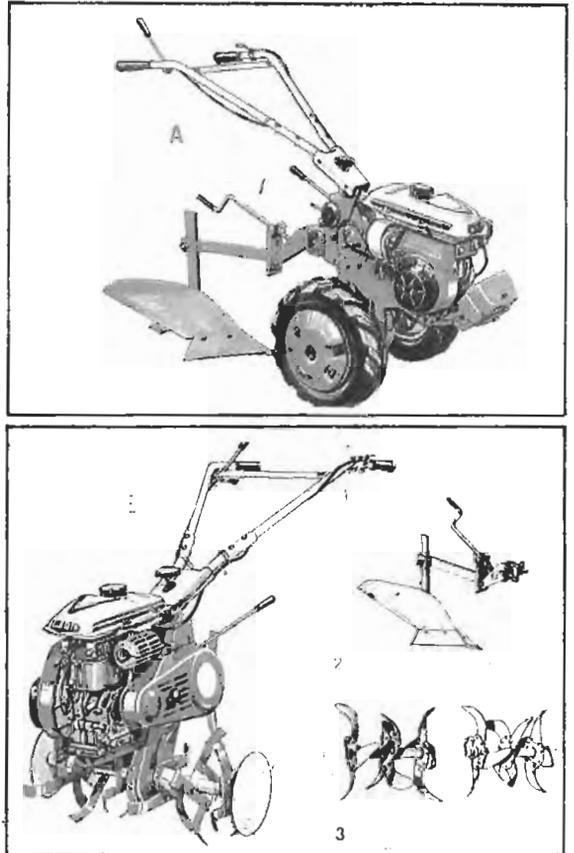


Fig. 329. Motoazada (KUBOTA). A.— Con arado de vertedera. B.— Con fresadora. 1.— Detalle de la vertedera. 2.— Id. de los ejes de azadillas.



Fig. 330. Motocultor (VALPADANA).



Fig. 331. Motocultor o tractor articulado (PASQUALI).

- El arranque es manual por medio de una cuerda o un tiraflector de recuperación automática.

b) Motocultor (Fig. 330).- De aspecto parecido a la anterior, es una máquina mas completa ya que su mecánica es similar a la de los tractores pequeños.

El "motocultor" se diferencia de la "motoazada" en los siguientes aspectos:

- El motor es normalmente Diesel, con una potencia comprendida entre los 6 y los 25 H.P.

- Lleva toma de fuerza. Se le pueden acoplar aperos que requieran movimiento (rotovator, bomba,...), sin necesidad

de eliminar las ruedas.

- Caja de cambios con mas relaciones. Normalmente van equipadas con un dispositivo de seguridad que desconecta la toma de fuerza al meter la marcha atrás, a fin de evitar accidentes. El embrague siempre es monodisco en seco.

- Va provisto de diferencial, a veces con bloqueo, y frenos independientes en las ruedas, de modo que el operario puede servirse de ellos en los giros.

- Permite el acople de una mayor gama de aperos o accesorios.

c) Motocultor o tractor articulado (Fig.331).- Es una máquina considerada a caballo entre el tractor y el motocultor; denominándose indistintamente con uno u otro término. Posee cuatro ruedas motrices, bastidor articulado, dirección mecánica o hidráulica mandada por volante; toma de fuerza y elevador hidráulico.

El motor siempre Diesel, puede llegar a los 40 H.P. y va provisto de arranque eléctrico.

d) Tractocarro (Fig. 332).- Es una variante del anterior, consistente en tener el semichasis trasero de mayor tamaño que el delantero y sobre el que se monta una caja basculante.

Sus dimensiones reducidas y su excelente adherencia, hacen del "tractocarro" una máquina ideal para pequeños transportes dentro del vivero o la explotación, incluso en terrenos con pendiente.



Fig. 332. Tractocarro articulado (BCS).

## CAPITULO XIX

APEROS PARA EL LABOREO DE TIERRASSUBSOLADORES

Los subsoladores son aperos pesados que se montan sobre grandes tractores o se remolcan a los mismos. El tractor debe tener una potencia mínima del orden de los 70 H.P. para superar los repetidos esfuerzos que presenta el trabajo de este apero.

La labor que realiza es considerada "profunda", pues fácilmente supera los 50 cm. de profundidad. A diferencia de los arados, el subsolador, remueve la tierra pero no la voltea, dejándola quebrantada a gran profundidad, incluso en aquellos terrenos que por su dureza no permiten el empleo de arados.

El hecho de disponer de varios "dientes", le hace especialmente apropiado para sacar a la superficie grandes piedras, raíces y tocones de árboles.

Al no voltear la tierra, no altera el orden de las capas del suelo, no sufriendo daños la flora microbiana del mismo. Esta desempeña un importante papel en la fijación del nitrógeno, que posteriormente aprovecharán las plantas. Por esta causa, los aperos que no voltean la tierra son cada vez mas utilizados, especialmente en "agricultura biológica". Por estas razones, el subsolador se emplea ampliamente en roturaciones y en la preparación del terreno para las repoblaciones.

Los primeros que se generalizaron eran remolcados, regulándose la profundidad al subir o bajar sus ruedas, merced a un sistema mecánico de cable o por medio de un cilindro hidráulico (Fig. 333).

Como solo disponían de su peso para profundizar en el



Fig. 333. Subsolador remolcado.

suelo, necesitaban que éste fuese elevado (2 a 6 Tm.), resultando unidades pesadas y difíciles de maniobrar. Estos inconvenientes se han solucionado montando el apero sobre el propio tractor (Fig. 334). Se acciona con uno o dos cilindros de doble efecto, de modo que pueden aprovechar más del 50% del peso del tractor para profundizar en el terreno. Para trabajos exclusivamente agrícolas, existen subsoladores muy livianos acoplables al enganche tripuntal (Fig. 335).

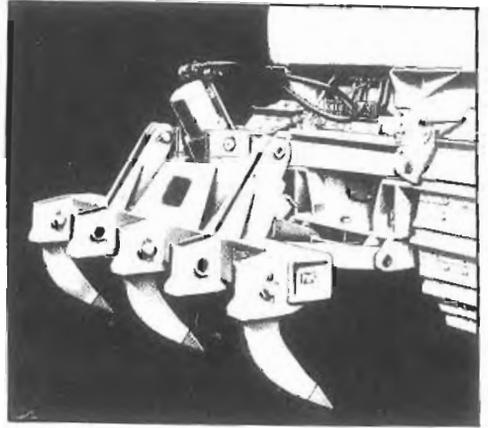


Fig. 334. Subsolador montado en un tractor de cadenas (CAT).

En esencia, están formados por varios brazos o dientes, en cuyos extremos se montan las "rejas" o "puntas", de acero y fácilmente intercambiables. Los dientes van montados sobre un bastidor o travesaño.

La curvatura o succión de los dientes es fija, no requiriendo regulación alguna.

Similares a los subsoladores, son los "escarificadores", diferenciables por sus dientes de menor tamaño. Se emplean para remover suelos rocosos, levantar firmes y otros trabajos similares.

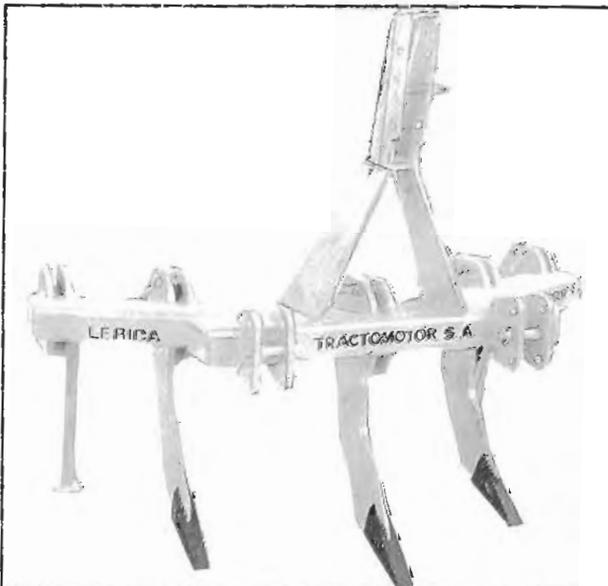


Fig. 335. Subsolador para montar sobre enganche tripuntal. (TRACTOMOTOR).

#### ARADOS DE VERTE-

#### DERA

Este tipo de arados (Fig. 336) realizan labores medias de 30-40 cm. de profundidad. Durante su trabajo van cortando un prisma de tierra por elemento, lo hacen ascender por la vertedera y finalmente lo voltean.

Atendiendo a diferentes criterios, los arados de vertedera los clasificamos en las siguientes modalidades:

a) Por su apoyo en el suelo: romolcados o de arrastre, semisuspendidos y

suspendidos.

b) Por el número de cuerpos: monosurcos, bisurcos, trisurcos y polisurcos.

c) Según lleven o no mecanismo de volteo: fijos y reversibles.

Sin entrar en detalles, estos arados constan básicamente de las siguientes partes:

a) Enganche (3).— Con el empleo de tractores provistos de elevador hidráulico, se ha pasado de una simple "anilla" a una torreta que se sujeta al enganche tripuntal del tractor por medio de bulones.

b) Cama (7).— recibe esta denominación el bastidor del arado. Tienen forma de "J" en los arados fijos y de "T" en los reversibles.

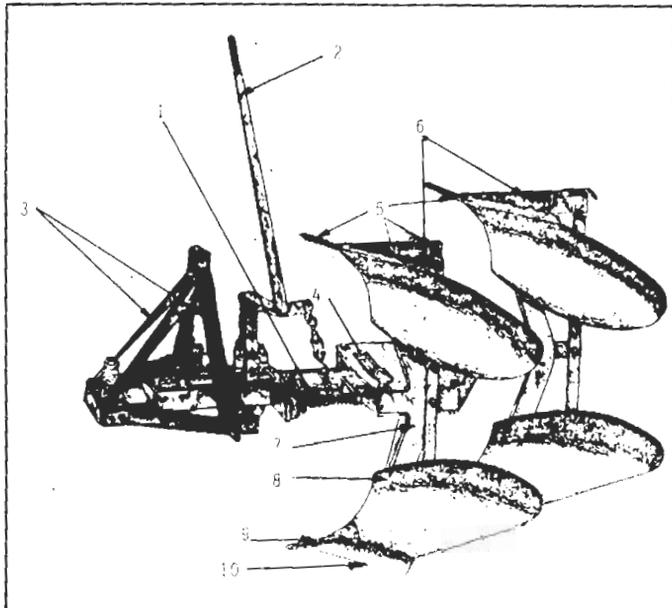
c) Cuerpos.— Es el conjunto formado por la reja (10), la vertedera (8), el resguardador (6) y, a veces, el formón (9)

La "vertedera" es de acero. Se pulimenta con el roce de la tierra, lo que facilita el deslizamiento de ésta ahorrando esfuerzo al tractor. Su forma puede ser variable de unos arados a otros.

La "reja" es la parte que mas trabaja del arado, ya que se encarga de cortar el prisma de tierra que posteriormente volteará la vertedera. Es de acero de excelente calidad e intercambiable.

Para evitar un gasto excesivo de rejas, en ciertos ara-

Fig. 336. Arado bisurco de vertedera y reversible. 1.- Pestillo del dispositivo de volteo. 2.- Palanca de volteo. 3.- Torreta de enganche. 4.- Mecanismo regulador de la succión lateral. 5.- Formones de los cuerpos superiores. 6.- Resguardadores. 7.- Cama. 8.- Vertedera. 9.- Formón. 10.- Reja.



dos se emplean "formones" de acero. Tienen forma de barra acabada en punta, que se van sacando según se desgasta y a los que es muy fácil restituir la punta en la fragua.

El "resguardador" sirve para absorber el empuje lateral del arado. Su parte trasera, o "talon del resguardador",

suele ir reforzada para prolongar su vida, pues se encuentra sometido a un gran rozamiento. Sus funciones pueden ser realizadas por una rueda metálica.

d) Mecanismo de volteo (4). - Es propio de los arados "reversibles". El sistema más básico, consiste en un pestillo y un muelle, que se manda por una palanca cuando el arado está elevado. En los arados grandes, el volteo se realiza con un cilindro hidráulico de doble efecto.

e) Mecanismo de regulación (4). - De las dos regulaciones específicas de estos arados, una se realiza con el tercer punto (succión vertical); la otra (succión lateral), requiere de un dispositivo en el propio arado, que permita variar ligeramente la inclinación lateral de la vertedera.

f) Sistema antienganche. - Para labores en terrenos forestales con raíces, tocones, piedras, etc.; donde los enganches y averías serían frecuentes, se construyen arados reforzados o provistos de un sistema de basculamiento de los cuerpos que



Fig. 337.- Arado polisueco, fijo, de vertedera; equipado con sistema de basculamiento de los cuerpos por medio de ballestas, para evitar enganches (HALCON).



Fig. 338. El arado anterior trabajando.

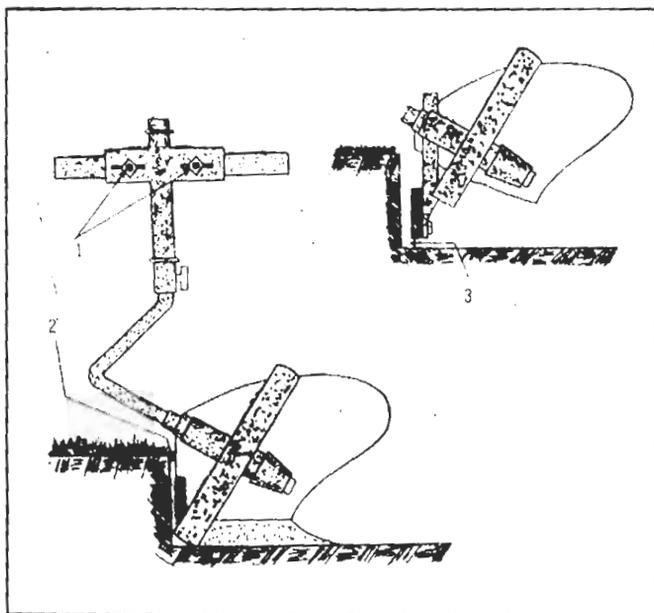


Fig. 339. Regulaciones del arado de vertedera. 1.- Dispositivo para regular la succión lateral. 2.- Succión lateral. 3.- Succión vertical.

evitan enganches indeseables (Fig. 337). En el modelo representado, el sistema consiste en una ballesta múltiple para cada cuerpo, de modo que cuando uno de ellos se engancha, la ballesta cede hasta salvar el obstáculo, retrocediendo posteriormente a su posición normal.

#### REGULACION

Como cualquier otro apero, el arado de vertedera se engancha siguiendo el orden explicado en el capítulo anterior. Posteriormente se realizarán las re-

gulaciones previas de centrado y horizontalidad (ver enganche de aperos con el sistema tripuntal").

Las regulaciones específicas de estos arados son:

a) Succión vertical.— Situado el conjunto tractor-arado sobre suelo llano con la punta del formón tocando el suelo, entre el talón y el suelo debe quedar un espacio de 15-20 mm. (3 de la fig. 339). A este espacio se le llama "succión vertical" y es necesaria para una buena penetración en el terreno. Se regula con el tercer punto. Si el arado lleva varios cuerpos, se mide sobre el resguardador del último.

b) Succión lateral.— Para que el arado penetre con más facilidad sobre el terreno, coja "tajo" y tienda a seguir el sentido de avance del tractor; entre el resguardador y la pared del surco debe existir un espacio de 13-16 mm., denominado "succión lateral" (2 de la fig. 339). El arado va equipado con un dispositivo (tuerca y contracuerca, sector dentado, espárrago curvado, etc.) para su reglaje.

c) Horizontalidad del arado.— Aunque antes de empezar la labor de arada se haya regulado la horizontalidad del arado, una vez dado el primer surco ésta se pierde al ir el tractor inclinado, por llevar una de las ruedas dentro del surco. Por esta razón hay que corregir posteriormente la horizontalidad transversal.

Los arados de vertedera "bisurco" se pueden utilizar como plantadora: un operario coloca las plantas regularmente en el surco que hace el cuerpo delantero, quedando plantado

al caer sobre su raíz el prisma de tierra que corta el segundo cuerpo.

### ARADOS DE DISCOS

Estos aperos cortan la tierra mediante uno o varios discos. Cada uno de ellos va rodando de tal modo que el prisma de tierra cortado lo introduce hacia abajo y hacia atrás para voltearlo finalmente. Se despega del disco por gravedad y con la ayuda de un "rayador".

El arado de discos puede trabajar en terrenos duros, a base de adicionarles pesos, allí donde la vetedera no puede penetrar bien. Igualmente pueden utilizarse en suelos rocosos y en los que existan tocones y raíces, ya que al rodar sobre éstos obstáculos, a diferencia de la vetedera, no tiende a engancharse. No obstante, también se fabrican arados con sistema de basculamiento antienganche de los discos, para mayor seguridad (Fig. 342).

En suelos abrasivos, las puntas de las rejas se desgastan rápidamente; en cambio, en los discos al desgastarse por igual presentan una mayor duración.

La clasificación de los arados de vertedera es válida también para éstos. Además hemos de distinguir dos tipos de arados de discos: "normales" y "arados grada". En ambos los discos cortan la tierra con cierta inclinación o ángulo, respecto a la dirección de avance. Los discos de los arados "normales", presentan además un ángulo respecto a la vertical. En los primeros, los discos giran con independencia sobre un cojinete propio; en los segundos, varios discos giran sobre un eje común.

En cuanto a las partes exclusivas de los arados normales están:

a) Los discos.- Son de acero templado y tienen forma de casquete esférico, biselado por los bordes. Su diámetro oscila entre los 60 y 120 cm.

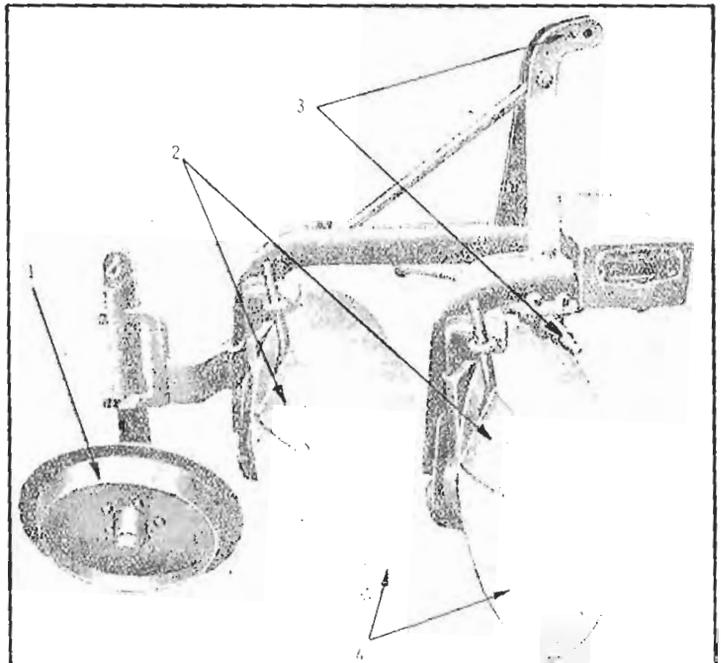


Fig. 340. Arado bidisco fijo. 1.- Rueda trasera, 2.- Rayadores, 3.- Enganche, 4.- Discos.

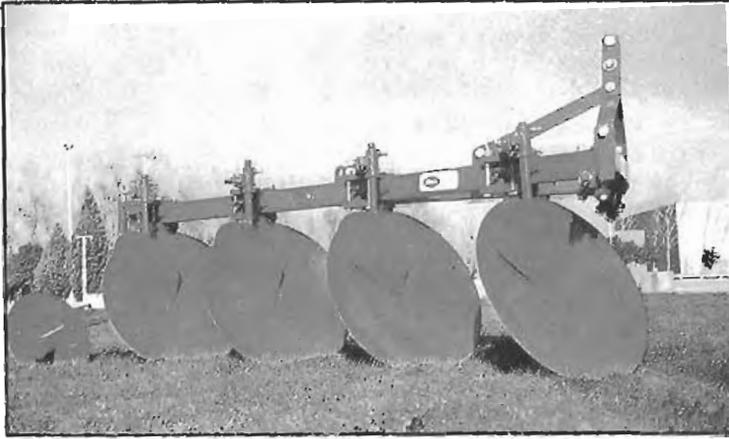


Fig. 341. Arado multidisco fijo (PETER).

Cada uno de los discos va colocado en el extremo inferior de un brazo y gira sobre un cojinete de rodillos cónicos (engrase diario). Los brazos son giratorios en los arados reversibles.

b) Rueda trasera. - Es

metálica y lleva una pestaña en su periferia. Sirve para regular la profundidad de labor y para que el arado se desplace en línea recta. Para poder realizar esta última función, lleva una inclinación contraria a la de los discos y se desplaza por el fondo del surco.

c) Rayadores. - Son unas paletas en forma de "rascador", unidas a un soporte regulable y cuya función es despegar la tierra o barro que puedan adherirse al disco.

d) Mecanismo de volteo. - Consistente en el giro de los brazos portadores de los discos. Se consigue por una palanca de forma totalmente mecánica o por un cilindro hidráulico.

#### REGULACION

Como con otros aperos, se engancha el arado y se realizan las regulaciones previas de contrado y horizontalidad. Además en el arado de discos se regulará:

a) El ángulo de incidencia (1 de la fig. 343). - Es la inclinación que lleva el plano de corte de los discos con respecto a la vertical.

Este ángulo oscila entre los 15 y los 25 grados. Cuanto más echado hacia atrás vaya el disco, se necesita más fuerza de tracción, se reduce la profundidad, pero voltea mejor. Si va muy vertical, ocurre antienganche (HALCON). lo contrario.



Fig. 342. Arado multidisco con sistema de basculamiento.

Los discos de los arados grada y de las gradas carecen de este ángulo al ir los discos totalmente verticales.

b) El ángulo de corte (2 de la fig. 343).- Es la inclinación que forma el plano de corte con la dirección de marcha. Su valor oscila entre los 30 y los 45 grados.

Si este ángulo no existiera, el disco rodaría sobre la superficie del terreno, sin penetrar en el mismo. Pero si este ángulo se va aumentando hasta aproximarse a los 45 grados, se facilita la penetración en el terreno y se disminuye el esfuerzo de tracción a igualdad de tierra movida. En tierras duras se llevarán los discos casi verticales y muy atravesados. En tierras pegajosas se llevarán bastante inclinados (ángulo de incidencia de unos 25 grados), para facilitar el volteo.

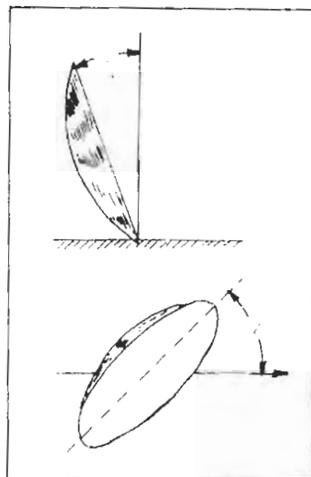


Fig. 343. Ángulos de incidencia (1) y corte (2) en el disco.

c) Horizontalidad transversal.- Después de hacer el primer surco, se corregirá la horizontalidad transversal de la cama, de forma similar a como se hace en el de vertedera.

d) Profundidad de labor.- Con el "tercer punto" y el husillo de la rueda trasera. La profundidad de trabajo del disco no debe ser superior a un tercio el diámetro del mismo.

e) Regulación de los rayadores.- Deben de llevar una separación del mismo de 1 mm. aproximadamente en la parte central del disco y de unos 5 mm. en su periferia.

### ROTOVATOR

El "rotovator" (Fig. 344), también conocido con los nombres de "rotocultor, rotocultivador o azada rotativa"; está formado, esencialmente, por un eje de azadillas, movido desde la toma de fuerza del tractor o motocultor. Realiza una labor de hasta unos 25 cm. de profundidad.

El rotovator trabaja de un modo bastante semejante a como lo hace el agricultor con su azada (Fig. 345). Al girar las azadillas cortan "virutas" de suelo, que lanzan hacia atrás y hacia arriba, golpeándolas contra la coraza exterior, deshaciéndose los terrones y quedando la tierra perfectamente pulverizada. La coraza al ir arrastrando, nivela la tierra cavada, dejando la labor totalmente lisa.

La figura 344 nos muestra su forma y colocación. El movimiento pasa desde el tractor por la toma de fuerza (1) hasta un "par cónico", ubicado en el interior de la carcasa (9). Este par cónico, cambia el sentido del movimiento longitudinal en transversal y lo pasa hasta un engr-

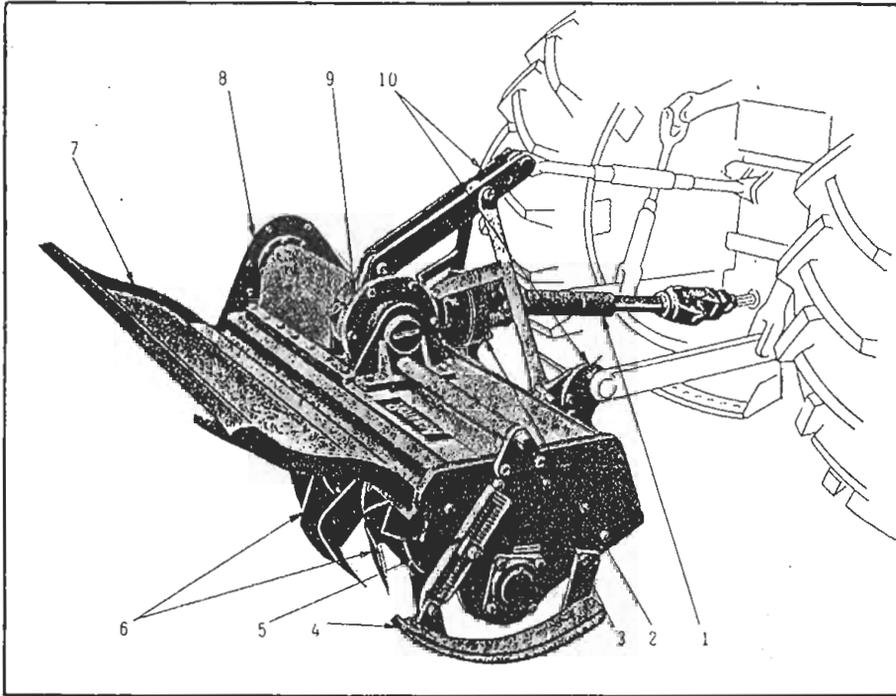


Fig. 344. Rotovator con desplazamiento lateral (AGRATOR). 1.- Tona de Fuerza. 2.- Embrague de fricción. 3.- Tornillo para el desplazamiento lateral. 4.- Patín de apoyo y regulación de la profundidad de labor. 5.- Regleta dentada, para la fijación de la posición del patín. 6.- Azadillas. 7.- Coraza regulable. 8.- Carcasa de la cadena de transmisión. 9.- Carcasa del par cónico. 10.- Enganche.

naje; éste a su vez, lo pasa por una cadena hasta otro engranaje situado en un extremo del eje de azadillas. Cadena y engranajes se encuentran en el interior de la carcasa (8), que además sirve de cárter de valvolina.

Para evitar averías en el caso de enganche de las azadillas, se coloca un embrague de fricción (2) en el árbol de toma de fuerza antes del par cónico.

Como regulador de la profundidad de labor, lleva unos patines (4) o bien unas ruedas. En cualquiera de los dos casos su posición puede ser variable, llevando una regleta escalonada (5) para su fijación.

La coraza (7) además de alisar la superficie de labor, protege al maquinista y personas próximas de posibles proyecciones de piedras, que pudieran producir accidentes.

Desde el punto de vista forestal, su mayor utilización está en la preparación final del terreno en los viveros, entrecavas en las plantaciones, roturación de praderas, etc.

#### REGULACION

El enganche y regulaciones previas, como en el resto de los aperos. Para conectar la toma de fuerza, se desconecta el movimiento de ésta, se eleva totalmente el rotovator,

se encara la abrazadera del eje con las estrias de la t.d.f., haciendo descender despacio el rotovator con el elevador, hasta que la conexión se fije con el pestillo correspondiente.

Como regulaciones específicas del mismo, están:

a) Profundidad de labor.- Se realiza subiéndolo, o bajando los patines (4), cambiando la posición de la regleta (5).

b) Regulación lateral.- Para que las azadillas vayan borrando las huellas de una de las ruedas del tractor, el rotovator va provisto de un mecanismo que desplaza todo el conjunto en sentido transversal, manteniendo fijos el sistema de enganche y el par cónico. Para esta operación se aflojan los tornillos de una corredera, no visible en la figura, y se acciona el tornillo (3) sirviéndose de una llave en forma de manivela. Posteriormente, se aprietan los tornillos de la corredera.

c) Altura de la coraza.- Para ello va provisto de una cadena, cuyos eslabones se engancha en un fijador.

#### MANTENIMIENTO

Se reduce a la revisión del nivel de la valvolina en los cárteres del par cónico y cadena lateral, reponiendo si fuese necesario con S.A.E. 90 E.P.,. Cada 10 horas de trabajo, se deben atender los engrasadores a presión de los ejes y juntas cardan.

#### CULTIVADORES Y GRADAS

Son aperos que sirven para realizar las labores superficiales, tales como eliminación de malas hierbas, romper la costra del suelo, alisado y mullido de la parte alta de

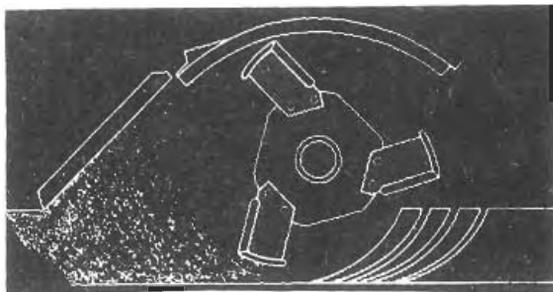


Fig. 345. Detalle de como atacan las azadillas al suelo.



Fig. 346. Rotovator trabajando (AGRATOR).

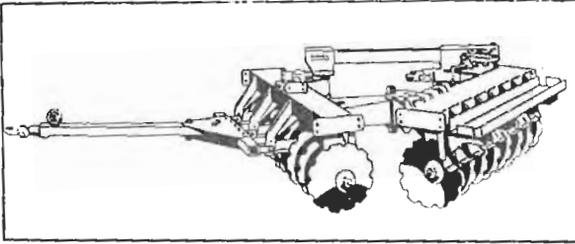


Fig. 347. Grada de discos ranurados.



Fig. 348. Grada pesada para trabajos forestales (HALCON).

lar la horizontalidad longitudinal y transversal, con el tercer punto y el husillo del brazo móvil, respectivamente. De acuerdo al cultivo, se varía el número de brazos y la distancia entre los mismos; basta con aflojar los tornillos de las abrazaderas que los fijan a los largueros.

Las gradas pueden ser de discos lisos, discos ranurados o llevar cada uno de los cuerpos con discos de distinto tipo. En las de uso forestal, al menos uno de los cuerpos suele ser de discos ranurados.

El conjunto suele llevar dos o cuatro cuerpos, que giran sobre unos cojinetes sujetos a un bastidor articulado. Los discos de los cuerpos delanteros voltean la tierra en sentido contrario a como lo hacen los traseros, con lo que

las labores medias y profundas etc. Actualmente se fabrican grandes gradas para realizar labores medias y que en los trabajos forestales han sustituido a los denominados arados-grada (Fig. 348).

Existen varios tipos de cultivadores, pero el mas empleado es el de brazos múltiples y flexibles (Fig. 349). Está formado por dos largueros unidos entre sí por medio de unos travesaños. A los largueros se fijan los brazos flexibles y la torreta para el enganche tripuntal. Los brazos acaban en una reja desmontable, que puede adoptar varias formas, de acuerdo al trabajo a realizar.

Se engancha a los tres puntos del tractor, lo que permite su elevación durante los desplazamientos y giros.

Las succiones son fijas, de modo que solo hay que regu-

queda mucho mas mullida.

El diámetro de los discos suele oscilar entre 18 pulgadas en las de uso agrícola y 36" en las grandes gradas para roturaciones y desmontes.

La penetración de cada disco depende del estado y tipo de terreno, del peso o lastrado a que esté sometido y de su "ángulo de corte". Como ocurre con los arados grada, los discos de la grada trabajan totalmente verticales, careciendo de "ángulo de incidencia".

Van enganchadas a una barra transversal que se coloca entre las dos barras de tiro del enganche tripuntal, trabajando como apero de arrastre durante la labor y como semi-suspendidas durante el transporte, para lo que disponen de unas ruedas neumáticas montadas sobre un husillo. También existen gradas pequeñas que van suspendidas.

#### REGULACION

La regulación en la grada se reduce al ángulo de corte y a los rayadores. El ángulo de corte se varía tirando de una palanca que acciona un pestillo que encaja en un larguero con orificios, a la vez que movemos el tractor despacio en uno u otro sentido. Los rayadores se ajustan igual que en el arado de discos.

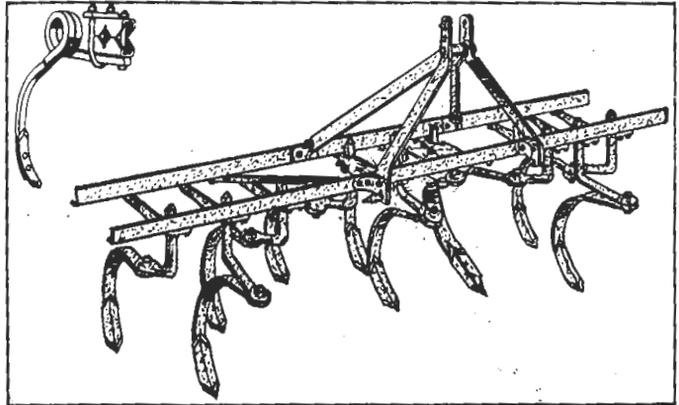


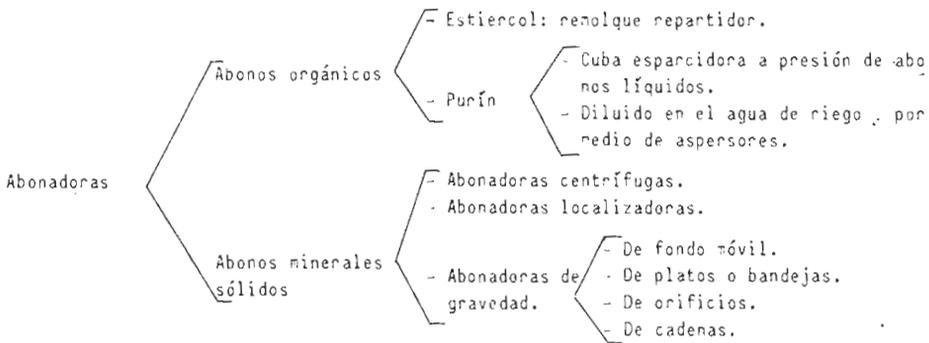
Fig. 349. Cultivador de brazos flexibles y detalle de un brazo tipo "resorte".

## CAPITULO XX

MAQUINAS PARA ABONADOS, TRATAMIENTOS Y RIEGOSABONADORAS

Los abonos pueden repartirse en estado sólido, gaseoso (amoniaco) o en disolución líquida con el agua de riego; sistema muy empleado en los viveros por existir la posibilidad de una distribución homogénea al repartirse el agua por medio de aspersores.

De acuerdo al tipo de abono, se emplean diferentes máquinas abonadoras:



Como ejemplos, veamos la abonadora centrífuga, el remolque repartidor de estiercol y la cuba esparcidora de abonos líquidos.

a) Abonadora centrífuga (Fig. 350).- Va suspendida o semisuspendida al tractor, del que recibe movimiento a través de la toma de fuerza. Está compuesta por una tolva montada sobre un bastidor que acaba en una torreta de enganche; el mecanismo "agitador", que revuelve el abono en el interior de la tolva y el mecanismo "distribuidor", que saca y distribuye el fertilizante sobre el terreno.

El mecanismo distribuidor es un plato horizontal, provisto de nervios radiales, que gira a gran velocidad lanzando por centrifugación el abono hacia los lados y hacia atrás, en una anchura variable de unas máquinas a otras. El mineral cae sobre el plato a través de una o varias aberturas, que pueden aumentarse o disminuirse



Fig. 350. Abonadora centrífuga (ZAGA) sobre tractor articulado (AGRIA).

por medio de una trampa y su correspondiente palanca, constituyendo la única regulación de la máquina. La cantidad de abono que esparce en una hectárea, se comprueba vertiendo en la tolva una cantidad determinada de abono cuyo peso debemos conocer; desplazando el tractor hasta que ésta se distribuya totalmente. Midiendo la distancia recorrida, la multiplicaremos por la anchura de la franja que va esparciendo, y obtendremos la superficie abonada. Con una sencilla regla de tres, comprobaremos si es la cantidad adecuada. Si no es así abriremos o cerraremos la trampa y repetiremos la operación de cálculo hasta conseguir que la distribución responda a las cantidades recomendadas.

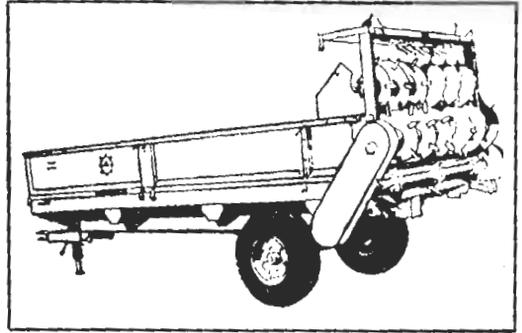


Fig. 351. Remolque esparcidor de estiércol.



Fig. 352. Cuba esparcidora de abonos líquidos.

El mecanismo agitador, suele ser un eje vertical con varios dedos radiales que giran dentro de la tolva.

b) Remolque repartidor (Fig. 351).- Es un remolque provisto de un fondo móvil, consistente en dos cadenas unidas por unos travesaños. En su parte trasera lleva un sistema de distribución giratorio, visible en la figura. Al desplazarse el remolque, a la vez que se acciona el fondo móvil y el sistema de distribución, el estiércol se distribuye homogéneamente sobre el terreno.

c) Cuba esparcidora de abonos líquidos (Fig. 352).- Es un tanque hermético, con la tapa posterior, generalmente, desmontable para su limpieza interna. Va montado sobre un remolque de un solo eje. En la parte delantera, sobre la lanza de enganche, lleva un "compresor-depresor" de tipo rotativo, que se acciona por la toma de fuerza del tractor.

En la tapa trasera lleva una única conexión, donde se conectan las mangueras de carga o descarga; en la delantera, una mirilla nos permite controlar el nivel del líquido en su interior.

Al llevar el "purín" en suspensión una gran cantidad de impurezas en suspensión y ser altamente corrosivo, no

es posible la utilización directa de una bomba, por lo que se recurre al citado compresor-depresor.

Cuando se trate de llenar la cuba, se sumerge la tubería flexible de carga en el líquido y se conecta la toma de fuerza, de modo que el depresor aspire aire del interior de la cuba y lo expulse al exterior. En su interior se realiza un vacío que cuando alcanza un valor suficiente, por succión entra el líquido en el depósito. La comunicación entre el depresor y la cuba se realiza por la parte superior de ésta, a fin de que no pase líquido al primero. Su nivel se controla con la mirilla, hasta alcanzar la cota máxima; pues si se llenase a tope, pasaría "purín" al depresor y podría averiarlo.

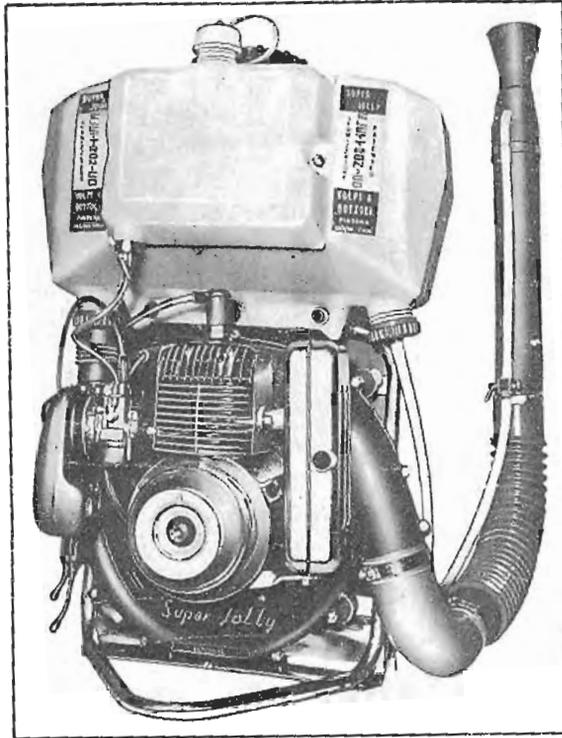


fig. 353. Atomizador-espolvoreador de mochila.

Para vaciarla, se cambia el sentido de giro del rotor del depresor, mediante una palanca de inversión, de modo que pase a comportarse como un "compresor"; tomando aire del exterior y enviándolo al interior de la cuba. Se forma así una cámara de aire a presión encima del líquido, suficiente para expulsar a éste con fuerza en cuanto se abra la llave de salida.

Además de emplearse como abonadora con fertilizantes líquidos, ésta máquina se puede utilizar como vehículo contra incendios, basta con acoplarle las mangueras correspondientes.

#### ATOMIZADOR, LANZALLAMAS Y ESPOLVOREADOR DE MOCHILA

Es un aparato sumamente efectivo en los viveros, pues además de emplearse para realizar tratamientos con insecticidas en polvo o líquidos, sirve como lanzallamas. Para pasar de un uso a otro, basta con una pequeña transformación en los accesorios, que en ningún caso ocupa un tiempo superior a 15 min.

Está compuesto por un pequeño motor de dos tiempos, que únicamente acciona a un gran ventilador; un depósito



Fig. 354. Espolvoreador montado sobre un tractor forestal (PETTIBONE).

para el insecticida o el gas-oil, cuando funcione como lanzallamas; un tubo principal flexible, provisto de un juego de boquillas y una empuñadura; y unos tubos o racores que comunican el tubo principal con el depósito.

El funcionamiento al actuar como atomizador o lanzallamas es el siguiente: al acelerar el motor se produce una fuerte corriente de aire que sale al exterior por el tubo principal. Como en este tubo se conecta un tubito que viene desde el depósito, se vierte en su interior una cantidad de líquido regulable por una llave de paso, que al incidir sobre la corriente de aire se produce una mezcla finísima que sale al exterior a través de la boquilla correspondiente.

Para encender el lanzallamas, se prenden unos algodones en el suelo y se dirige hacia la llama la neblina aire-gas-oil. En este caso, la boquilla de salida debe ser metálica y especial para este uso.

Para convertirlo en espolvoreador, basta con colocarle los racores adecuados. Al actuar como tal, parte de la corriente de aire se hace pasar al interior del depósito del polvo, obligándolo a salir hasta mezclarse con la corriente de aire del tubo principal. La riqueza de la mezcla se regula por una llave de paso, tipo "mariposa".

#### OTROS ESPOLVOREADORES

Para el tratamiento de grandes árboles o extensiones considerables se recurre al empleo de avionetas o a espolvoreadores mas potentes que los de mochila. En terrenos de fuertes pendientes se emplean espolvoreadores de "parihuela" que son manejados por dos operarios. Si la topografía y pendiente del terreno lo permiten, se pueden utilizar aparatos espolvoreadores montados sobre un vehículo todo-terreno ligero (Land Rover, Unimeg, ...) o sobre un tractor forestal

(Fig. 354), cuyas cualidades de adherencia y estabilidad son difícilmente superables por otros vehículos.

Los de parihuela son similares a los de mochila, diferenciándose por llevar el motor algo más potente, aunque éste sigue siendo de explosión a dos tiempos.

El movimiento del ventilador de los que van sobre vehículos lo pueden recibir de una toma de fuerza o desde un motor hidráulico movido desde el sistema hidrostático de la máquina. Otros son totalmente autónomos, al ir provistos de su propio motor, generalmente monocilíndrico y Diesel.

### EQUIPOS DE RIEGO POR ASPERSION

Las instalaciones de riego por aspersión pueden ser fijas o móviles. En viveros volantes o en plantaciones son las últimas las que normalmente utilizamos por lo que a ellas nos vamos a referir. Podemos distinguir las siguientes partes: grupo motobomba, tuberías de conducción y elementos distribuidores o aspersores.

a) Grupo motobomba (Fig. 355).- Es el encargado de impulsar el agua a presión desde el pozo o acequia a las tuberías de conducción. En él podemos distinguir estos elementos: válvula de pie o alcachofa, tubería de aspiración, bomba y motor.

La válvula de pie aspira el agua, colándola a través de unos pequeños orificios a fin de que no pasen cuerpos extraños a la bomba. Por medio de un disco, permite el paso del agua desde el lugar de abastecimiento a la bomba, pero no en sentido contrario.

La tubería de aspiración se situa entre la bomba y la válvula de pie, pudiendo ser tuberías de acoplamiento rápido (Fig. 357) o una simple manguera flexible, generalmente de mayor diámetro que el resto de las tuberías de la instalación.

Existen diferentes tipos de bombas, pero en estas instalaciones son las centrífugas las más usadas (Fig. 356). En ellas el agua penetra desde la tubería de aspiración por el centro de la bomba y sale por la parte superior de la carcasa hacia la tubería de impulsión o distribución.

Para que estas bombas puedan aspirar el agua han de estar cebadas. Para ello se llena la bomba y la tubería de aspiración, sirviéndose de un cubo; a continuación se conecta la tubería de impulsión y al poner a girar el rodete de la bomba sumergiremos la alcachofa en la fuente de abastecimiento.

Toda bomba precisa ser conectada a un motor, que es quien hace girar al rodete. Este motor puede ser exclusivo para la bomba, bien de explosión o Diesel, o ser el de un tractor, en cuyo caso la bomba se monta al enganche tripuntal y se conecta a la toma de fuerza. En las instalaciones fijas el motor suele ser eléctrico.

Los motores eléctricos llevan el eje del motor solidario al eje del rodete, formando las bombas "monobloc", en las que motor y rodete giran a 1.500 ó 3.000 r.p.m..

En los demás casos, generalmente, no van directamente al rodete; pues la transmisión se realiza mediante correas o engranajes. En ambos casos se suele producir una multiplicación para adecuar las vueltas del motor (5/4 en la toma de fuerza del tractor) a las 3.000 del rodete de la bomba.

Las tuberías de conducción distribuyen el agua por las diferentes parcelas del vivero. Actualmente se utilizan estos materiales: hierro, P.V.C., aleación de aluminio y manguera de caucho o plastificada.

En las instalaciones fijas se emplea el hierro y el P.V.C.; en las móviles el aluminio y las mangueras flexibles de caucho o plástico, provistas de cualquier sistema de conexión rápida.

Por último, los encargados directos de realizar el riego son los "aspersores", distribuidores o pulverizadores. Aunque existen múltiples tipos en el mercado, los más comunes son los de giro circular, cuyas partes son un pequeño soporte, dos boquillas calibradas, el martillo o balancín y el muelle.

Como elementos auxiliares están los soportes de los aspersores, los codos y conos de reducción, el manómetro, etc.

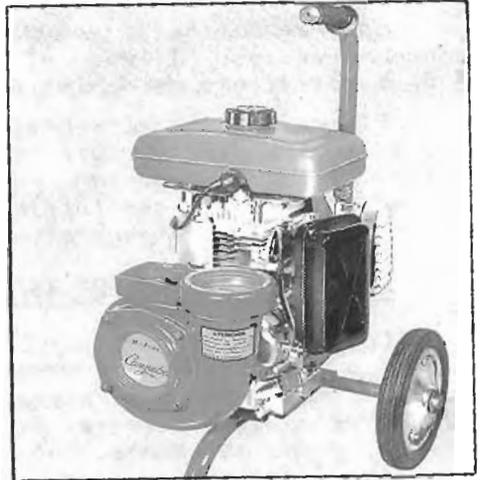


Fig. 355. Motobomba portátil.

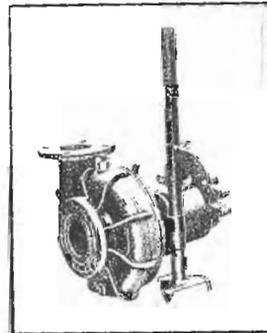


Fig. 356. Bomba centrífuga accionada con la toma de fuerza del tractor.

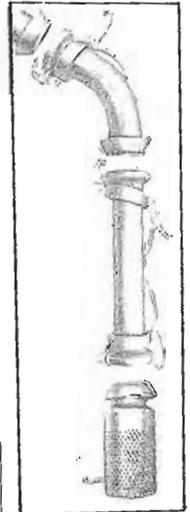


Fig. 357. Detalle de la válvula de alcachofa y conexiones rápidas de las conducciones.

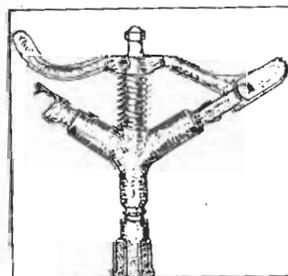


Fig. 358. Aspersor.

## CAPITULO XXI

MAQUINAS PARA LA PREPARACION DEL TERRENO

El "angledozer" y el "tiltdozer", montados sobre tractor de orugas, son las máquinas de mayor empleo en la preparación del terreno (roturaciones, apertura de terrazas, etc.). Como estas máquinas se estudiarán mas adelante, en este capítulo vamos a tratar la "retroexcavadora", por su interés en la repoblación con plántones de ciertas dimensiones (*Populus, Platanus, ...*), destoconado, apertura de drenajes y otros trabajos forestales; aunque no sea una máquina específica forestal. Igualmente, trataremos los ahoyadores mecánicos, de empleo generalizado en ciertas plantaciones.

RETROEXCAVADORA

Consta de un cucharón orientado hacia la máquina, en sentido contrario al de la pala cargadora, montado sobre un sistema de brazos articulados, movidos por unos cilindros hidráulicos. Todo el conjunto va montado, generalmente, sobre un tractor de cadenas, muy diferente a los hasta aquí estudiados (Fig. 359). Su tamaño y potencia pueden ser extraordinariamente variables; desde las miniretroexcavadoras de unos 10 H.P. de potencia (Fig. 360), ideales para trabajos ligeros agrícolas o forestales; a las potentes retroexcavadoras de mas de 300 H.P., cuyo campo de utilización son las grandes obras de movimiento de tierras o rocas (construcción de autopistas, canteras, minas a cielo abierto, etc.), pero de escaso interés en el sector forestal (Fig. 361). Las de potencia comprendida entre los 50 y los 100 H.P., son las mas adecuadas para la repoblación de chopos; pues permiten la plantación simultánea de dos líneas de árboles (Fig. 368).

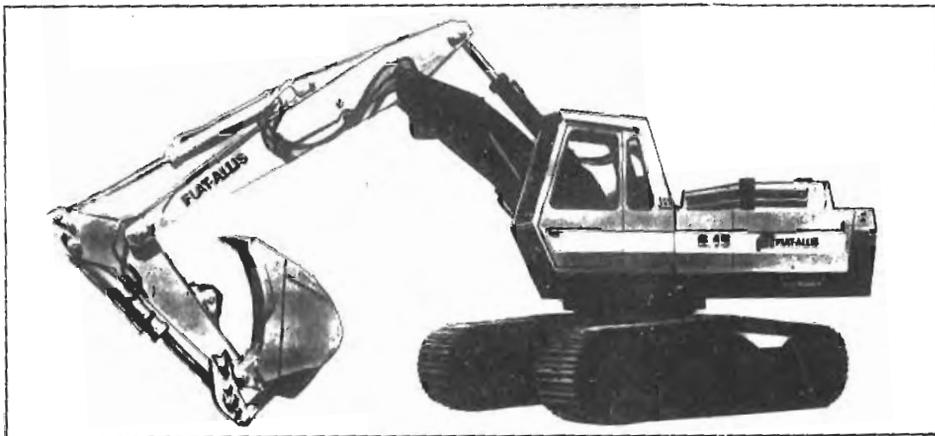


Fig. 359. Retroexcavadora de cadenas con transmisión hidrostática (FIAT-ALLIS).



Fig. 360. Retroexcavadora ligera con 13,7 H.P. de potencia y 1.245 Kg. de peso. (PEL-JOB).

También se pueden utilizar las "retropalas" (Fig. 362); máquinas mucho más versátiles y de uso más corriente que las primeras. Son palas cargadoras, bien de ruedas o de orugas, que van provistas del sistema de brazos y el cucharón invertido de la retroexcavadora. Al ser la mecánica de las "retropalas" similar a la de los tractores provistos con servotransmisión y convertidor; aquí nos vamos a referir a las retroexcavadoras de transmisión hidrostática, en las que distinguimos las siguientes partes:

a) Trenes de rodaje (Fig. 363).- Están constituidos por dos armazones laterales similares a otros tractores de orugas. Las cadenas llevan las zapatas del tipo "pala cargadora" con tres pestañas de poco tamaño. Los largueros de cada armazón se sujetan rigidamente al chasis (2). Llevan ruedas guía y motriz, rodillos de apoyo y mecanismo de tensión.

Algunas retroexcavadoras llevan ruedas neumáticas de igual tamaño en ambos ejes, en vez de cadenas.

b) Chasis (2 de la fig. 363).- Es una sólida estructura capaz de absorber, sin deformarse, las cargas de choque en los trabajos de excavación duros y en los desplazamientos sobre terreno accidentado. Soporta todo el peso de la máquina y lo transmite a los armazones de los trenes de rodaje.



Fig. 361. Retroexcavadora pesada con nas de 300 H.P. de potencia y unas 50 Tm. de peso (CATERPILLAR).

En su parte superior se monta la corona dentada del mecanismo de giro.

c) Bastidor. - Es la superestructura que sirve de soporte al sistema de brazos, cucharón, motor, cabina y sistema hidráulico. Viene a ser un chasis superpuesto al primero y que puede girar con relación a éste. Entre el bastidor y el chasis existe un gran cojinete de bolas.

d) Dispositivo de giro (Fig. 364). - Con los trenes de rodaje estáticos, todos los elementos montados sobre el bastidor pueden girar hasta 360 °; esto permite a la retroexcavadora cargar camiones, por ejemplo, sin necesitar mover su tren de rodaje. El dispositivo de giro lo forman la corona (2) y el piñón propulsor de giro (1), que es accionado



Fig. 362. Retropala de ruedas (CATERPILLAR).

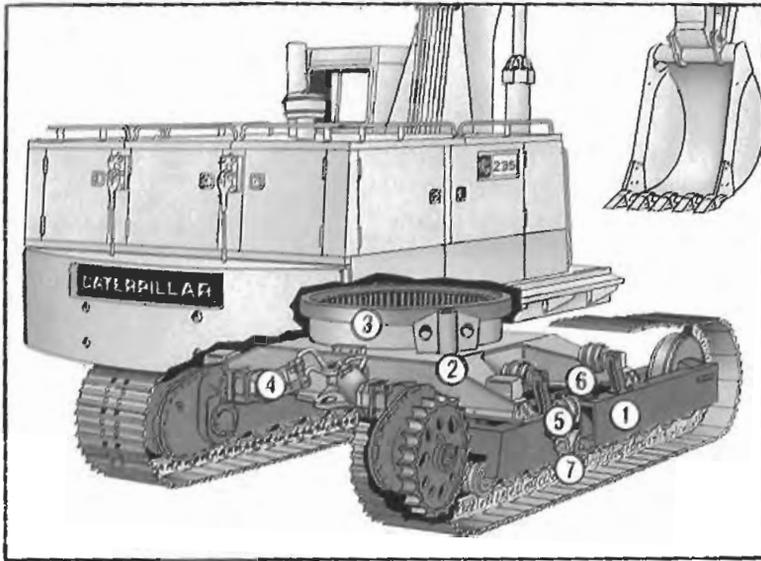


Fig. 363. Elementos de rodaje, giro y transmisión de una retroexcavadora (CAT.). 1.- Langueros del tren de rodaje. 2.- Chasis. 3.- Corona del sistema de giro. 4.- Motor hidráulico de transmisión. 5.- Muelles. 6.- Tensor hidráulico. 7.- Cadena sellada.

por un motor hidráulico. Dicho engranaje se engrasa periódicamente en unas máquinas; en otras es un sistema estanco de engrase permanente.

e) Motor.- Generalmente diesel y de potencia muy variable. A diferencia de los tractores explicados, el motor no mueve la transmisión directamente, pues su potencia la emplea para mover dos o tres bombas hidráulicas, generalmente de pistones y caudal variable, que envían aceite a presión a los motores de propulsión y giro, así como a los cilindros de los brazos del cucharón.

f) Transmisión.- Es de tipo hidrostático. Cada tren de rodaje dispone de un motor hidráulico (4 de la fig. 363), montado en cada reductor final y que son los encargados de los movimientos de avance y retroceso de la máquina. Los embragues y frenos de dirección clásicos de los tractores orugas, aquí no son necesarios, pues la dirección se consigue haciendo girar estos motores a diferente velocidad.

g) Frenos.- Suelen ser de discos múltiples en baño de aceite y colocados en los mandos finales. Cuando los motores hidráulicos de propulsión no están funcionando, los frenos actúan automáticamente, manteniendo frenadas las cadenas.

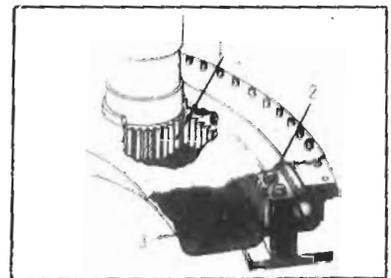


Fig. 364. Dispositivo de giro. 1.- Piñón impulsor del motor hidráulico. 2.- Corona. 3.- Fondo sellado para lubricación permanente.

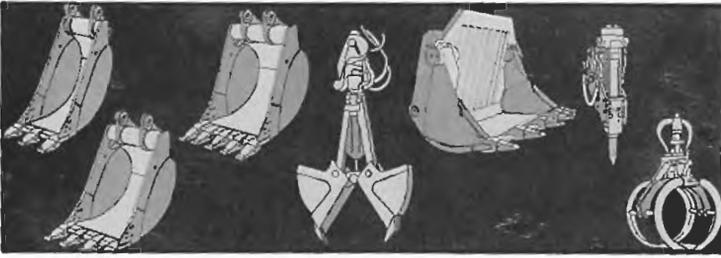


Fig. 365. Algunos de los elementos de trabajo de la retroexcavadora.

h) Sistema de brazos.- Debe estar diseñado para soportar sin deformaciones ni roturas el severo trabajo a que se les somete. Se emplean dos sistemas: uno compuesto por tres brazos articulados (Fig. 359) y otro que solo dispone de dos, denominados "pluma" y "balancín", respectivamente (Fig. 361).

i) Elementos de trabajo (Fig. 365).- Por regla general se pueden montar cucharones de anchura variable, según el trabajo a realizar; grapa para carga de troncos, con lo que se convierten en verdaderas grúas de carga; o un martillo rompedor hidráulico para la rotura de rocas, especialmente, donde no sea factible el empleo de explosivos.

j) Sistema hidráulico.- Es la parte mas importante de la retroexcavadora. Lo forman un gran depósito, montado sobre el bastidor, de donde se suelen alimentar tres bombas de caudal variable que mandan una presión próxima a las 300 atm.. Normalmente, dos de estas bombas de pistones, accionan los cilindros hidráulicos del sistema de brazos y los motores hidráulicos de desplazamiento y dirección; la tercera bomba, generalmente de engranajes, acciona el motor del dispositivo de giro y el circuito auxiliar de las palancas y pedales de control. El sistema se completa con el sistema de válvulas, conducciones y filtro.

k) Cabina.- Además de proteger al maquinista de la proyección de materiales, debe ser insonorizada, con amplia zona de visibilidad, provista de cristales de seguridad, abatibles para la ventilación. Suele llevar calefacción y, a veces, aire acondicionado.

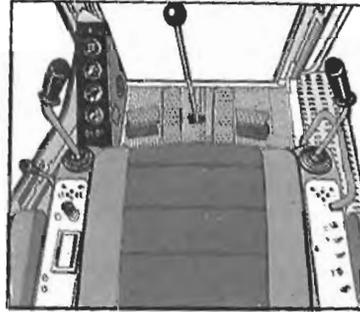


Fig. 366. Puesto de mando de una retroexcavadora (CAT).

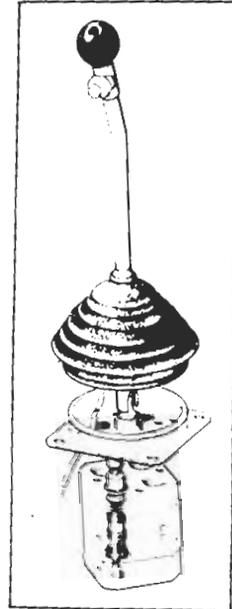


Fig. 367. Detalle de una de las palancas de control servoasistido de una retroexcavadora (AKEMANS).

1) Controles (Fig. 366).- Consisten en dos palancas y unos pedales. Con las palancas se controlan todos los movimientos del cucharón y sistema de giro. La propulsión y detención se realiza con los pedales. Para la dirección se suele utilizar una palanca dispuesta en el centro del puesto de mando. El control de las válvulas principales son servoasistidas, necesitando solo una fuerza próxima a 1 Kp. para el accionamiento de las palancas (Fig. 367).

#### PLANTACION CON RETROEXCAVADORA

Este método, empleado especialmente en las repoblaciones de chopos, se realiza siguiendo este proceso:

- 1ª El Capataz, sirviéndose de una cinta métrica, una escuadra de agrimensor y unos jalones, hace el marcado de los árboles, clavando una estaquilla en el lugar que ha de ocupar cada planta.
- 2ª Se distribuyen las plantas, dejando un plantón en las proximidades de cada estaquilla.
- 3ª Desplazar la retroexcavadora a intervalos, entre dos líneas y paralelamente a éstas, de modo que al clavar el cucharón en el lugar de una estaquilla abre un hoyo, cuya tierra volteará sobre el hoyo hecho previamente en la otra línea, en la que un operario mantendrá vertical un plantón. De este modo, irá abriendo hoyos y plantando simultáneamente en dos líneas de plantación.
- 4ª Después se nivela la tierra utilizando un pequeño bulldozer o una pala cargadora y con arado se abren unos surcos para el riego.

#### AHOYADORES

Son máquinas de construcción muy simple, cuyo elemento de trabajo es una barrena helicoidal provista de amplias espiras, que al girar lentamente se introducen en el terreno a la vez que extraen la tierra.

Se distinguen dos tipos:

- a) Ahoyadores portátiles accionados por su propio mo-

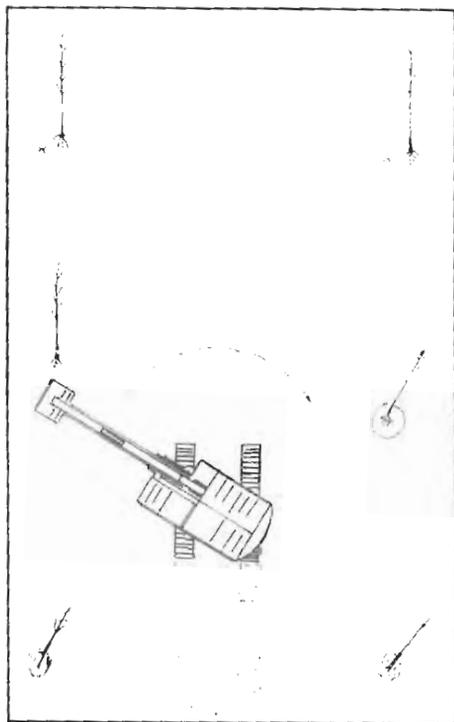


Fig. 368. Plantación simultánea de dos líneas de árboles con la retroexcavadora.

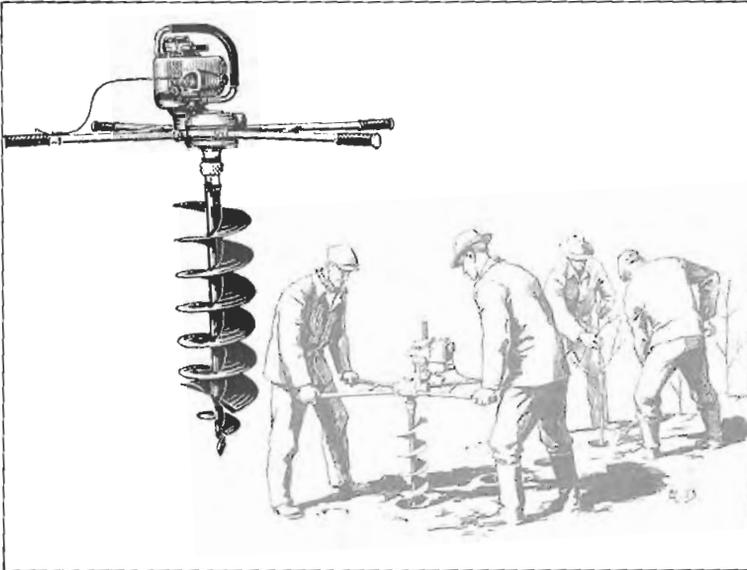


Fig. 369. Ahoyador portátil, accionado por el grupo motor de una motosierra (DOLMAR).

tor (Fig. 369)

b) Ahoyadores montados sobre tractor y accionados por su toma de fuerza (Fig. 371)

Los primeros constituyen un accesorio que se monta en el grupo motor de una motosierra. Además del motor, lleva unas empuñaduras con el acelerador situado

en una de ellas. Una caja lleva los engranajes de reducción, uno de los cuales va conectado al embrague centrífugo de la motosierra y el otro a la barrena. Su manejo aunque sencillo, requiere un acusado gasto de energía por parte de los operarios que la manejan, a la vez que entraña cierta peligrosidad. Su mantenimiento es común a cualquier motor de dos tiempos, mas los derivados de la caja de transmisión y la barrena.

Los montados sobre tractor lleva un bastidor metálico; en su parte delantera van las conexiones para el enganche tripuntal; en la trasera se fija la caja de engranajes, en cuyo interior se encuentra un par cónico, que convierte el movimiento longitudinal de la toma de fuerza, en vertical que es el de la barrena, a la vez que lo desmultiplica.

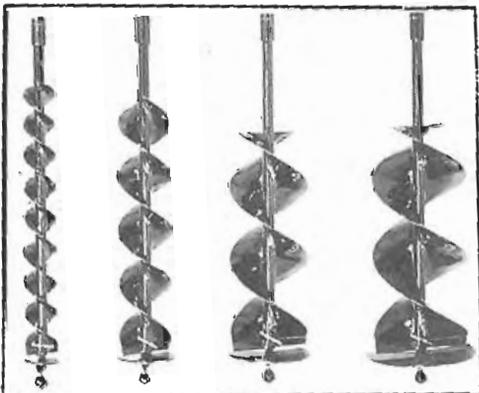


Fig. 370. Juego de barrenas de diferentes diámetros.

En el eje telescópico de la toma de fuerza se montan dos juntas cardan y un mecanismo de seguridad, consistente en un embrague de fricción, o unos tornillos "fusible". El cometido de ambos mecanismos, es evitar averías en caso de fuertes enganches; el primero poniéndose a patinar y, en el segundo, partiéndose e interrumpiendo el movimiento, igualmente.

Con el ahoyador mecánico se consigue un notable ahorro



1. Bastidor. 2.- Junta cardan de la toma de fuerza. 3. Caja del par cónico. 4. Barrena. 5. Cuchilla de corte. 6.- Tornillos "fusible".

quillas. Cuando el ahoyador se encuentre exactamente encima de cada estaquilla, se inmovilizará el tractor con el freno de estacionamiento y se conecta la toma de fuerza.

3ª Con el motor revolucionado, para que la toma de fuerza alcance su régimen de  $5/40$  r.p.m.; se clava la barrena unos 30 cm., levantándola rápidamente para extraer la tierra, repitiendo la operación unas tres veces para completar el hoyo.

Al desplazarse de un hoyo a otro se llevará desconectada la toma de fuerza y se cumplirán las normas.

El único mantenimiento que requiere el aparato es la revisión del nivel de valvolina en su caja de engranajes, el cambio de la cuchilla de corte y el apriete de tornillos.

a la hora de establecer nuevas plantaciones, resultando su empleo rentable a partir de 1.000 hoyos de mas de 50 cm. de profundidad.

La barrena suele alcanzar la longitud de 1 m., siendo el diámetro variable (Fig. 370), aunque lo normal son 40 cm. de diámetro en Populus y otros plántones similares. La cuchilla de corte suele ser recambiable.

La forma de operar es la siguiente:

1ª Replantar la plantación colocando una estaquilla en el lugar que va a ocupar cada árbol.

2ª Avanzar con el tractor a poca velocidad sobre la línea de esta-

Fig. 371. Aho-yador montado sobre tractor y accionado por su toma de fuerza (PETER)



Fig. 372. Diferentes etapas de la apertura de un hoyo (PETER).

## CAPITULO XXII

DESBROZADORAS Y PODADORAS

Los "desbroces", "clareos" y "podas", son cuidados culturales que se suelen realizar a las masas forestales a fin de mejorarlas, muy especialmente en los montes de orientación productiva.

El "desbroce" o eliminación del matorral, puede tener diferentes fines:

- Eliminar total o parcialmente la vegetación espontánea de un terreno, antes de proceder a su repoblación con una especie arbórea, para que arbustos o matas no ahoguen a las plantitas repobladas ni establezcan competencia con éstas.

- Reducir los incendios forestales, al eliminar el combustible sobre el que, generalmente, se inicia el fuego. Por este motivo se desbrozan, a veces, los márgenes de los caminos forestales. Igualmente se emplea para interrumpir la continuidad del combustible vegetal y detener el incendio en caso de que éste se produzca -fajas cortafuegos-.

- En los montes con denso sotobosque, se debe desbrozar una pequeña franja en torno al tronco de los árboles a derribar, para facilitar los trabajos de explotación.

Cuando las funciones sociales y ecológicas de un monte, predominen sobre las económicas, los desbroces deben desestimarse en principio, pues entre otros, presentan los siguientes inconvenientes:

- Eliminación de plantas de valor científico, escasas o raras.

- Alteración del ecosistema y estética del bosque.

- Facilita la erosión del suelo.

En los casos que sea necesario realizar desbroces; éstos se pueden realizar por diferentes métodos (fuego, herbicidas, herramientas ma-

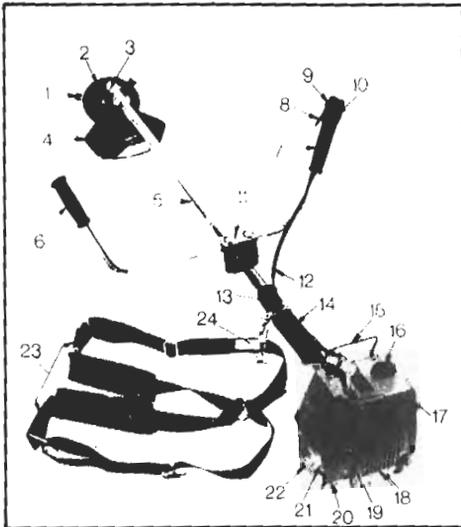


Fig. 373. Desbrozadora portátil (DOLMAR). 1.- Herramienta de corte. 2.- Tapa protectora. 3.- Caja del par cónico. 4.- Cubierta protectora. 5.- Tubo portaherramientas. 6 y 7.- Empuñaduras. 8.- Acelerador. 9.- Bloqueador de acelerador. 10.- Interruptor

de parada. 11.- Soporte de las empuñaduras. 12.- Cable de acelerador. 13.- Mosquetón para enganche del arnés. 14.- Acolchado para la cadera. 15.- Asa de apoyo. 16.- Tapón depósito combustible. 17.- Motor. 18.- Silencioso. 19.- Empuñadura silenciosa. 20.- Carcasa. 21.- Montante. 22.- Arnés. 23 y 24.- Arnés.

nuales). Aquí nos vamos a referir exclusivamente a máquinas desbrozadoras portátiles; a las accionadas por la toma de fuerza de un tractor y a las "hojas desbrozadoras", como medios mecánicos mas representativos del grupo.

La "poda" es un cuidado cultural que se realiza en las masas forestales a partir de la etapa denominada "monte bravo". Consiste en eliminar al árbol aquellas ramas, muertas o vivas, que desde el punto de vista selvícola no son necesarias por repercutir directamente en la calidad de la madera, produciéndose estos efectos:

- La madera es excesivamente nudosa, perdiendo valor comercial.
- La forma del tronco es de inferior calidad.
- Las dimensiones de los árboles y el volumen de madera producido son menores.

La poda realizada con las herramientas tradicionales, es un trabajo penoso y peligroso. Se puede simplificar y realizarla comodamente, utilizando "sierras trepadoras", siempre que los árboles sean de fuste recto y el diámetro de éste oscile entre los 10 y los 25 cm.

También se puede utilizar para la poda mecánica de árboles, una plataforma provista de barandillas de seguridad, situada al final de un sistema de brazos de accionamiento hidráulico y que se monta sobre un tractor o un vehículo todo terreno. Sobre la plataforma se coloca el operario que provisto de herramientas manuales (tijera, hacha, sierra...) o pequeñas máquinas (motosierra ligera, desbrozadora portátil...), va realizando la poda.

#### DESBROZADORAS PORTÁTILES

Son máquinas muy utilizadas en desbroces de poca exten-

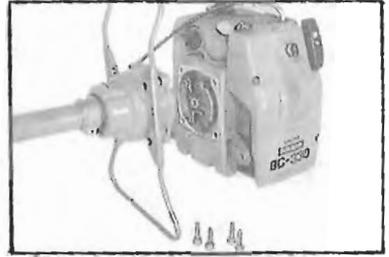


Fig. 374. Detalle de la conexión del tubo portaherramientas y el grupo motor, dejando visibles los contrapesos del embrague (DOLMAR).



sión (explotaciones forestales, limpias, etc.), en montes con pendientes donde no tengan acceso otras máquinas de mayores rendimientos o cuando se trate de hacer un desbroce selectivo.

La manipula un solo operario, que la lleva en bandolera, sujeta a los hombros y espalda mediante un arnés.

Están formadas por un motor de dos tiempos, a veces los mismos que utilizan las motosierras, cuyo movimiento pasa al órgano de corte mediante un embrague centrífugo, un eje de transmisión y un par cónico. Su manejo se dirige por unas empuñaduras regulables, fijadas al tubo portaherramientas que recubre el eje de transmisión.

En la figura 373, se muestra una desbrozadora de este tipo, cuyos elementos se describen a continuación:

a) Motor.— Es de dos tiempos, generalmente equipado con carburador de membrana; cuya potencia suele oscilar entre 1 y 6 H.P., alcanzando hasta 9.600 r.p.m. en algunos modelos. La cilindrada oscila entre los 16 y los 65 c.c.. El acelerador y su bloqueo se encuentran en la empuñadura derecha.

b) Embrague.— Es de tipo centrífugo de contrapesos. Se monta en una guía en forma de estrella que gira con el cigüeñal. Cuando el motor se acelera, los contrapesos vencen la acción de un muelle y se desplazan hacia afuera por fuerza centrífuga, hasta hacer fricción y arrastrando en su giro con un tambor unido al eje de transmisión.

c) Tubo portaherramientas.— Generalmente es de aleación de aluminio uniendo el motor con la caja de engranajes. En su interior aloja al eje de transmisión, que se apoya en varios cojinetes de bolas. Este va unido al par cónico y al tambor del embrague, respectivamente.

d) Caja de engranajes.— Aloja un par cónico, formando los engranajes un ángulo de unos 120 grados. Tanto el par cónico, como el eje de transmisión, se lubrican con una buena grasa.

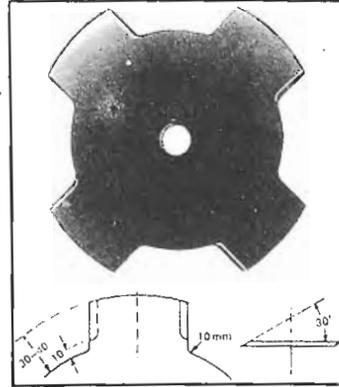


Fig. 376.

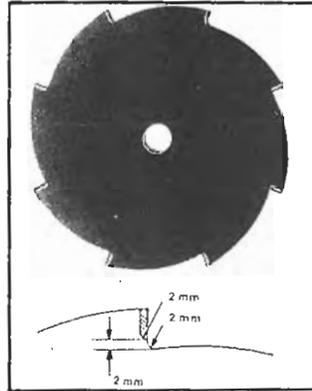


Fig. 377.

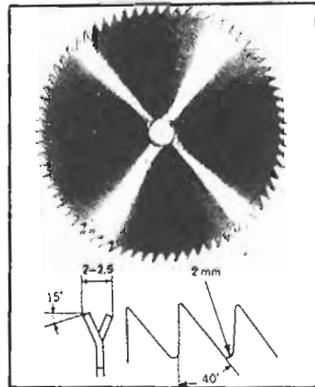


Fig. 378.



Fig. 380.- Al trabajar con la desbrozadora se debe utilizar el equipo de seguridad adecuado (HUSQVARNA).

e) Herramientas de corte (Fig. 375).- Las más usuales son:

- Disco de "cuatro dientes", especial para cortar plantas de tallo herbáceo. En la fig. 376 se observan los ángulos y dimensiones a tener en cuenta durante su afilado.

- Disco de "tres cuchillas" intercambiables. Para los mismos usos del anterior.

- Disco de "ocho dientes". Permite el corte de arbustos y matas leñosas con tallos de hasta 3 cm. de diámetro (Fig. 377).

- Disco de "ochenta dientes". Para arbustos y arbolillos de diámetros superiores a 3 cm.. El afilado del disco es más complicado que en los anteriores. Los dientes son de tipo "casado" o "unido" y van triscados (Fig. 378).

f) Arnés de enganche.- Formado por varias correas de lona fuerte, montadas en forma de cruz y provistas de almohadillas para los hombros. Deben ser regulables y repartir el peso de la máquina uniformemente sobre los hombros del operario.

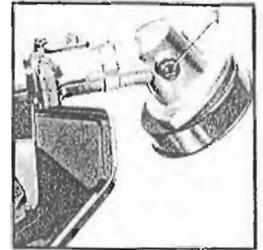


Fig. 379. Tapón para el llenado de grasa en la caja del par cónico.

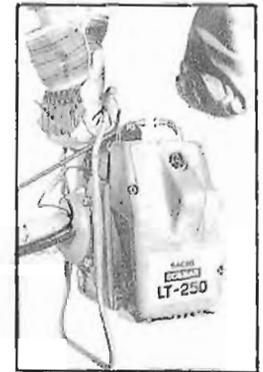


Fig. 381. Arranque de la desbrozadora (DOLMAR).

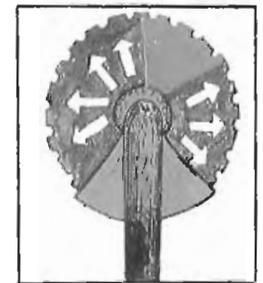


Fig. 382. Los arbolillos de diámetro superior a 3 cm. se atacarán con los sectores marcados por flechas.

g) Protector de seguridad. - Es una coraza unida a la caja de engranajes. Cubre un sector del disco, evitando proyecciones hacia el operario, en caso de romperse el disco. También le protege contra cortes por caída y sirve, además, para apoyarlo en los troncos al iniciar los cortes.

Si el disco se bloquea al interponerse un cuerpo extraño entre éste y el protector, nunca lo extracremos con la mano si previamente no hemos parado el motor.

### MANTENIMIENTO

Como cuidados de mantenimiento hay que resaltar el afilado correcto de la herramienta de corte, para obtener buenos rendimientos. Cada 30 horas de funcionamiento, se lubricarán con una buena grasa, el interior de la caja de engranajes y el tubo portaherramientas (Fig. 379). En cuanto a los cuidados del motor, son idénticos al de la motosierra, por lo que nos remitimos al capítulo correspondiente.

### METODO DE TRABAJO

Al trabajar con la desbrozadora de disco, el operario debe utilizar el equipo de protección personal; es decir, ropa ceñida, guantes, botas de suela estriada, casco y protección auditiva y visual (Fig. 380).

El arnés debe estar correctamente ajustado, de modo que el peso lo distribuya por igual en ambos hombros. La máquina debe quedar suspendida equilibradamente de su gancho de sujeción y con el disco a una altura del suelo entre 20 y 40 cm., cuando se sueltan las empuñaduras.

La máquina se arrancará en el suelo, procurando que el útil de corte no toque a éste y sujetando el grupo motor (Fig. 381).

El desbroce debe organizarse de modo que al desplazarse el operario con la máquina vaya haciendo una franja de unos 2 m. de anchura. Al empezar los cortes la máquina debe ir totalmente acelerada, soltando el acelerador en caso de bloqueo del disco. Durante su manejo, el movimiento de la máquina debe ir acompañado con el de piernas y caderas, utilizando los brazos para guiar la sierra.

Para troncos cuyo diámetro sea inferior a 3 cm., se pueden utilizar todas las zonas del disco; para diámetros mayores, emplear solamente las zonas marcadas con flechas (Fig. 382).

El apeo de arbolillos de más de 7 cm. de diámetro, entraña ya cierto peligro por lo que debemos observar su caída natural, dando un pequeño corte en la dirección de caída y terminando el apeo con un corte en sentido opuesto, efectuado en un plano ligeramente superior al primero. Si los arbolillos tienen un diámetro superior a los 15 cm., requieren una pequeña entalladura como el derribo con motosierra.

Al menos en un radio de 10 m. de la zona de operación, no deben encontrarse otros operarios.

DESBROZADORAS  
ACCIONADAS POR LA  
TOMA DE FUERZA DEL  
TRACTOR

Son máquinas de gran capacidad de trabajo, cuyo empleo resulta rentable en montes de suave relieve y en desbroces que no tengan carácter selectivo. Es común en todas ellas el desmenuzamiento de la maleza en pequeñas astillas, con lo que se evita su posterior recogida y destrucción, a la vez que se facilita su pudrición con lo que se enriquece el suelo en materia orgánica.

Generalmente van acopladas al enganche tripuntal y conectadas a la toma de fuerza (Figs. 383 y 384). Si bien es una ventaja el poder acoplarse a cualquier tractor, al tener éste que desplazarse por la zona sin desbrozar, debe ir provisto de protecciones y aún así, tienen muy limitado su campo de acción. Tal inconveniente deja de existir si la desbrozadora se instala en la parte delantera del tractor, especialmente si se trata de un tractor de cadenas o de un skidder (Fig. 385).

También pueden ir montadas sobre un sistema articulado de brazos, siendo especialmente adecuada para el desbroce de taludes y márgenes de caminos, sin necesidad de que el tractor se desplace fuera de la calzada (Fig. 386).

Esencialmente, están formadas por un armazón metálico, reforzado con unos perfiles en su parte interior, que le transmiten gran resistencia. Tiene forma de caja, cuyos bordes inferiores llevan soldadas unas láminas que hacen de esquis y que facilitan su arrastre.

En la parte superior del armazón se sujeta la torreta de enganche y una caja de engranajes accionada desde la toma de fuerza.

Atendiendo al sistema de corte, se clasifican en:

- a) Desbrozadoras de cadenas o centrífugas.
- b) Desbrozadoras de cuchillas.
- c) Desbrozadoras de martillos.



Fig. 383.- Desbrozadora de cadenas (PETER).

Fig. 383 y 384).

Las de "cadenas", llamadas así por ser éstas, en número de cuatro, las encargadas de triturar la maleza y arbustos, que encuentra a su paso. Al girar las cadenas a suficiente velocidad, por fuerza centrífuga se ponen totalmente tensas en posición horizontal, de modo que al desplazarse la máquina van golpeando fuertemente la vegetación, hasta dejarla convertida en pequeños trozos. Si una cadena golpea una piedra, ésta se encorva sin llegar a partirse; tal ventaja junto a la carencia de afilado del órgano de corte, hacen de esta máquina la desbrozadora ideal para el monte.



Fig. 384. Desbrozadora de cuchillas (AGRIC).

Va provista de una rueda en su parte trasera, que se utiliza para el transporte y para regular la altura de corte.

En cuanto a las máquinas de cuchillas (Fig. 385), son de constitución similar a la de cadenas, diferenciándose en que sustituyen a las citadas cadenas por unas cuchillas horizontales, que al girar fuertemente, van cortando y desmenuzando la vegetación, de forma análoga al trabajo de un cortacesped. Logicamente, esta desbrozadora no es la más adecuada en terrenos pedregosos o con tocones.

Las de martillos (Fig. 385), son tan efectivas como



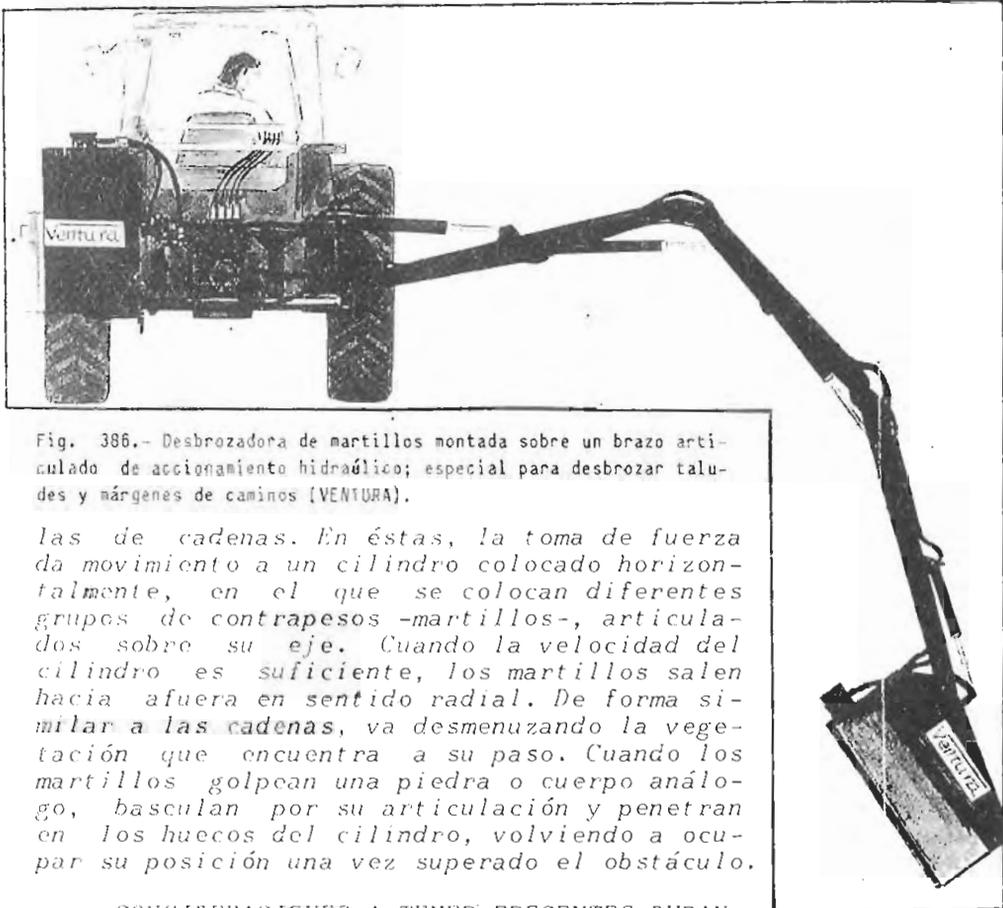


Fig. 386.- Desbrozadora de martillos montada sobre un brazo articulado de accionamiento hidráulico; especial para desbrozar taludes y márgenes de caminos (VENTURA).

las de cadenas. En éstas, la toma de fuerza da movimiento a un cilindro colocado horizontalmente, en el que se colocan diferentes grupos de contrapesos -martillos-, articulados sobre su eje. Cuando la velocidad del cilindro es suficiente, los martillos salen hacia afuera en sentido radial. De forma similar a las cadenas, va desmenuzando la vegetación que encuentra a su paso. Cuando los martillos golpean una piedra o cuerpo análogo, basculan por su articulación y penetran en los huecos del cilindro, volviendo a ocupar su posición una vez superado el obstáculo.

#### CONSIDERACIONES A TENER PRESENTES DURANTE SU TRABAJO

Al ir a ejes en movimiento y un órgano de corte girando a gran velocidad, que suele pasar desapercibido a simple vista; junto a la proyección continua de trozos de madera a gran fuerza por su parte trasera, obligan a extremar las precauciones en evitación de posibles accidentes.

No existirán otros operarios cercanos a la máquina, debiendo utilizar el maquinista en equipo adecuado y cumplir las normas de seguridad referentes a ejes en movimiento.

Antes de comenzar el trabajo y con la máquina parada; debemos cerciorarnos que los tornillos o pasadores del eje de transmisión estén apretados y alojados en su correspondiente ranura. Igualmente comprobaremos que la toma de fuerza no se desenganche al elevár la máquina, ni que llegue a "tope" al bajarla. La puesta en marcha de la máquina se iniciará muy despacio, en evitación de averías.

Si la maleza a desbrozar es muy compacta o los arbustos de cierto diámetro, de modo que el tractor tienda a agotarse, no coger toda la anchura de la máquina.

## ENGANCHE Y REGULACION

Para el enganche se seguirá el método general, común a cualquier apero. Además suelen llevar unas cadenas sujetas al tractor y parte trasera del armazón de la desbrozadora.

La regulación de la altura de corte, se consigue con la rueda trasera, para lo que va provista de un husillo.

La horizontalidad transversal se consigue con la barra de tiro móvil del enganche tripuntal; la longitudinal, con el tercer punto, con la rueda trasera o con las cadenas que sujetas al armazón, según tipos.

## MANTENIMIENTO

Se reduce a comprobar el nivel de aceite de la caja de engranajes cada 50 horas de funcionamiento y reponer con aceite SAE 140 E.P., si fuese necesario. Cada 3.000 horas de funcionamiento, se debe sustituir el lubricante. Diariamente se atenderán los engrasadores de las crucetas del eje de transmisión.

Antes de empezar el trabajo se comprobará el estado del órgano de corte, debiéndose reponer las cadenas o martillos deteriorados o las cuchillas que hayan perdido el filo. No se debe trabajar jamás si la máquina lleva una cadena de menos, pues las masas quedan descompensadas, lo que produciría fuertes sacudidas que averiarían los cojinetes del eje vertical.

## HOJA DESBROZADORA

Este implemento, llamado también "rastrillo desbrozador" (Fig. 387), es muy utilizado para desbrozar a "hecho".

Se monta en un tractor de orugas, sobre el bastidor del bulldozer, una vez sustituido éste.

Lo integran dos largueros al que se sujetan varios dientes, por medio de tornillos.

El trabajo, idéntico al de cualquier bulldozer, consiste en clavar

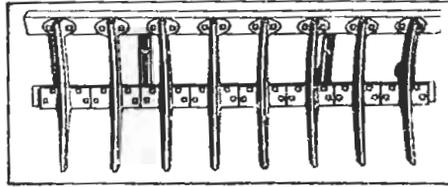


Fig. 387.- Hoja desbrozadora.

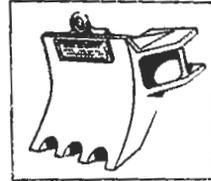


Fig. 388.- Desbrozadora.

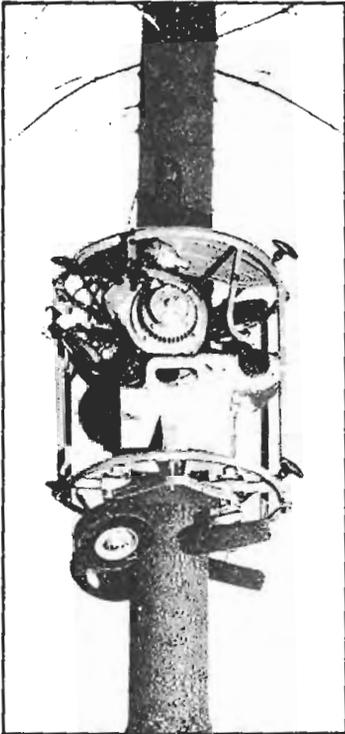


Fig. 389.- Sierra trepadora (SACHS).

en el suelo los dientes a la vez que el tractor se desplaza, obteniendo como resultado el arrastre de la maleza con sus raíces.

Estos rastrillos empezó a utilizarlos la firma Caterpillar en sus tractores, eran fabricados por la casa FLECO; de ahí que vulgarmente, sean conocidos por "flecós".

Cuando por empuje haya que apaar árboles de cierto diámetro o sacar tocones, es conveniente concentrar toda la potencia del tractor en un solo punto, colocándoles una "destoconadora" que presenta mayor robustez (Fig. 388).

#### SIERRA TREPADORA

Esta máquina (Fig. 389), conocida en España como "mono", dado su facultad de subir a los árboles; trabaja de forma rápida y no existe peligro de que pueda desprenderse y caer al suelo. Fue lanzada al mercado por la firma SACHS de Alemania, estando formada por tres elementos principales: bastidor, grupo motor y sierra.

a) Bastidor.- Tiene dos partes: una fija de tubo metálico sin soldaduras y que soporta al resto de elementos de la máquina, en especial a las cuatro ruedas motrices. La otra es móvil, del mismo material que la anterior; se abre para abrazar al tronco y soporta a cuatro ruedas auxiliares, oprimiéndolas sobre el tronco.

b) El grupo motor.- Lo integran un motor de dos tiempos con 2,7 H.P. de potencia y equipado con un carburador de membrana; una transmisión para las ruedas con reductor, guarecida en una caja y lubricada con SAE 80; un embrague y un mecanismo automático de inversión regulable para alturas de hasta 15 m.

c) Sierra u órgano de corte.- Es una cadena y una espada con polea final, movida por un piñón de arrastre conecta-



Fig. 390.- Colocación de la sierra trepadora sobre un árbol (SACHS).

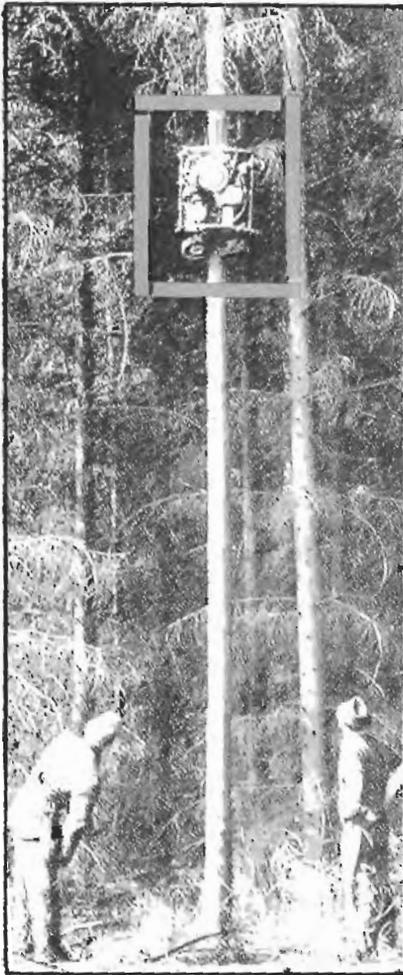


Fig. 391. La sierra trepadora durante la operación de poda.

do al tambor del embrague centrífugo. Es idéntico al de una pequeña motosierra.

Va provisto de sistema de engrase automático para la cadena. A diferencia de la motosierra, utiliza un SAE 80 y no un SAE 30 ó 40 como en aquella.

#### FUNCIONAMIENTO

La forma práctica de realizar el trabajo, es como sigue:

Dos operarios colocan una máquina sobre el tronco de un árbol sin podar, quedando asida de modo que queda sujeta por la parte móvil del bastidor que oprime las ruedas sobre la corteza del árbol. A continuación, regulan la altura de poda deseada y ponen el motor en marcha. Una vez acelerado el motor y embragadas las ruedas, la máquina trepa en espiral por el tronco, liberándolo de las ramas y regresando al suelo posteriormente.

Para que el rendimiento máquina-hombre sea el máximo, es conveniente que cada pareja de operadores lleven dos máquinas de este tipo. Así mientras ellos cambian una de un árbol a otro, la otra realiza la operación de poda.

Los cuidados de mantenimiento son idénticos a los de la motosierra.



## CAPITULO XXIII

SEMPRADORAS Y PLANTADORAS

Las repoblaciones artificiales se realizan por siembra o plantación. En el primer caso en el monte se colocan directamente las semillas; en el segundo, se ponen plantitas cultivadas en un vivero. Para su realización mecanizada existen máquinas "sembradores" y "plantadoras", respectivamente.

Tanto para la utilización de unas y otras, el terreno debe encontrarse perfectamente preparado, para que éstas den un rendimiento aceptable.

SEMPRADORAS

Existen varios tipos de máquinas sembradoras con utilización agrícola, de los cuales dos tipos presentan interés, desde nuestro punto de vista, por poderse utilizar en la siembra de semillas forestales:

a) Sembradoras a voleo. - En realidad, la sembradora a "voleo" es una abonadora centrífuga, cuyo funcionamiento durante la siembra es idéntico al de abonado, regulándose la cantidad de semilla esparcida por la compuerta de salida, que al efecto va provista la abonadora. Lógicamente, esta máquina se limita a esparcir de forma homogénea la semilla sobre

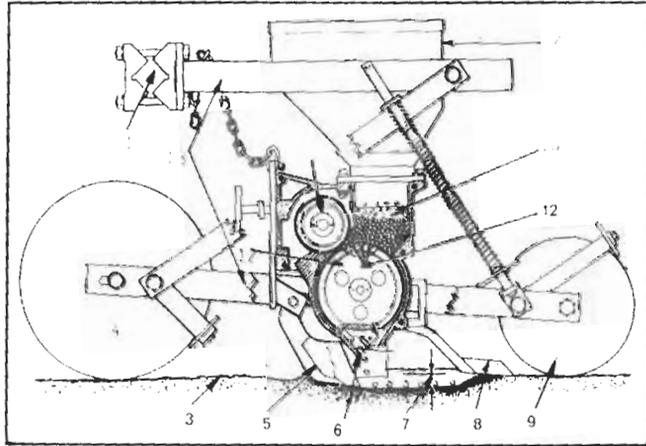


Fig. 392. Sembradora a golpes de rueda vertical (WEBB). 1.- Barra de enganche. 2.- Tolva. 3.- Suelo. 4.- Rueda delantera. 5.- Reja abresurco. 6.- Tubo sembrador. 7.- Profundidad regulable de siembra. 8.- Reja cubridora. 9.- Rueda compresora. 10.- Caja selectora. 11.- Rueda deflectora. 12.- Rueda distribuidora. 13.- Bastidor.

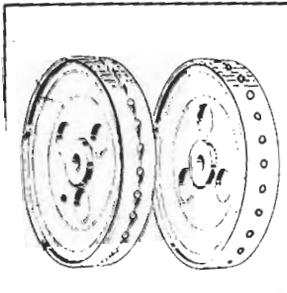


Fig. 393. Ruedas distribuidoras (WEBB).

el terreno, por lo que a continuación se deben pasar unas ramas, rastras, etc.; para enterrar la semilla. Durante la siembra es necesario que no exista viento.

b) Sembradora a golpes (Fig. 392). - Con las cuales se pueden sembrar cualquier clase de semilla utilizando platos adecuados, colocándolas aisladamente o en número de 2, 3 ó 4, según convenga. Igualmente, es regulable la distancia entre golpes,

actuando sobre su sistema de transmisión. Normalmente van dos o más unidades sobre la barra portaherramientas del tractor; variando la distancia entre máquinas en la barra, se regula la distancia entre dos líneas de siembra consecutivas.

Sin entrar en la descripción de ningún modelo determinado; en general, podemos considerar los siguientes elementos:

- Bastidor (13).- Sostiene a los elementos de siembra, enganche y ruedas.

- Depósito de semillas (2).- Generalmente, en forma de tolva. Se sitúa sobre el mecanismo distribuidor.

- Mecanismo de transmisión.- El movimiento del mecanismo distribuidor lo toma de las ruedas de la máquina, al ser arrastrada sobre el terreno. La transmisión del movimiento se realiza mediante cadenas, correas o engranajes (Fig. 394). Combinando los diferentes piñones, se consigue dar mayor o menor velocidad al mecanismo distribuidor, cuando la máquina es arrastrada a velocidad constante. Así se variará la distancia entre golpes de una misma línea.

- Mecanismo distribuidor.- Su elemento principal es el plato o rueda distribuidora (12). Puede ir colocado de forma horizontal o vertical, según modelos. En su periferia lleva unos alveolos, variando el tamaño de éstos y la distancias entre los mismos, de unas ruedas a otras, a fin de que se adapten éstos al tamaño de la semilla a sembrar y a la distancia entre golpes (Fig. 394).

Al pasar los alveolos del plato por el interior de la tolva se llenan de semilla que soltarán al pasar por enfrente del tubo sembrador, por gravedad o por la acción de un pestillo o un muelle.

La semilla es depositada en un pequeño surco que abre una reja (5), siendo posteriormente cubierta por otra reja (8). La rueda compresora (9), se encarga de eliminar los huecos y asegurar un íntimo contacto entre la tierra y la semilla.

- Mecanismo de regulación de profundidad.- Es un dispositivo que permite variar la profundidad de siembra, actuando sobre la distancia ver

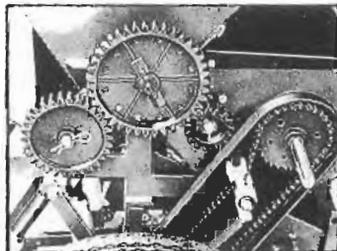


Fig. 394. Detalle de los engranajes de transmisión de una sembradora.

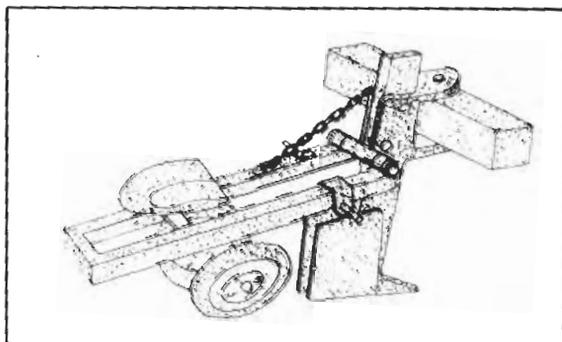


Fig. 395. Plantadora forestal para montar en la barra de un tractor.

tical entre el eje de las ruedas y la punta de la reja abresurco.

- Otros elementos.- Además de la carcasa que envuelve al plato, hay que mencionar las rejas abresurco y cubridora, así como la rueda compresora, cuyas funciones ya han sido explicadas.

### PLANTADORAS

Son máquinas de aspecto parecido a las sembradoras a golpes y como éstas se montan en número variable sobre la barra del tractor. Algunas se pueden acoplar a un subsolador (Fig. 396).

Para su trabajo deben ser desplazadas muy despacio (1,5 Kmlh), lo que obliga a llevar el tractor a una marcha superlenta.

Recordemos que para plantar a mano se abre un pequeño hueco en la tierra, se coloca en él la planta, se cubre la raíz con tierra y se aprieta algo ésta. Estas operaciones son ejecutadas simultáneamente por la máquina. Para ello dispone de una pequeña reja delantera que abre un surco; la planta es depositada en éste, directamente con la mano o bien en un tubo, especialmente si la planta va en cartucho, bien de plástico o por el sistema "paper pop". A continuación, dos aletas aporadoras van cubriendo el surco y dos ruedas compresoras dispuestas con cierta inclinación, aprietan la tierra contra las raíces de la planta. A veces son las mismas ruedas compresoras quienes cubren el surco.

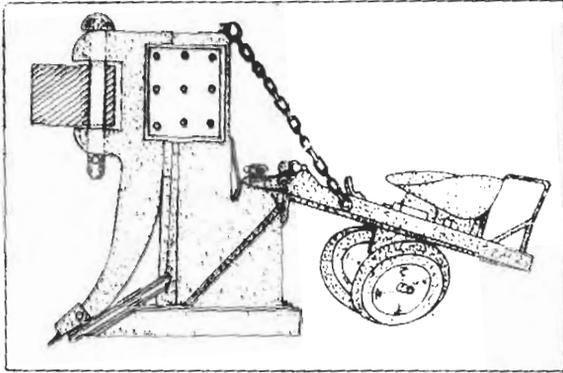


Fig. 396. Plantadora forestal acoplada al diente de un subsolador.

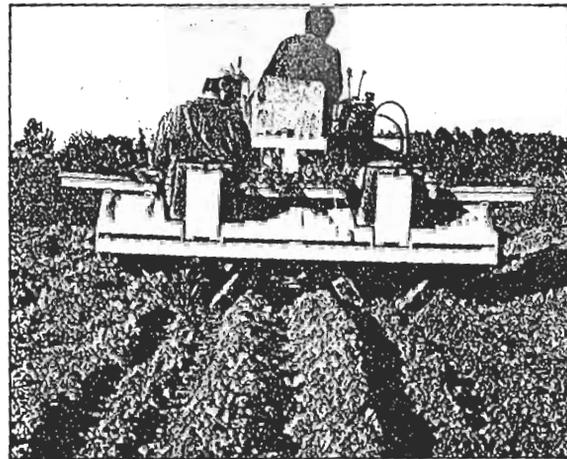


Fig. 397. Plantadora doble (FORESTA).

Las plantas una vez repicadas, se colocan en bandejas sobre el bastidor de la máquina delante del asiento del operario. La colocación de la planta en el surco es una operación que casi nunca se realiza de forma totalmente mecánica. Unas veces el operario va sentado en un asiento muy bajo.

con las piernas casi horizontales; coge las plantas y las va depositando directamente en el surco. A este tipo corresponden las máquinas de las figuras 395 y 396.

Cuando la máquina está diseñada para plantar con "cartucho", al irse colocando éstos en un tubo vertical, permite situar a los operarios a una mayor altura del suelo y en una posición mucho más cómoda (Fig. 397).

En terreno favorable los rendimientos son muy altos, llegando a ponerse próximo a las 10.000 plantas por máquina y jornada.

## CAPITULO XXIV

MAQUINARIA EMPLEADA EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS

Son varias las máquinas que sin ser específicas para este uso pueden tener su aplicación en la lucha contra los incendios forestales, tanto en la apertura de cortafuegos (bulldozer, motosierras, desbrozadoras, cabrestantes, etc.) como en la extinción directa (cuba esparcidora de purín, grupos motobomba, ...). Por explicarse todas ellas en los capítulos correspondientes, aquí nos vamos a limitar a tratar los "vehículos contra incendios", como las unidades más características y específicas de este grupo.

VEHICULOS CONTRA INCENDIOS

En ellos, el equipo de extinción (cisterna, bomba, mangueras y material diverso), se monta sobre un vehículo todo terreno (4x4), generalmente de bastidor rígido y potencias muy variables. Cargan y transportan el agua al lugar del incendio y la lanzan sobre el fuego utilizando tendidos de manguera. La bomba suele ser de tipo "centrífugo", capaz de proporcionar grandes caudales a presiones medias y altas, recibiendo movimiento desde el motor Diesel del propio vehículo, mediante una toma de fuerza conectada a la caja de transferencia.

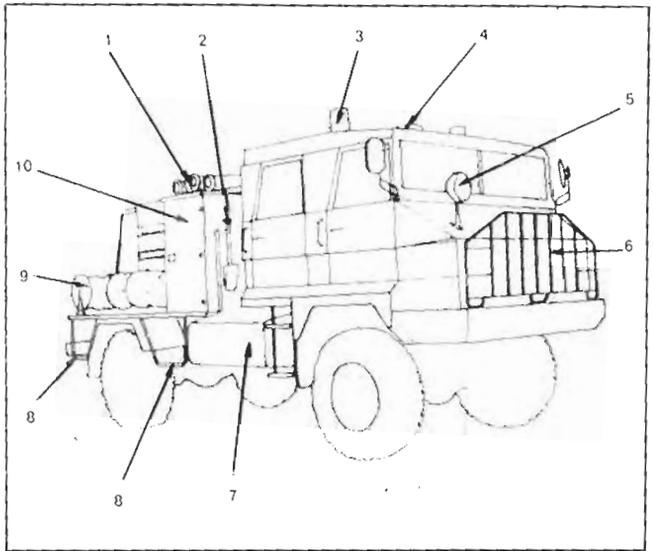
Los vehículos contra incendios más utilizados en los montes españoles son de tres tipos:



Fig. 398. Vehículo contra incendios de tipo medio (URO).

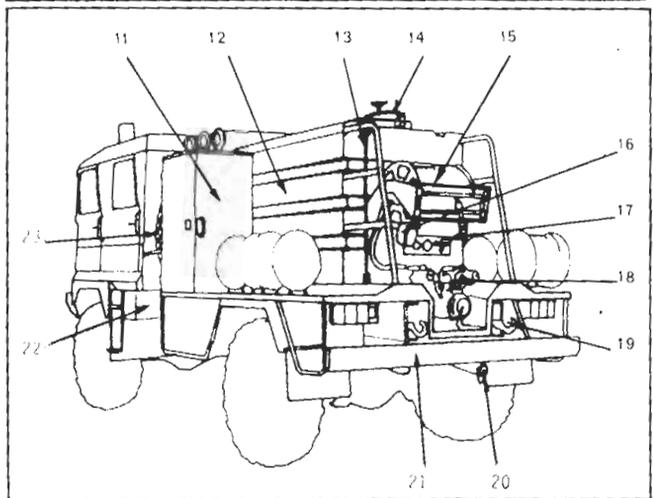
a) Ligeros.-

Normalmente sobre un Land-Rover de chasis largo y cabina avanzada. Van dotados de una cisterna de 600 l. de capacidad; bomba centrífuga que proporciona una presión de trabajo próxima a las 15 atmósferas y de una bomba auxiliar de pistones que alcanza las 30 atms. de presión y un caudal de 33 l/min.



b) Medios

(Fig. 398).- Se emplea un vehículo tipo "carroceta" (IPV, URO), especialmente diseñados para el trabajo forestal. Los largueros del bastidor son de acero elástico, lo que permite el apoyo constante de los neumáticos al terreno sin necesidad de articulaciones complicadas ni deformaciones del bastidor. Montan una cisterna de unos 2.000 l. de capacidad y una bomba centrífuga que proporciona una presión de trabajo de unas 17 atms. a un caudal de 90 m<sup>3</sup>/h. Igualmente disponen de una bomba auxiliar de características y prestaciones similares a los anteriores.



Figs. 399 y 400. Localización de los elementos en un equipo contra incendios (ABENCOR), sobre un vehículo pesado (PEGASO). 1.- Mangotes de aspiración. 2.- Herramientas auxiliares. 3.- Luces de prioridad. 4.- Sirena. 5.- Faro de trabajo delantero. 6.- Parrilla delantera. 7.- Depósito de combustible. 8.- Peldaños de acceso. 9.- Devanaderas portátiles para manguera. 10.- Cofre derecho. 11.- Cofre izquierdo. 12.- Cisterna. 13.- Nivel de agua en la cisterna. 14.- Boca de hombre. 15.- Devanadera fija de alta presión. 16.- Faro de trabajo trasero. 17.- Cuadro de mandos. 18.- Bomba hidráulica. 19.- Gancho de arrastre. 20.- Boca de llenado. 21.- Parachoques. 22.- Alojamiento de la batería. 23.- Rueda de repuesto.

c) Pesados.- Sobre camión PEGASO y cisterna de hasta 3.500 l.. Suelen montar bomba de varias etapas, que alcanzan

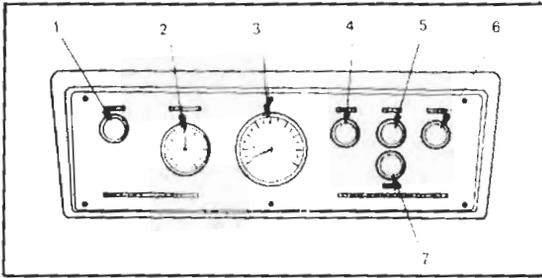


Fig. 401. Cuadro de mandos en la bomba (ABENCOR).  
1.- Testigo de conexión de la toma de fuerza. 2.-  
Horómetro. 3.- Tacómetro del rotor. 4.- Luz testigo  
presión aceite del rotor. 5.- Id. temperatura. 6.-  
Carga del alternador. 7.- Pulsador de cebado.

diámetros de salida.

Hasta aquí, los aspectos generales de estos equipos. Para hacernos una idea mas concreta de su funcionamiento y utilización, nos vamos a centrar en un modelo determinado. Para ello hemos elegido el camión PEGASO 3046/10, provisto de equipo contraincendios ABENCOR (Figs. 399 - 403).

Va equipado con una bomba construida en bronce, con eje de acero inoxidable sobre rodamiento de bolas en baño de aceite. Dispone de cuatro etapas para servicio en baja o alta presión o en presión combinada. Está dotada de una boca de aspiración de 100 mm. de diámetro, contando con dos salidas de impulsión de baja presión de 2 1/2" y dos salidas de alta de 1".

La refrigeración del motor del vehículo se asegura me-

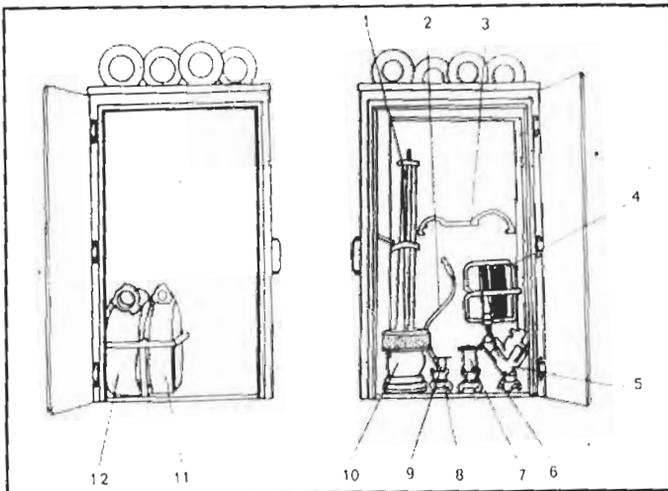


Fig. 402. Dotación de los cofres (ABENCOR). 1.- Trípode para  
faro. 2.- Manivela de recogida de la devanadera. 3.- Llave  
para mangotes de aspiración. 4.- Carrete de cable para faro.  
5 y 6.- Bifurcaciones de 45 y 70 mm., respectivamente. 7 y  
9.- Lanzas de 25 y 45 mt. de diámetro. 8.- reducción de 45  
a 25 mm. de diámetro. 10.- Válvula de pie. 11 y 12.- Mangueras.

presiones máximas de 30 y 40 atmósferas, respectivamente.

Todos los vehículos contraincendios van equipados, además, con uno o dos "sistemas de cebado"; de "circuito de aspiración" del exterior y de la cisterna; de un "circuito de impulsión" con varias salidas, así como de un equipo completo de mangueras, bifurcaciones, reductores y boquillas de diferentes

diámetros de salida. Para hacernos una idea mas concreta de su funcionamiento y utilización, nos vamos a centrar en un modelo determinado. Para ello hemos elegido el camión PEGASO 3046/10, provisto de equipo contraincendios ABENCOR (Figs. 399 - 403). Va equipado con una bomba construida en bronce, con eje de acero inoxidable sobre rodamiento de bolas en baño de aceite. Dispone de cuatro etapas para servicio en baja o alta presión o en presión combinada. Está dotada de una boca de aspiración de 100 mm. de diámetro, contando con dos salidas de impulsión de baja presión de 2 1/2" y dos salidas de alta de 1". La refrigeración del motor del vehículo se asegura mediante el paso de una derivación del agua del radiador del motor a través de un intercambiador de calor incorporado a la bomba, dispuesto de tal forma que jamás puede mezclarse el agua de impulsión con la de refrigeración.

El cebado se efectúa mediante una bomba de anillo de agua movida por la bomba principal a través de un embrague electromagnético acoplable a voluntad. Un depósito

auxiliar de agua garantiza que la bomba de cebado pueda siempre desarrollar su función bajo cualquier circunstancia.

Las prestaciones de la bomba son:

- Etapa de baja presión: caudal de 1.800 l/min. y presión de 8 atm.

- Etapa de alta presión: caudal de 250 l/min. y 4,0 atm. de presión.

- Máxima altura de aspiración: 9,5 m.

- Tiempo de cebado: 20 seg.

Durante su funcionamiento se recomienda cumplir estas normas:

1ª El funcionamiento de la bomba en condiciones de fuerte depresión (frecuentemente acompañado de ruidos) indica siempre defecto de aspiración, debiendo remediarse prontamente. De lo contrario se produciría un calentamiento excesivo en la bomba, contribuyendo a su rápido deterioro.

2ª La entrada de aire en la bomba produce también otro fenómeno fácil de reconocer, consistente en la aparición de golpes en las lanzas y oscilaciones en los manómetros. Se deberán revisar las conducciones de aspiración y sus conexiones.

3ª Si se ha funcionado con aguas sucias, salobres o arenosas, se procederá a la limpieza de la bomba, aspirando durante unos minutos agua limpia y dulce, con las válvulas de impulsión abiertas.

4ª En ningún caso, salvo operaciones de cebado, debe la bomba girar en seco, ya que la refrigeración de la junta de estanqueidad se realiza gracias a el agua impulsada. Si se funciona prolongadamente en estas condiciones, se recalentará dicha junta.

5ª Si durante el funcionamiento de la bomba se observa en el vacuómetro una fuerte depresión, es síntoma de que el filtro está obstruido, debiéndose parar inmediatamente

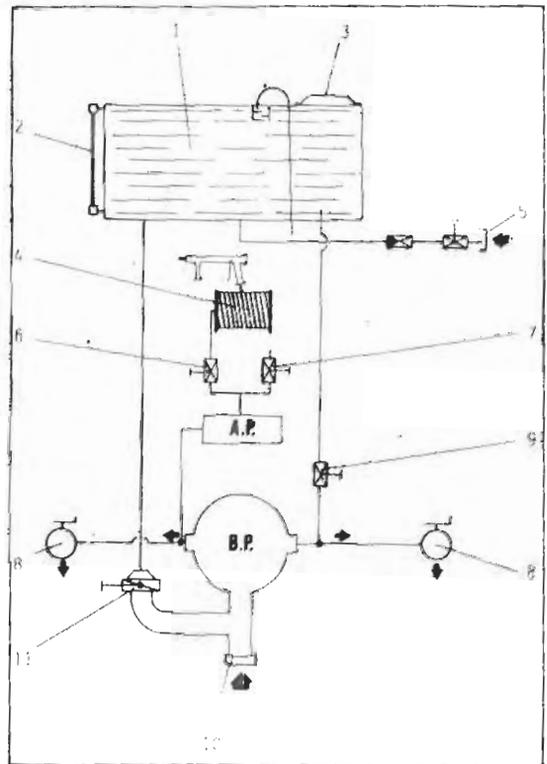


Fig. 403. Esquema hidráulico (ABENCOR). 1.- Cisterna. 2.- Nivel. 3.- Boca de hombre. 4.- Manguera de alta presión. 5.- Boca de llenado exterior. 6.- Válvula de impulsión de alta presión. 7.- Salida auxiliar de alta presión. 8.- Salida en baja de 70 mm. de diámetro. 9.- Válvula de llenado de la cisterna. 10.- Boca de aspiración. 11.- Válvula de aspiración de la cisterna.

la bomba y limpiar el filtro.

Veamos ahora las operaciones de manejo del equipo:

MANEJO DEL EQUIPO CONTRAINCENDIOS "ABENCOR" SOBRE CAMION PEGASO 3046/10

FASES	OPERACIONES
A) FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA A VEHICULO PARADO	a.1.- Aplicar el freno de estacionamiento del camión y poner el motor en funcionamiento. a.2.- Situar el mando de la caja "transfer" en punto muerto y engranar la tercera velocidad en la caja de cambios. a.3.- Conectar la toma de fuerza y soltar suavemente el embrague.
B) FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA CON EL VEHICULO EN MARCHA	b.1.- Situar el mando de la caja "transfer" del vehículo en posición de marchas cortas. b.2.- Engranar la segunda velocidad. b.3.- Conectar la toma de fuerza. b.4.- Soltar suavemente el embrague. El vehículo comenzará a moverse al tiempo que la bomba funciona.
C) LLENADO DE LA CISTERNA	c.1.- Acoplar la manguera de aspiración de 70 mm. de diámetro, a la boca de llenado exterior. c.2.- Abrir la válvula de dicha boca y vigilar el llenado mediante el nivel o esperar a que salga agua por el tubo de rebose. El retorno del agua por la boca de llenado no es posible al impedirlo una válvula de retención. c.3.- Cerrar la válvula y desconectar la manguera.
D) LLENADO DE LA CISTERNA BAJA COTA (nivel de alimentación mas bajo que la bomba)	d.1.- Acoplar los mangotes de aspiración a la boca torres pondiente, con la ayuda de la llave adecuada. d.2.- Montar la válvula de pie para evitar el vaciado de los mangotes de aspiración y la entrada de objetos extraños en la bomba. d.3.- Cerrar las válvulas de entrada y salida de la bomba. d.4.- Si el depósito de cebado hubiese quedado vacío, llenarlo a través de su boca. d.5.- Poner en funcionamiento la borba. d.6.- Abrir la válvula de cebado. d.7.- Mantener oprinido el pulsador de cebado al tiempo que actuará el motor. d.8.- Liberar el pulsador y cerrar la válvula de cebado. d.9.- Abrir la válvula de llenado de la cisterna y comenzará el llenado de ésta. Terminar con las operaciones c.2 y c.3.
E) ASPIRACION DE LA CISTERNA	e.1.- Abrir la válvula de aspiración de la cisterna. e.2.- Abrir la válvula de purgado del aire, hasta que comienza a salir agua. e.3.- Acoplar la toma de fuerza.
F) IMPULSION EN BAJA PRESION	f.1.- Abrir las válvulas de las salidas de baja presión y accionarlas normalmente. En caso de operar continuamente con las salidas cerradas, abrir la válvula de llenado de cisterna para evitar el calentamiento de la bomba.

G) IMPULSION EN ALTA PRESION	<p>g.1. Para utilizar la devanadera, abrir la válvula correspondiente.</p> <p>g.2. En caso de operar continuamente con las salidas de alta presión cerradas, abrir de vez en cuando la lanza de la devanadera para permitir la renovación del agua contenida en la etapa de alta presión y evitar así su calentamiento.</p>
H) IMPULSION EN PRESION COMBINADAS	<p>h.1. Si se desea utilizar simultáneamente las salidas en baja y alta presión; esto es, utilizar la bomba en presión combinada, es suficiente abrir las válvulas correspondientes. La bomba suministrará servicio por todas las salidas de impulsión, si bien es necesario saber que las presiones obtenidas serán inferiores a las obtenidas cuando solamente se utiliza en baja o alta presión.</p>
I) TENDIDO DE MANGUERA	<p>i.1. Las mangueras utilizadas está presentada en tramos de 15 ó 20 m., según el diámetro. Van provistas de enganche rápido. Solo se pueden utilizar con presión interior (impulsión), nunca a depresión (aspiración). El tendido y recogida se hará por tramos y girando las devanaderas correspondientes.</p>

## **CUARTA PARTE**

**Máquinas utilizadas en**

# ***EXPLOTACIÓN FORESTAL***



## GENERALIDADES

Se conoce por "Explotación Forestal", a las etapas por las que pasa el árbol, desde que está en pie, inmediatamente antes de su apeo, hasta encontrarse en el parque de recepción de cualquier industria transformadora de la madera en rollo.

Analíticamente, todo este complejo grupo de trabajos, se descomponen en tres subgrupos, denominados superfases de "corta, saca y transporte", respectivamente. Estas a su vez se dividen en núcleos más elementales, denominados "fases", que a su vez comprenden unas "operaciones" y éstas implican "movimientos".

Si en las demás ramas forestales la mecanización ha alcanzado cotas insospechadas, en los trabajos de explotación ha conseguido tal grado de penetración que en la actualidad es prácticamente imposible encontrar una explotación en la que no se utilice alguna de las máquinas que se van a estudiar en esta parte, por muy reducida que sea dicha explotación.

A continuación se enumeran las diferentes fases de explotación y las máquinas normalmente utilizadas en su realización:

### TRABAJOS DE EXPLOTACION FORESTAL

SUPERFASE	FASE	MAQUINAS EMPLEADAS
CORTA	APEO O DERRIBO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motosierra profesional de potencia media a alta con 50-100 c.c. de cilindrada.</li> <li>- Taladoras sobre vehículo todo terreno: con o sin grapa.</li> <li>- Procesadora de distintos tipos.</li> </ul>
	DESRAMADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motosierra ligera de potencia baja o media con 30-50 c.c. de cilindrada.</li> <li>- Procesadoras que desplazan la cabeza de desramado a lo largo del fuste.</li> <li>- Procesadoras que desplazan el fuste por el interior de la cabeza de desramado.</li> </ul>
	TRONZADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motosierra de características similares a las empleadas en el derribo.</li> <li>- Procesadoras de distintos tipos, equipadas con cizalla, sierra de disco o una motosierra hidráulica para los cortes de derribo, tronzado y despunte.</li> </ul>
	DESCORTEZADO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pequeñas cabezas portadoras de cuchillas y accionadas por el grupo motor de una motosierra de potencia media.</li> <li>- Descortezadoras de rotor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Móviles accionadas por t.d.f. de un tractor.</li> <li>- Desplazables o autopropulsadas y accionadas por energía eléctrica desde un grupo electrógeno.</li> <li>- Plantas de descortezado fijas.</li> </ul> </li> <li>- Excepcionalmente, algunas procesadoras pueden realizar también el descortezado.</li> </ul>
SACA	REUNION DE MADERAS Y DESEMBOSQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractor forestal o skidder, provisto con cable tractor y chokers o una grapa hidráulica.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tractor agrícola de neumáticos u orugas, equipado con cabrestante.</li> <li>- Tractor forestal autocargador o agrícola provisto de remolque y pluma hidráulica.</li> <li>- Otros medios: teleféricos forestales, cabrestantes diversos, mulas mecánicas, etc.</li> </ul>
TRANSPORTE	CARGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluma hidráulica montada sobre el vehículo de transporte.</li> <li>- Cargador autopropulsado de pinza.</li> <li>- Otros medios: Plumas mecánicas, cabrestante,...</li> </ul>
	TRANSPORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camiones pesados con tracción simple o doble de 2-4 ejes y provistos de pluma hidráulica.</li> <li>- Camiones medios 4x4 (carrocetas), especiales para vías de saca estrechas, de firme resbaladizo y distancias cortas y medias de transporte, provistas de pluma hidráulica y, a veces, cabrestante.</li> </ul>
	DESCARGA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los mismos medios de carga.</li> <li>- Plataforma o caja del vehículo basculantes.</li> <li>- teleros basculantes.</li> </ul>
APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS	SACA DE LEÑAS	- Tractores autocargadores, agrícolas con remolque y skidders preparados para carga transversal.
	DESMENUZAMIENTO DE RAMAS Y MATORRAL	- Diferentes tipos de astilladoras.

## CAPITULO XXV

MAQUINAS PARA EL APEO, DESRAMADO Y TRONZADOMOTOSIERRA

La "motosierra" es una máquina liviana provista de un motor, cuyo movimiento de giro se hace pasar a una cadena de corte que se desliza por una guía de longitud variable.

Atendiendo al tipo de motor, las motosierras pueden ser:

a) Eléctricas. - Cuya utilización queda reducida a los parques de recepción de maderas e industrias transformadoras de la madera.

b) Hidráulicas. - De este tipo son las que se montan como elemento cortante en algunas procesadoras o taladoras pesadas.

c) De gasolina. - Provistas de un motor de explosión de dos tiempos, capaz de funcionar a pleno rendimiento en cualquier posición. Son las de empleo más generalizado en el sector forestal y a ellas nos vamos a limitar en este trabajo.

Atendiendo a su cilindrada y potencia se clasifican en:

<u>Categoría</u>	<u>Cilindrada (c.c.)</u>	<u>Potencia (H.P.)</u>
Ligeras	30-40	1,5-2,5
Medias	40-60	2,5-4
Potentes	60-90	4 -6,5
Muy potentes	90-120	6,5-8

Según el trabajo para el que han sido diseñadas y la vida útil media de la motosierra, se clasifican en:

- De "hobby" o "jardín". - Están encuadradas dentro de la categoría "ligeras" y tienen un precio, generalmente, bajo. Con excepciones, su vida útil oscila entre las 50 y las 300 horas de funcionamiento.

- "Semiprofesionales" o "universales". - Son máquinas polivalentes, diseñadas tanto para los trabajos de granja (podar, cortar leña,...), como en los forestales más livianos (desramado, aclareos, apeo de ár-

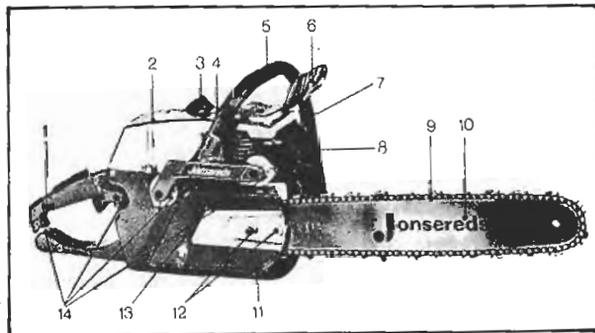


Fig. 404. Elementos de la motosierra (JONSEREDS). 1. Empuñadura posterior. 2. Coraza del motor. 3. Protector de la bujía. 4. Bujía. 5. Asa o empuñadura delantera. 6. Protector de la mano. 7. Cilindro. 8.- Silencioso. 9. Cadena. 10. Espada. 11. Filtro de aceite. 12. Espárragos. 13. Protector de cadena. 14. Amortiguadores de vibraciones.

boles de poco diámetro, etc.). Su vida útil puede superar las 1.500 horas.

- "Profesionales".  
Responden al mas alto concepto de prestaciones en trabajos selvícolas. Están diseñadas para trabajar durante largos periodos en las mas duras condiciones, como es el apeo y tronzado de grandes árboles, incluso con maderas duras. Su vida útil supera las 2.500 horas de trabajo.

En toda motosierra, se distinguen dos partes bien diferenciadas:

a) Grupo motor, integrado por:

- El motor.
- Depósito de combustible.
- Sistema de arranque.
- Embrague.
- Piñón de arrastre.
- Elementos auxiliares y de seguridad (cubiertas de protección, empuñaduras, mandos de acelerador, estrangulador y encendido, sistema antivibración, freno de cadena, protectores de mano y cadena, apoyos de corteza, etc.).

b) Organo de corte, formado por:

- Cadena de corte.
- Espada o barra guía.
- Mecanismo tensor de la cadena.
- Sistema de lubricación.

En las figuras 404, 405 y 406, se pueden observar algunas partes de los elementos citados.

#### MOTOR

Los motores de dos tiempos que accionan a las motosierras y cuyo funcionamiento ya se explicó; son monocilindri-

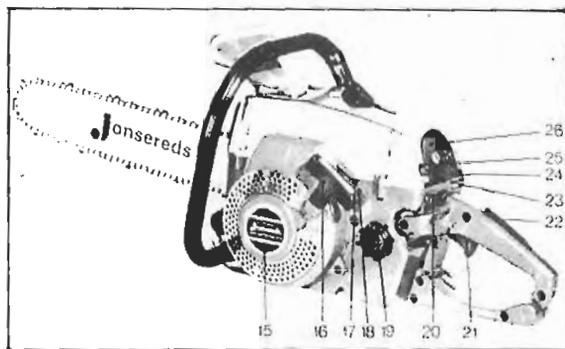


Fig. 405.- 15.- Dispositivo de arranque. 16.- Empuñadura de arranque. 17.- Tornillo ajuste del calentf. 18.- Tornillos (L) y (H) para ajuste del carburador. 19.- Tapón depósito de combustible. 20.- Mando del estrangulador de aire. 21.- Gatillo de aceleración. 22.- Bloqueador de acelerador. 23.- Número de fabricación. 24.- Admisión de aire. 25.- Interruptor de paro. 26.- Tapa del filtro de aire.

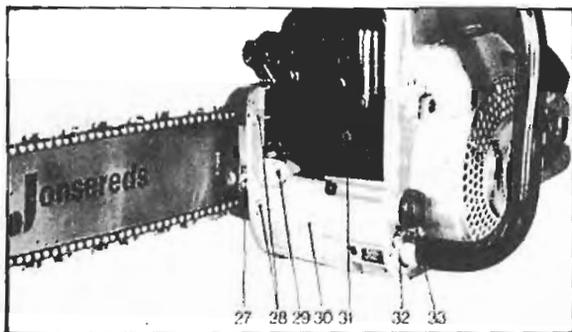


Fig. 406. 27. Tornillo de tensión de la cadena. 28.- Fijación para apoyo de corteza. 29.- Tornillo de ajuste para la bomba automática del aceite. 30.- Depósito de aceite. 31.- Silencioso. 32.- Amortiguador de vibraciones. 33.- Tapón del depósito de aceite de la cadena.

cos, refrigerados por aire forzado, por lo que el cilindro va rodeado de aletas y el volante motor hace de turbina. Pertenecen a los denominados "supercuadrados", por ser el calibre del cilindro mayor que la carrera. Son muy revolucionados, superando facilmente las 8.000 r.p.m.. Su potencia oscila entre 1,5 H.P. en las mas ligeras a los 8 H.P. en las mas potentes. Su cilindrada puede variar de los 30 a los 120 c.c.

La posición del cilindro puede ser horizontal o vertical, siendo aconsejable esta última en las motosierras profesionales.

El encendido puede ser electromagnético o electrónico. El carburador es siempre de membrana, a fin de que pueda funcionar el motor en óptimas condiciones, independientemente de la posición que se encuentre (Figs. 181, 182 y 183).

La innovación mas reciente aplicada al motor de la motosierra, es el "turbo" de la firma JONSEREDS. En realidad se trata de un diseño especial de las aletas de refrigeración del volante del motor; de modo que por centrifugación separa las impurezas del aire, enviando parte de la corriente de aire limpio hasta la admisión del carburador, por lo que el motor funciona ligeramente sobrealimentado. En consecuencia, es un dispositivo sencillo, que guarda poca relación con la complejidad y precisión del "turbo" empleado en los motores de cuatro tiempos.

#### DEPOSITO DE COMBUSTIBLE

Por el poco volumen que ha de tener esta máquina, el depósito de combustible forma parte de la envoltura del motor aprovechando las oquedades (Fig. 407).

Como la motosierra ha de trabajar en todas las posiciones, para asegurar la alimentación del carburador, se prolonga la conducción de alimentación con un tubo flexible, en cuyo extremo se coloca un contrapeso y el filtro de entrada de la gasolina (Fig. 408).

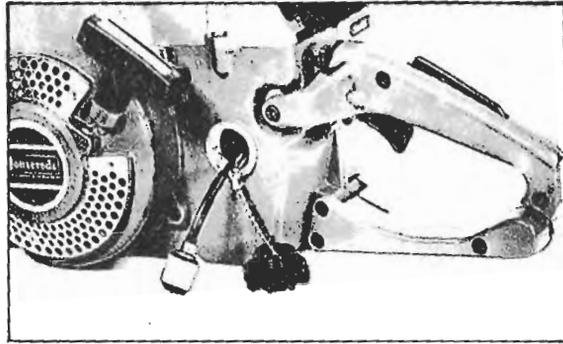


Fig. 407. Ubicación del depósito de combustible (JONSEREDS).

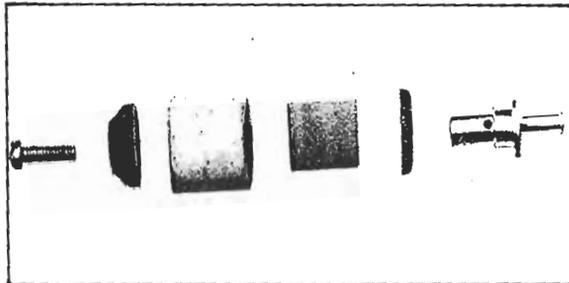


Fig. 408. Despiece del filtro primario y contrapeso de combustible (JONSEREDS).

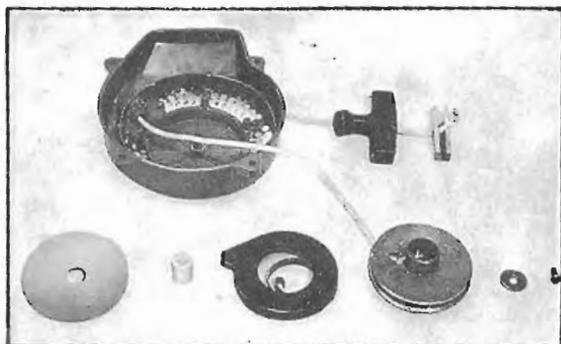


Fig. 409. Despiece del dispositivo de arranque (JONSE-REDS).

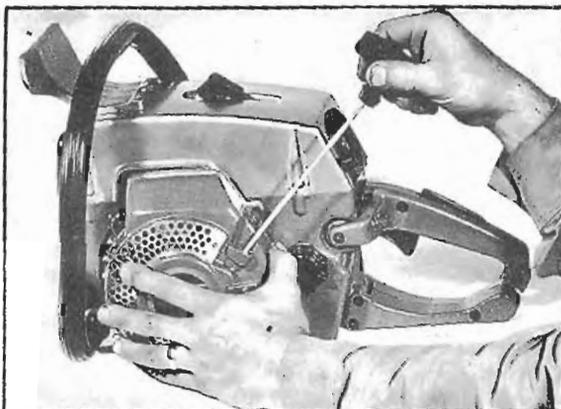


Fig. 410. Montaje del dispositivo de arranque (JONSE-REDS).

Sobre la parte alta del depósito o sobre su tapón, existe un orificio que permite la entrada de aire del exterior para que vaya ocupando el vacío del carburante. En el orificio se instala una válvula que evita el escape del carburante al exterior.

Como ya sabemos, el carburante utilizado es una mezcla de aceite y gasolina, en una proporción en volumen del 2 al 5 % (ver manual de instrucciones). Se debe emplear un buen aceite para motores de dos tiempos (2T).

El repostado se realizará a motor parado, sirviéndose de un embudo con filtro. Los alrededores del tapón se limpian previamente y cuando quitemos éste, se colocará de forma invertida para que no se le adhiera suciedad que pasaría al depósito.

#### DISPOSITIVO DE ARRANQUE

Para poner el motor en funcionamiento, se tira energicamente de una cuerda que al estar enrollada sobre una polea la hace girar y ésta transmite de forma automática su movimiento al cigüeñal del motor, hasta ponerlo en marcha. Una vez que se suelta la cuerda, ésta vuelve a enrollarse automáticamente en la polea, por la acción de un fleje de acero; desacoplándose simultaneamente del cigüeñal.

El dispositivo de arranque está formado basicamente, por:

- Una cuerda de nylon.
- Una empuñadura.
- Una polea acanalada.
- Mecanismo de acoplamiento al cigüeñal.
- Un fleje de acero, enrollado en espiral y sujeto por un extremo al cárter de protección del dispositivo y por el otro a la polea.
- Un cárter o envoltura de protección.

El mecanismo de acoplamiento puede ser de diferentes

tipos, siendo los mas corrientes:

- Un piñón frontal, que se desplaza al tirar de la cuerda y engrana con otro similar unido al volante.

- Unas "patillas" colocadas en el volante, que a motor parado se enganchan en unas muescas de la polea. Cuando el motor arranca, por fuerza centrífuga las patillas se desplazan hacia afuera desconectándose de la polea.

Tanto el fleje como la cuerda se parten con facilidad, por lo que el motosierrista debe saber repararlos, debiendo llevar siempre una cuerda de repuesto. Si el gancho final del fleje se parte, para hacer otro nuevo hay que calentarlo a fin de que su acero pierda el temple.

En la figura 410, se observa el montaje del sistema una vez reparado. Al colocarlo se tira un poco de la cuerda para situar debidamente las patillas de acoplamiento.

#### EMBRAGUE

Es el mecanismo que conecta o desconecta el movimiento del motor a la cadena a voluntad del operador. Todas las motosierras actuales van provistas de embrague "centrifugo", formado por:

- Una pieza central unida al cigüeñal por medio de rosca o un cono y una chaveta. Gira solidariamente con él.

- Unos contrapesos montados sobre la pieza anterior que les sirve de guía y que pueden desplazarse dentro de unos límites.

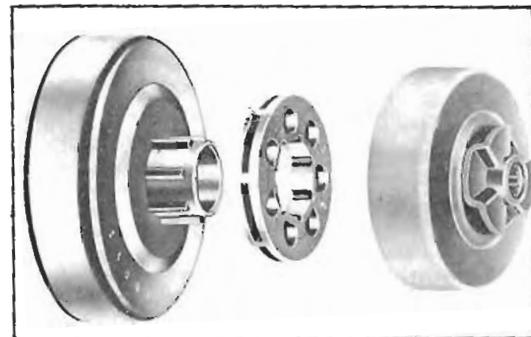


Fig. 413. Dos formas de piñón de arrastre (OREGON).

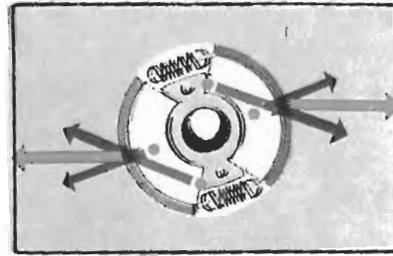


Fig. 411. Funcionamiento del embrague centrifugo.

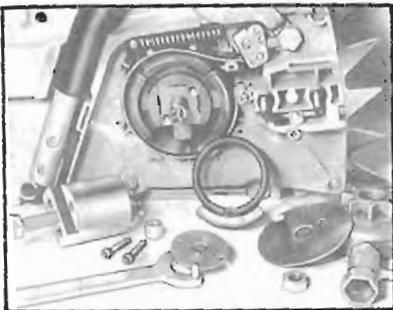


Fig. 412. Desmontaje del embrague y útiles necesarios (SACHS DOLMAR).

- Un tambor exterior montado loco sobre el cigüeñal, mediante la interposición de un cojinete de agujas. Recubre a los contrapesos y en su parte frontal lleva el piñón de arrastre de la cadena.

- Uno o varios resortes montados sobre los contrapesos y que mantienen a éstos desplazados hacia el eje de

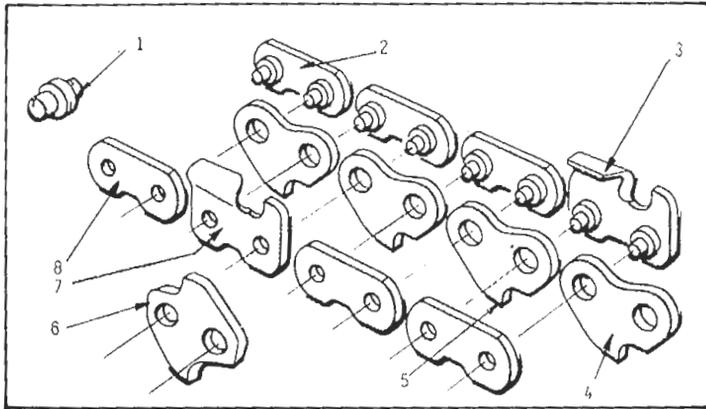


Fig. 414. Piezas de la cadena [DREGON]. 1.- Remache. 2.- Eslabón de unión con remache. 3.- Eslabón cortante izquierdo. 4.- Eslabón guía o notriz. 5.- Punta curvada del eslabón guía para limpiar la canal de la espada. 6.- Forma del eslabón guía en las cadenas de seguridad; la rampa superior reduce el peligro de rebote. 7.- Eslabón cortante derecho. 8.- Eslabón de unión sin remache.

de giro.

En síntesis, el funcionamiento del embrague es el siguiente: cuando el motor gira a ralentí, la fuerza centrífuga que se produce en las masas de los contrapesos no es suficiente para vencer la fuerza de los resortes; manteniéndose los contrapesos hacia adentro no existiendo fricción entre éstos y el tambor. Al no girar el tambor, tampoco gira la cadena.

Al acelerar el motor, la fuerza centrífuga es mucho mayor, suficiente para vencer la acción de los resortes; esto permite que los contrapesos se desplacen hacia afuera hasta bloquearse con el tambor, que gira solidario con ellos y arrastra a la cadena en su giro.

Cuando los muelles pierdan fuerza o el forro de los contrapesos se gaste, se debe desmontar el embrague para sustituirlos, empleando los útiles adecuados (Fig. 412).

#### PIÑÓN DE ARRASTRE

Su cometido es transmitir el movimiento desde el tambor del embrague a la cadena. Puede tener diferentes formas (Fig. 413); debiendo cumplir dos condiciones fundamentales:

1ª Tener el mismo paso que la cadena.

2ª Tener un diámetro exterior similar al ancho de la barra guía en su parte trasera. Para prolongar su vida, se deben utilizar dos cadenas con cada piñón, alternándolas cada dos o tres días de trabajo. Al desechar dichas cadenas,

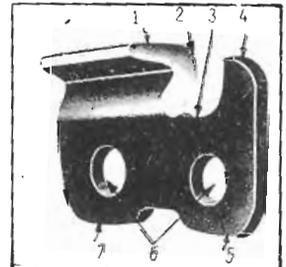


Fig. 415. Partes de un eslabón o diente cortante. 1.- Placa superior. 2.- Placa lateral. 3.- Garganta. 4.- limitador de profundidad. 5.- Punta. 6.- Agujeros de remache. 7.- Talón.

se debe cambiar el piñón de arrastre. De lo contrario, la nueva cadena se deterioraría rápidamente.

### CADENA DE CORTE

Como cualquier cadena, está formada por eslabones, con la particularidad de que aquí están unidos con unos remaches y no todos son iguales, pues cada tipo desempeña una determinada función (Fig. 414). Son de tres tipos:

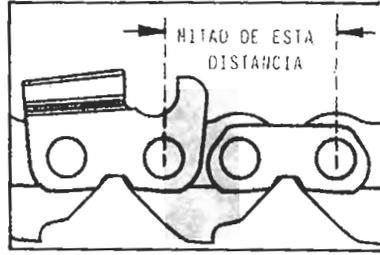


Fig. 416. El "paso" es la mitad de la distancia entre tres remaches consecutivos.

- Eslabones de unión (2 y 8). - Sirven de nexo al resto de los eslabones.

- Eslabones motrices o guías (4 y 6). - Realizan estas funciones:

- Transmitir a la cadena el movimiento del piñón de arrastre.

- Guiar la cadena en el canal de la espada.

- Mantener limpio de serrín y otras impurezas el citado canal.

- Eslabones o dientes cortantes (3 y 7). - Denominados "gubias" por su forma, se encargan de realizar el corte en la madera y arrastrar las virutas fuera del mismo. En su parte delantera llevan un "limitador de profundidad", que regulan el grueso de viruta en todo momento.

Los hay de izquierdas y derechos, colocados alternativamente en la cadena. Sus partes se indican en la figura 415.

Para realizar correctamente el pedido de una cadena nueva, hay que dar los siguientes datos:

- Marca y modelo de la motosierra.
- Paso (Fig. 416).
- Longitud total de la espada (Fig. 417).
- Número de eslabones motrices.
- Espesor de los eslabones motrices (Fig. 418).

### AFILADO DE LA CADENA

Para que la motosierra desarrolle su cometido adecuadamente, evitar averías y el operario trabaje cómodamente, es condición indispensable que los eslabones cortantes estén correctamente afilados. Esta operación se realizará al final de la jornada, sin perjuicio de realizarla durante la jornada cuando el estado del filo así lo aconseje. Si el afilado se realiza antes de que el filo esté muy embotado, la operación será más rápida y económica.



Fig. 417. Longitud total de la barra guía.

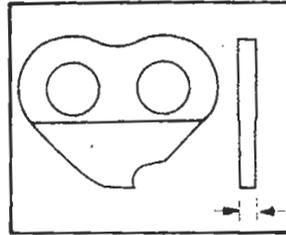


Fig. 418. Espesor del eslabón guía o motriz.

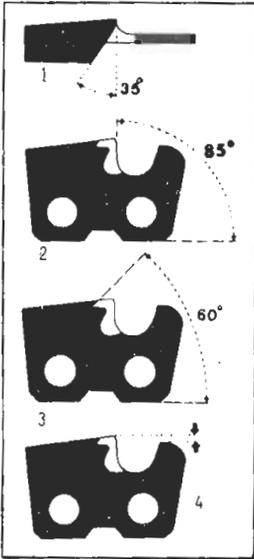


Fig. 419. Angulos y dimensiones a respetar en el afilado.

1.- Angulo de corte ( $35^\circ$ ). 2.- Angulo de ataque ( $85-90^\circ$ ). 3.- Angulo de filo ( $60^\circ$ ). 4.- Diferencia de altura en el limitador.

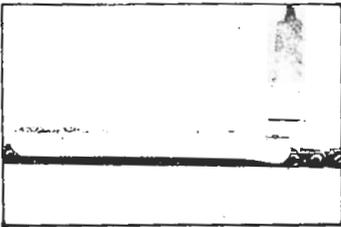


Fig. 420. Calibre para comprobar la altura del limitador de profundidad (ORESON).

7<sup>ª</sup> Cuando no se es "experto" en el afilado "a mano", es aconsejable utilizar un "fijonte" o un "guialimas", que facilitan la operación, manteniendo la lima en la posición

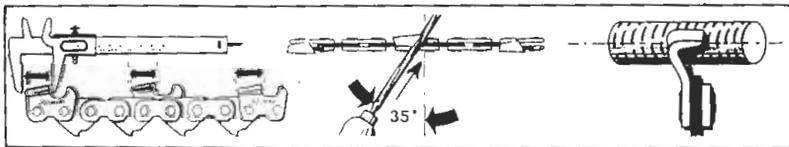


Fig. 421. Izda: Comprobación de la longitud de los eslabones cortantes con calibrador. Centro: Colocación de la lima durante el afilado para conseguir el ángulo de corte. Dcha: La lima debe salir 1/5 de su diámetro por encima de la placa superior y estar paralela a ésta, para conseguir los ángulos de ataque y filo (DDL MAR).

Los dientes cortantes salen de fábrica con una serie de ángulos, denominados de "corte" o de la "placa superior"; de "ataque" o de la "placa lateral" y de "filo", respectivamente (Fig. 419), que se deben mantener al realizar el afilado. Los limitadores de profundidad deben tener su parte superior por debajo del filo de la placa (ver tabla adjunta); debiéndose comprobar y ajustar con lima plana, cada dos o tres afilados. Para comprobar el limitador de profundidad y el ángulo de corte, el fabricante suele acompañar a la máquina de un calibre especial (Fig. 420).

Para un afilado correcto, se han de cumplir estas reglas:

1<sup>ª</sup> Emplear una lima redonda, cuyo diámetro irá en función del paso de cadena (ver tabla adjunta).

2<sup>ª</sup> Limar los dientes, solo en el sentido de la parte interior del diente hacia afuera.

3<sup>ª</sup> Para conseguir un ángulo de corte correcto, la lima debe formar un ángulo de  $35^\circ$ , respecto a la perpendicular a la barra guía (Fig. 421).

4<sup>ª</sup> Mantener alrededor de 1/5 del diámetro de la lima por encima de la superficie del plano superior. Así se obtendrá un ángulo de ataque de  $85-90^\circ$  y un ángulo de filo de unos  $60^\circ$  (Fig. 321).

5<sup>ª</sup> Mantener la lima en todo momento, paralela a la placa superior del diente.

6<sup>ª</sup> Si la cadena se afila montada en la máquina, deberá estar mas tensada que durante el funcionamiento para evitar oscilaciones.

**DIMENSIONES DEL DIAMETRO DE LIMA Y LIMITADOR DE PROFUNDIDAD PARA CADA PASO DE CADENA**

PASO DE CADENA		DIAMETRO DE LIMA		Diferencia de altura entre la placa superior y el limitador.	
Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.	Pulgadas	mm.
1 1/4"	6,35	5/32"	4	.025"	0,65
.404"	10,26	7/32"	5,5	.030"	0,75
1/2"	12,7	1/4"	6	.040"	1,02
3/8"	9,5	7/32"	5,5	.030"	0,75
3/4"	19,05	3/8"	9,5	.060"	1,53
.325"	8,25	3/16"	4,8	.025"	0,65
.315"	8	3/16"	4,8	.025"	0,65

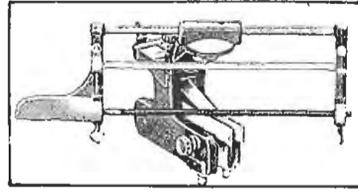


Fig. 422. Fijante (OREGON).

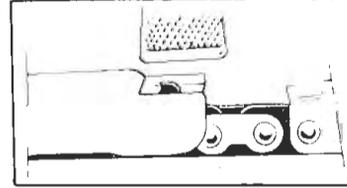


Fig. 423. Comprobación y lijado de los limitadores de profundidad.

adecuada para conseguir los ángulos (Fig. 422).

8ª La longitud de los dientes cortantes debe ser igual en todos ellos (fig. 421).

9ª Cada dos o tres afilados, comprobar los limitadores de profundidad y rebajarlos, si fuese necesario, con una lima plana (Fig. 423). La parte frontal debe quedar redondeada (Fig. 424).

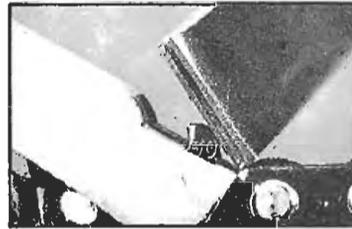


Fig. 424. Se debe redondear el frente de los limitadores.

**RODAJE DE LA CADENA NUEVA**

Cuando se sustituya la cadena usada por una nueva, debemos seguir estos consejos:

- 1º Sumergir la cadena en aceite antes de montarla.
- 2º Cambiar el piñón de arrastre (Fig. 425).
- 3º Tensar la cadena correctamente.
- 4º Hacer funcionar la máquina a media aceleración durante los primeros diez minutos.

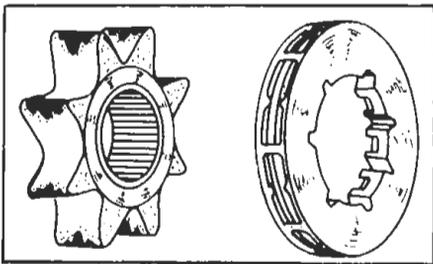


Fig. 425. Cuando se ponga una cadena nueva hay que sustituir el piñón de arrastre.

5º Vigilar que la lubricación sea perfecta.

6º Vigilar la tensión de la cadena, tensándola si fuese necesario, durante la primera hora de trabajo.

**ESPADA O BARRA GUIA**

Es una lámina de acero (Fig. 426), sobre la que se desplaza la cadena. Debido al gran rozamiento en sus bordes y extremo,

éstos llevan un tratamiento de dureza, permaneciendo elástico el centro.

En su periferia lleva una ranura, en la que encajan los eslabones motrices de la cadena. Su extremo puede estar terminado en una roldana, solución ventajosa especialmente en el desramado y apeo de diámetros pequeños. Requiere lubricación diaria (Fig. 428).



Fig. 426. Espadas o barras guía con y sin polea final, respectivamente (OREGON).

En la figura 427 podemos observar que además de la ranura (1), existe otra (2) donde se fija al grupo motor y que permite su desplazamiento hacia adelante y hacia atrás, para el tensado de la cadena; los orificios (3) comunican la ranura (1) de la espada con la salida de la bomba de aceite. En el orificio (4) entra el tetón del mecanismo tensor (5), que es el que se encarga de desplazar la espada por la ranura (2). Los orificios de engrase y la ranura (1) deben mantenerse limpios para asegurar una buena lubricación. Periódicamente se debe invertir la posición de la barra para que el desgaste sea homogéneo.

#### MECANISMO TENSOR

El mecanismo de tensión puede ir montado sobre el conjunto motor (Fig. 429) o sobre la carcasa protectora del piñón y cadena. En ambos casos tienen la misma constitución, sirviendo además, para sujetar la guía.

Lo forman los espárragos (1), el tornillo (2) y el tetón (3). Una vez montada la espada sobre los espárragos (1), el tetón (3) entra en el interior del agujero (4); si ahora giramos con un destornillador el tornillo (2), se desplazará el tetón (3) dentro de su caja, desplazando la espada hasta tensar la cadena si lo apretamos y aflojándola si lo giramos en sentido contrario. Para la operación de tensado debe estar montada la carcasa protectora, con las tuercas de los espárragos (1) flojas; éstas se apretarán una vez conseguida la tensión correcta.

#### MONTAJE DE LA ESPADA Y CADENA

Se procederá de esta manera:

1º Aflojar las tuercas que sujetan la espada y extraer la

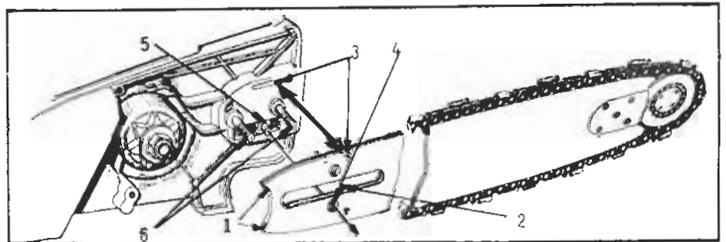


Fig. 427. Detalle de la fijación de la guía al grupo rotor (DOLMAR).  
1.- Ranura de la espada. 2.- Ranura para los espárragos de fijación. 3.- Orificios de engrase. 4.- Orificio para el tetón de tensión. 5.- Tetón. 6.- Espárragos de fijación.

"chapa guía", exterior de la espada, si existe.

2º Colocar la espada en los espárragos. Montar la cadena sobre la espada empezando por el extremo. Comprobar que el limitador de profundidad de cada diente queda dirigido hacia adelante o extremo de la espada (Fig. 429). Comprobar que el tetón de tensado penetra en su correspondiente orificio de la espada (Fig. 430).

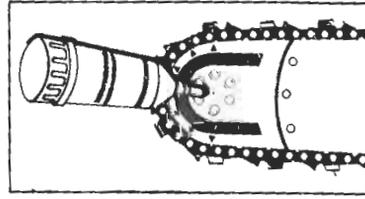


Fig. 428. El cojinete de la polea final de la espada requiere lubricación (OREGON).

3º Colocar la chapa guía y la carcasa de protección; poner las tuercas de los espárragos de sujeción de la espada y apretarlas suavemente a mano.

4º Apretar el tornillo de tensión, hasta que al intentar separar la cadena de la espada con los dedos índice y pulgar, aparezca una ligera resistencia. No dejar ningún juego en el centro de la guía, como recomendaban algunos viejos textos. La cadena debe estar tensada hasta el punto que si tiramos de ella hacia la punta de la espada, se desplace ésta por su guía sin que arrastremos toda la motosierra.

5º Apretar fuertemente las tuercas de sujeción con una llave tubular.

#### SISTEMA DE LUBRICACION

Al desplazarse la cadena sobre la barra guía, especialmente durante los cortes, se produce un gran rozamiento tanto entre cadena y espada como en las articulaciones de la propia cadena, que de no existir lubricación se calentarían hasta griparse unos elementos y perder el temple otros. Por este motivo se precisa de un engrase permanente en el órgano de corte. Actualmente todas las motosierras llevan engrase automático, aunque algunos modelos pueden llevar también una bomba de accionamiento manual como complemento.

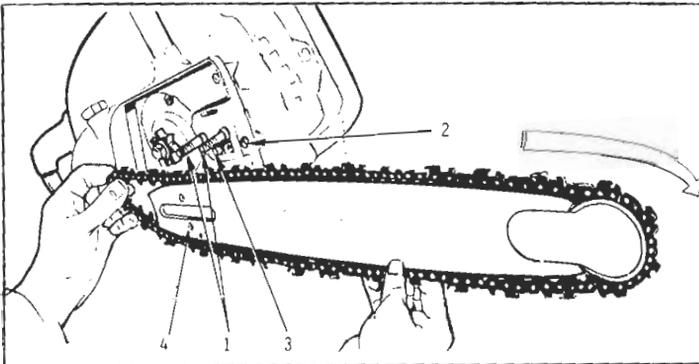


Fig. 429. Mecanismo tensor (DOLMAR). 1. Espárragos de fijación, 2.- Tornillo de tensión, 3. Tetón, 4. Orificio de engrane del tetón.

La bomba manual la forman un pequeño cilindro, por el que se desplaza un émbolo que al ser accionado por el dedo pulgar del operador saca aceite del depósito y lo envía al canal de la espada. La bomba automática puede ser de

émbolo (Fig. 432) o rotativa (Figs. 433 y 434). En el sistema de émbolo, éste se desplaza en un sentido merced a una leva que lleva el cigüeñal y retrocede por la acción de un muelle. El aceite del depósito es aspirado por A (Fig. 432) y sale por B al orificio de la espada, retornando el sobrante al depósito por C. El caudal de engrase se regula con el tornillo D.

Obsérvese que en todos los sistemas de engrase, el aceite que pasa a la espada es irrecuperable, no retornando al depósito. Por tanto, cada vez que se reposte el carburante del motor, se debe llenar también el depósito de aceite.

La bomba de rotor emplea el fundamento de la bomba de engrase de los motores de cuatro tiempos: el rotor presenta una escotadura que al girar aspira aceite del depósito a través de 1 (Fig. 433) y lo conduce a la espada por 3. El movimiento del rotor es transmitido por un tornillo sin fin desde un eje (2) que engrana con el cigüeñal. El caudal de aceite se regula con el tornillo R.

La ubicación de la bomba sobre el conjunto de arranque actualmente no se suele utilizar, montándose directamente en el cárter del motor y recibiendo movimiento directo del cigüeñal a través de una corona dentada (Fig. 434).

El engrase automático, aparte de liberar al motoserri-  
sta de la pesada carga que supone el accionamiento constante de la bomba manual, permite una lubricación constante y proporcional a la velocidad lineal de la cadena.

Se debe utilizar un aceite especial para cadenas o uno de motor para servicio "ligero". En

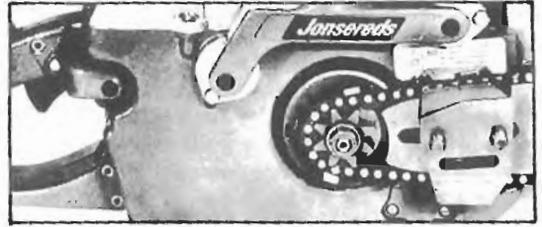


Fig. 430. Detalle del montaje de la espada y cadena (JONSEREDS).

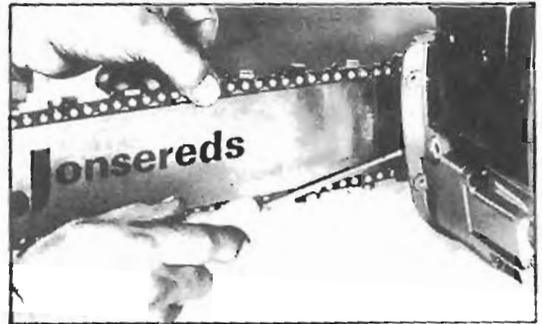


Fig. 431. Tensado de la cadena (JONSEREDS).

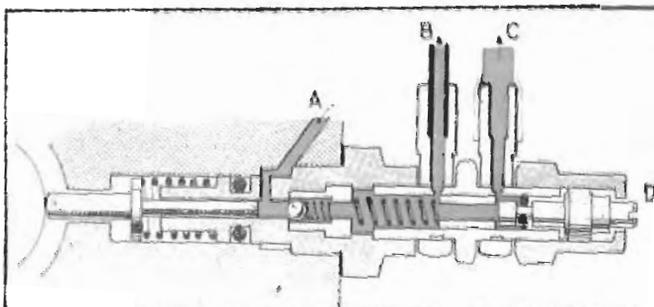


Fig. 432. Bomba automática de émbolo (JONSEREDS).

ambos casos debe tener una viscosidad correspondiente a un SAE 30. No emplear aceite quemado de motores para este fin.

En el extremo del tubo de aspiración de la bomba, en el interior del depósito, existe un filtro de malla metálica que se debe limpiar periódicamente.

#### DISPOSITIVOS O ACCESORIOS DE SEGURIDAD

Incluimos aquí a los elementos no imprescindibles pero si necesarios por conferir una aceptable seguridad al manejo de la motosierra (Fig. 435). Los principales son:

a) Bloqueador del acelerador (1). - Es una tecla que se dispara si se suelta la empuñadura de la mano derecha, quedándose la máquina en ralentí hasta que se vuelva a pisar de nuevo. De esta manera se evitan accidentes por aceleraciones involuntarias, siendo especialmente efectivo en los desbroces, desramado y al desplazarnos de un árbol a otro con el motor en marcha.

b) Protector de la mano (3). - Es una pantalla para que en caso de resbalamiento de la mano izquierda, ésta pueda llegar a tocar la cadena. Normalmente va solidaria a la palanca de accionamiento del freno de cadena.

c) Protector de la cadena (2). - Es un ensanchamiento de la parte inferior de la empuñadura de la mano derecha. Su cometido es proteger a ésta de la cadena si al romperse sale despedida hacia atrás.

d) Apoyos de corteza (5). - Son unos dientes colocados sobre el grupo motor y sobre la carcasa protectora de la cadena. Se clavan en la corteza de los troncos, durante el

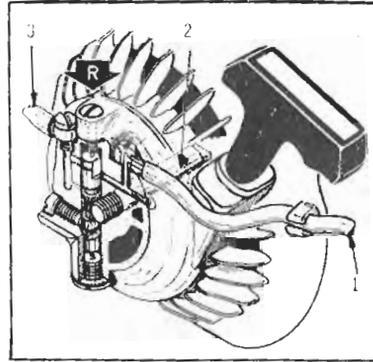


Fig. 433. Bomba automática de rotor montada sobre el sistema de arranque.

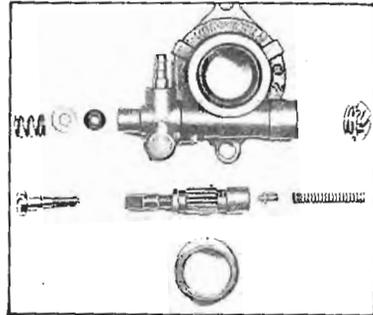


Fig. 434. Despiece de una bomba automática de rotor accionada directamente desde el cigüeñal (DOLMAR).

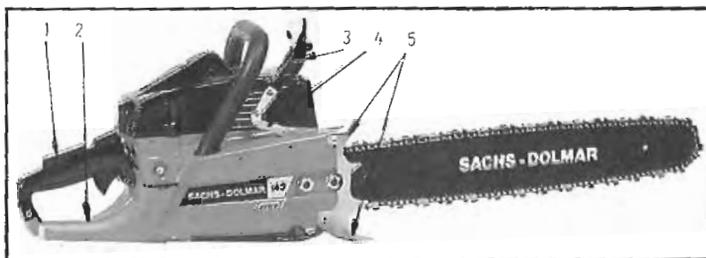


Fig. 435. Dispositivos de seguridad en la motosierra (SACHS-DOLMAR)  
1.- Bloqueador de acelerador. 2.- Protector de cadena. 3.- Protector de mano. 4.- Palanca del freno de cadena. 5.- Apoyos de corteza.

apeo y tronzado, para apoyar la máquina.

e) Freno de cadena (Fig. 436, 437 y 438).- Es un freno de cinta montado sobre el tambor del embrague. En caso de rebote de la máquina hacia atrás; por ejemplo, al atacar una rama con la punta de la espada, la mano izquierda tiende a escaparse de la empuñadura. Si esto llega a realizarse, la propia mano toca la palanca del freno, disparándose éste automáticamente y bloqueando eficazmente la cadena en un tiempo brevísimo. Para continuar el trabajo hay que desplazar la palanca de accionamiento a su posición primitiva.



Fig. 436. Detalle del accionamiento del freno de cadena (PARTNER).

f) Tacos antivibración.- Las empuñaduras van fijadas al conjunto motor mediante elementos elásticos que evitan que las vibraciones del motor pasen a las empuñaduras, obteniéndose una eficaz medida preventiva contra la enfermedad profesional, denominada "manos blancas", tan frecuente antaño entre los operadores de motosierras.

#### ARRANQUE DE LA MOTOSIERRA

El proceso correcto a seguir es el siguiente (Figs. 439 y 440):

1º Cerciorarse de que el interruptor de encendido (6), está en la posición de arranque (ON) y la máquina debidamente repostada de aceite y combustible.

2º Cerrar el estrangulador de aire, tirando hacia atrás del mando correspondiente (3).

3º Presionar sobre el bloqueador del acelerador, levantar el gatillo de aceleración (5), fijándolo en esta posición con el botón (4).

4º Colocar la máquina en el suelo, sujetándola con el pie derecho por el protector de cadena y con la mano izquierda por el asa delantera (Fig. 440).

5º Tirar de la cuerda de arranque unos 10 cm., para que engrane el dispositivo de arranque. Tirar después energicamente hasta que el motor empiece a dar explosiones. Quitar el estrangulador de aire y volver a accionar la cuerda hasta que el motor se ponga a funcionar. Si el motor está muy frío dejarlo funcionar con el estrangulador semiabierto, hasta que se haya calentado.

Si el motor está caliente no es necesario cerrar el estrangulador para el arranque, bastando con fijar el acelerador. Algunos motores arrancan, incluso, en ralentí.

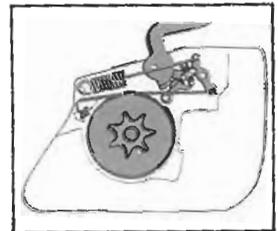


Fig. 437. Freno de cadena bloqueado (STIHL).

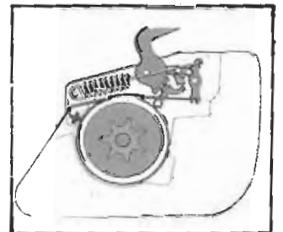


Fig. 438. Freno de cadena libre (STIHL).

Para parar el motor poner el interruptor (6) en la posición de "OFF" o "STOP".

#### CUIDADOS DE MANTENIMIENTO DIARIO

##### a.- Antes de empezar el trabajo:

- Comprobar el funcionamiento del sistema de engrase, acelerando la máquina y dirigiendo el extremo de la espada hacia una superficie limpia.

- Comprobar la tensión de la cadena y corregirla si fuese necesario.

- Engrasar la polea de la espada si va provista de la misma.

##### b.- Después del trabajo:

- Afilado de la cadena a mano o con lijante.

- Rebajar los limitadores de profundidad si están altos (cada dos o tres días).

- Limpieza del filtro de aire con gasolina sin aceite. No montarlo hasta haberse secado.

- Limpieza de la máquina.

- Revisar si hay tornillos flojos, cables sueltos,...

#### TRABAJO DE LA MOTOSIERRA

Centrándonos exclusivamente en las fases de apeo, desramado y tronzado, nos limitaremos a los rasgos más destacables de las mismas:

##### a) Apeo o derribo

Hemos de distinguir dos subfases:

##### a.1.- Preparación del derribo.-

Es un estudio que precede a su ejecución, con el fin de no deteriorar al monte ni al fuste que vamos a derribar. Entre otras precauciones, hemos de tener en cuenta:

- la pendiente del terreno, derribando los árboles según la bisectriz del ángulo que forma la curva de nivel y la línea de máxima pendiente.

- Facilitar las fases posteriores,

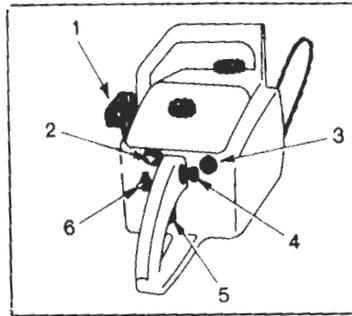


Fig. 439. Mandos de la motosierra (HOMELITE). 1.- Enpuñadura de arranque. 2.- Mando de la bomba de engrase manual. 3.- Mando del estrangulador de aire. 4.- Botón de enganche del acelerador. 5.- Gatillo de aceleración. 6.- Interruptor de encendido.

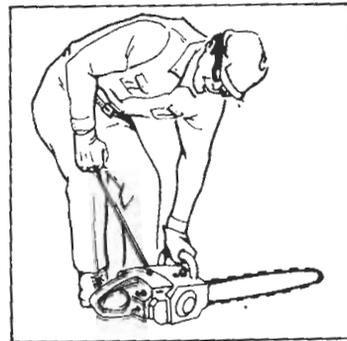


Fig. 440. Método correcto de arranque de la motosierra.

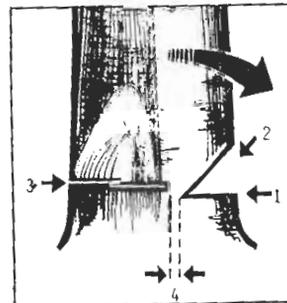


Fig. 441. Apeo de un árbol. 1 y 2. Cortes de la entalladura. 3. Corte de derribo. 4. Charnela de derribo.

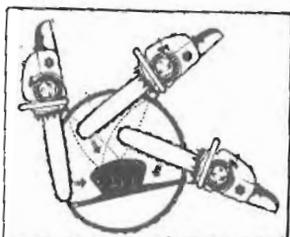


Fig. 442. Forma de dar el corte de derribo, cuando el diámetro del árbol es superior a la longitud de la espada guía.

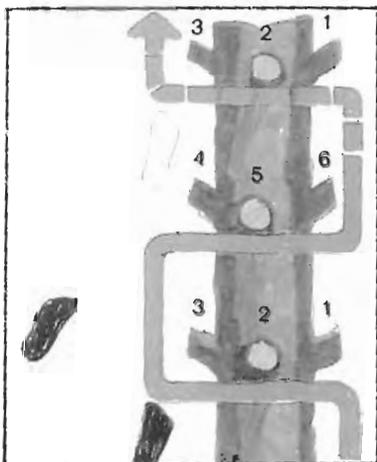


Fig. 443. Diagrama a seguir en el desramado por el método de palanca.



Fig. 444. Ejecución del desramado (MUSQVARNNA).

en especial la saca y el desramado,

- No estropear los árboles o pies jóvenes que han de quedar en pie, ni la vegetación autóctona de interés botánico.

- La dirección natural de caída del árbol.

a.2.- Ejecución del derribo (Fig. 441).- Se realizará en primer lugar el corte (1) de la entalladura, en la dirección de caída y en una profundidad comprendida entre  $1/4$  y  $1/5$  del diámetro del árbol; dar a continuación el corte inclinado (2), formando un ángulo con el primero de  $30$  a  $40^\circ$ . Después se cambia la máquina al otro lado del tronco y se da el corte de derribo (3), unos  $2$  ó  $3$  cm. por encima de (1), hasta que el árbol rompa por la charnela de giro (4).

Al dar los cortes se debe apoyar la máquina en el tronco por los "apoyos de corteza".

Si el diámetro del árbol es superior a la longitud de la espada, el corte (3) se dará cambiando varias veces la posición de la máquina (Fig. 442).

#### b) Desramado

Consiste en el corte de todas las ramas a ras del fuste. En el método a seguir, hemos de distinguir entre árboles con ramas muy gruesas y no insertas en el árbol de forma uniforme, frondosas en general, que las ramas se cortarán en varios trozos, teniendo presente las zonas sometidas a esfuerzos de tracción y compresión, con el fin de que la espada no quede aprisionada. En el caso de las coníferas, con las ramas dispuestas regularmente sobre el fuste, permiten un proceso de trabajo más definido, en el que se pueden seguir unas reglas fijas, a fin de que el operador trabaje seguro, cómodo y los rendimientos sean óptimos. En este caso se sigue el método denominado de "palanca", cuyo orden de trabajo se observa en la figura 443.

Durante la ejecución del desra-

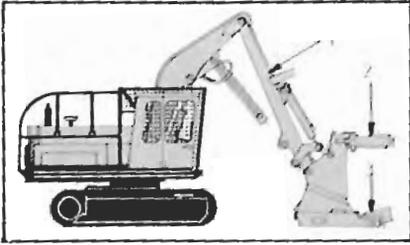


Fig. 445. Taladora de cizalla sobre tractor de orugas. 1.- Pluma. 2. Grapa. 3.- Cizalla.

mado, el peso de la máquina debe descansar sobre el fuste y sobre el muslo derecho del operario (Fig. 444).

### c) Tronzado

En esta fase es fundamental conocer aquellas zonas del tronco sometidas a tracción y compresión, en evitación de aprisionamientos de la espada y astillamientos en las trozas. Se comienza dando un pequeño corte en la zona de compresión, terminando el "tronce" en sentido contrario desde la de tracción. Si el diámetro es superior a la longitud de la espada, se debe utilizar un proceso similar al de derribo de la figura 442.

En todas las fases se empleará el equipo adecuado y se respetarán las normas específicas de seguridad.

### TALADORAS DE ARBOLES

En nuestro país, la máquina de derribar árboles por excelencia, sigue siendo la motosierra; sin embargo, desde hace algunos años se vienen utilizando máquinas pesadas (taladoras, procesadoras,...), cuya rentabilidad puede ser interesante en cortas a "hecho", siempre que las pendientes de los montes no sean excesivas ni los diámetros demasiado gruesos, a pesar de que algunas taladoras apean sin dificultad diámetros superiores a los 50 cm.



Fig. 446. Taladora sobre tractor de neumáticos. 1.- Pluma. 2.- Cizalla. 3. Grapa.

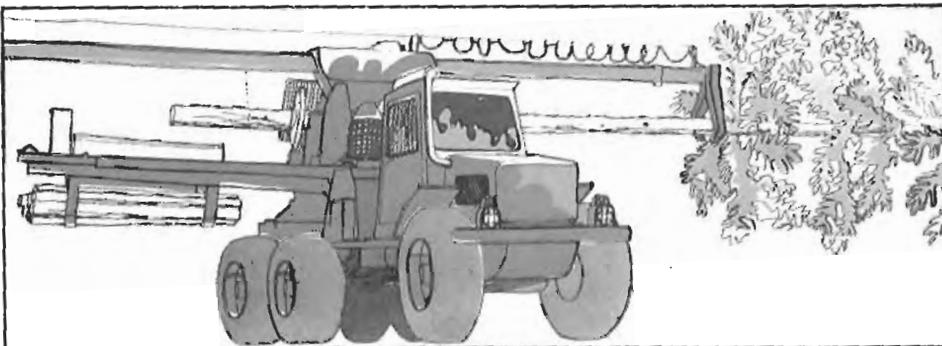


Fig. 447. Procesador de grandes dimensiones (con cabeza fija) y alimentación por pluma.

La máquina está formada por un tractor de orugas (Fig. 445), o de neumáticos todo terreno (Fig. 446), pudiendo ser un skidder transformado para este fin, por lo que se tratarán en el capítulo correspondiente.

Sobre el tractor se monta una cizalla de accionamiento hidráulico, que corta los árboles como lo haría una gigantesca tijera. Una grapa abraza al árbol para dirigir la caída y apilarlo posteriormente. Ambos mecanismos accionados por

cilindros hidráulicos van montados sobre una pluma hidráulica, provista de movimientos giratorio y de basculamiento. Algunos fabricantes emplean una motosierra hidráulica en sustitución de la cizalla. Otros sustituyen la grapa por un tope que empuja al árbol en su dirección de caída a la vez que es cortado por la cizalla; es un procedimiento más sencillo y barato, pero no apila a los troncos.

El trabajo es bien sencillo: el maquinista orienta la pluma hacia el árbol y lo abraza con la grapa, cortándolo a continuación, pero no cae al estar sujeto por la grapa. A continuación, girará la pluma y apilará los árboles en pequeños grupos, donde los desramará una procesadora o los sacará directamente un autocargador o un skidder con grapa.

Una variante es la cizalla montada en el lugar de la pala delantera del skidder, pero sin eliminar su cabrestante o grapa de arrastre. De esta forma una única máquina realiza el apeo y la saca.

Todos los movimientos de la cizalla, grapa y pluma, son controlados por válvulas de dirección ubicadas en el



Fig. 448. Vista real de un procesador como el anterior (KOCKUM).

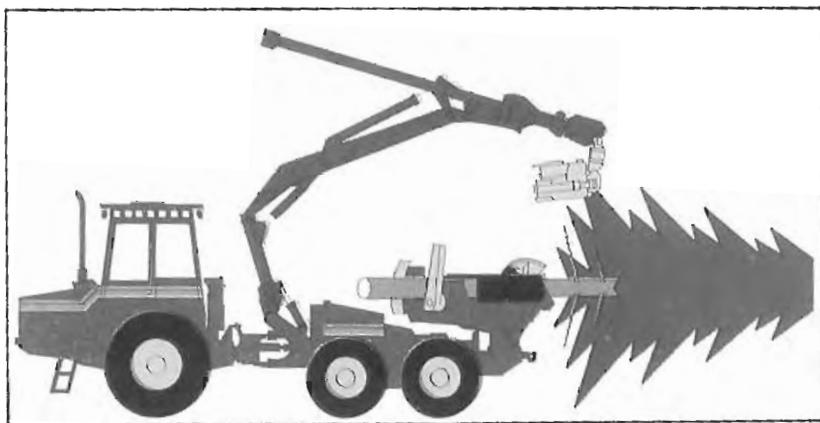


Fig. 449.

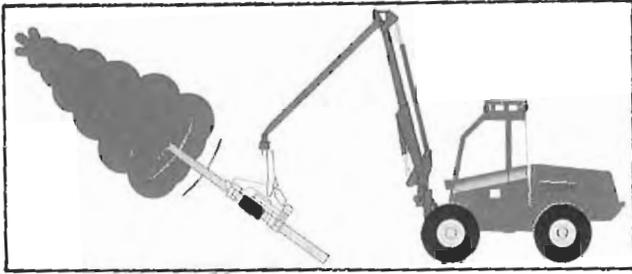


Fig. 450

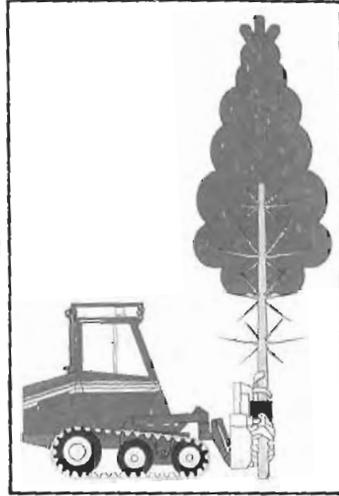


Fig. 451



Fig. 453. Con procesadoras de reducido tamaño se pueden realizar entresacas.

puesto de mando.

### PROCESADORAS

Reciben el nombre genérico de "procesadoras" o "procesadores", aquellas máquinas capaces de desramar, tronzar y despuntar los fustes, así como tallar la madera según longitudes preestablecidas. Algunos modelos realizan el apeo, por lo que van provistos de los elementos explicados para las taladoras. Excepcionalmente, algunas unidades realizan también el descortezado.

Como las taladoras, se montan sobre un vehículo todo terreno de ruedas o cadenas, preferentemente con transmisión hidrostática.

Para desramar pueden utilizar varios dispositivos. Una vez son unas cuchillas curvadas, que por la acción de un cilindro hidráulico se cierran sobre el tronco ajustándose a las variaciones de diámetro. En otras es un cinturón fle-

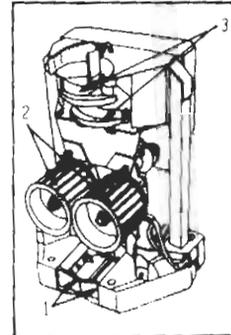


Fig. 452. Cabeza de procesado. 1.- Cizalla. 2. Rodillos. 3. Grapa y elementos de descajado.



Fig. 454. Procesador de tamaño reducido (LDKQMO MAKERI).



Fig. 455. Procesador ÖSA 250 Eva.



Fig. 456. Procesador SIFER 204 (Tipo 654).

xible que se ajusta, igualmente, al fuste.

Para el apeo, tronzado y despunte, se emplean cizallas, sierras de disco o motosierras hidráulicas.

En síntesis, podemos diferenciar estos tipos de procesadores:

a) Grandes procesadores con cabeza de desramado y tronzado fijas, sobre un vehículo de grandes dimensiones. Recogen los árboles apeados previamente por otra máquina (taladora, motosierra..), merced a una pluma telescópica, que los va introduciendo en la cabeza de trabajo (Figs. 447 y 448). Sus excesivas dimensiones y peso limitan su campo de acción, por lo prácticamente están en desuso.

b) Procesadores con cabeza de desramado y tronzado fija y taladora montada sobre un sistema de brazos hidráulicos. Con la taladora se van apeando los árboles y alimentando a la máquina simultáneamente todas las fases de la "corta". Existen modelos en el mercado que van desde los 80 H.P. de potencia y 4.500 Kg. de peso, a las grandes unidades que superan los 200 H.P. y los 20.000 Kg., respectivamente (Fig. 449).

c) Procesadores con un sistema de brazos de accionamiento hidráulico, provisto de una

cabeza única, capaz de apear, desramar, tronzar, despuntar y, a veces, descortezar. El tractor sobre el que se monta suele ser de dimensiones normales o reducidas, presentando una excelente movilidad en el interior de las masas forestales; lo que permite utilizarlos tanto en cortas a hecho como en las entresacas (Fig. 453). En nuestro país se están implantando progresivamente en las explotaciones de especies de crecimiento rápido (*Pinus radiata*, *Eucaliptus* sp., etc.), con destino a la industria celulósica.

CARACTERÍSTICAS DE TRES PROCESADORES DE VENTA EN ESPAÑA

CARACTERÍSTICAS	LOKOMO 34T	MAKERI	ÖSA 250 Eva	SIFER 204 (Tipo 644)
<b>MOTOR</b>				
Marca.....	DEUTZ		PERKINS	DEUTZ
Nº de cilindros.....	3		5	6
Potencia (H.P.).....	49		135	95
<b>PESO Y LONGITUD</b>				
Peso (Kg).....	3.800		13.300	7.500
Longitud total (m).....	3,8		10,4	6,15
<b>TRANSMISION</b>				
Tipo.....	Hidrostática		Hidrostática y mecánica	Hidrostática
Rodaje.....	Cadenas		Neumáticos con bloqueo diferencial	Neumáticos con bloqueo diferencial
Velocidad (Km/h).....	0-4,5		Cortas: 0-9 Largas: 9-29	Cortas: 0-6 Largas: 0-25
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>				
Presión (bares).....	200		100	250
Caudal.....	100 l/min. a 2.500 r.p.m.		?	122 l/min. a 1.500 r.p.m.
<b>DIAMETROS MAXIMOS ADMISIBLES (cm)</b>				
Apeo.....	30		40	40
Desramado.....	30		35	35

La cabeza de procesado (Fig. 452), consta del elemento de apeo y tronzado (1), los rodillos de alimentación (2) y la grapa y elementos de desramado (3). Algunas firmas sustituyen los rodillos por cadenas y la cizalla por una sierra de cadena. Suelen llevar un sistema electrónico para programar la longitud de las trozas, que se encarga de forma enteramente automática de accionar el elemento de tronzado en el punto preestablecido.

El proceso de trabajo es como sigue: el operador bascula la cabeza hasta dejarla vertical, la encara y aproxima al árbol a derribar, abrazándolo con la grapa. A continuación lo corta a ras del suelo; después bascula la cabeza hasta dejarla horizontal, controlando así la caída del árbol y disponiéndolo en el punto elegido, común para otros árboles próximos, haciendo girar a los rodillos, obliga a pasar el fuste por el interior de la cabeza que lo va desramando

y tronzando en trozas cuya longitud será la programada.

De este modo, van quedando "pilas" de trozas esparcidas por toda la superficie de corta (Fig. 453), que se desemboscarán con tractores autocargadores, skidders o máquinas similares.

Como ejemplos, se han escogido al azar tres procesadores que se comercializan en España y se representan en las figuras 454, 455 y 456, cuyas principales características sintetizamos en la tabla adjunta.

## CAPITULO XXVI

MAQUINAS DESCORTEZADORAS

De los diferentes sistemas de descortezado mecánico, el de "instrumentos frotadores rotativos", es el que realmente está implantado en España y al que pertenecen las máquinas descortezadoras denominadas de "rotor", de las que podemos distinguir tres tipos:

a) Pequeñas descortezadoras desplazables (Fig. 457).- Van remolcadas a un tractor del que suelen recibir movimiento a través de su toma de fuerza. Suelen admitir troncos con diámetros comprendidos entre 5 y 35 cm., dependiendo éste de la curvatura de los troncos, principalmente. Suelen carecer de algunos elementos, tales como los transportadores de alimentación y evacuación, por lo que deben alimentarse a mano. Debido a su gran movilidad por el monte, son muy adecuadas para el descortezado de maderas de poco diámetro para celulosa.

b) Plantas descortezadoras desplazables (Fig. 458).- Van dispuestas sobre un remolque o un vehículo de tracción propia (camión, autocargador...). La fuente de energía para accionar los diferentes motores eléctricos es un grupo electrógeno. Disponen de todos los elementos clásicos de estas máquinas, llevando una grúa hidráulica como elemento auxiliar de alimentación. Admiten diámetros de hasta 80 cm. en algunos modelos y pueden utilizarse directamente a pie de corta, con lo que se reducen los gastos de transporte considerablemente.

c) Plantas descortezadoras fijas (Fig. 459).- De características similares a las anteriores, se diferencian de éstas en que son instalaciones totalmente fijas; donde, además, de los elementos clásicos de toda descortezadora existen diferentes e importantes elementos auxiliares, tales como rampas de entrada, cadenas de alimentación y distribu-

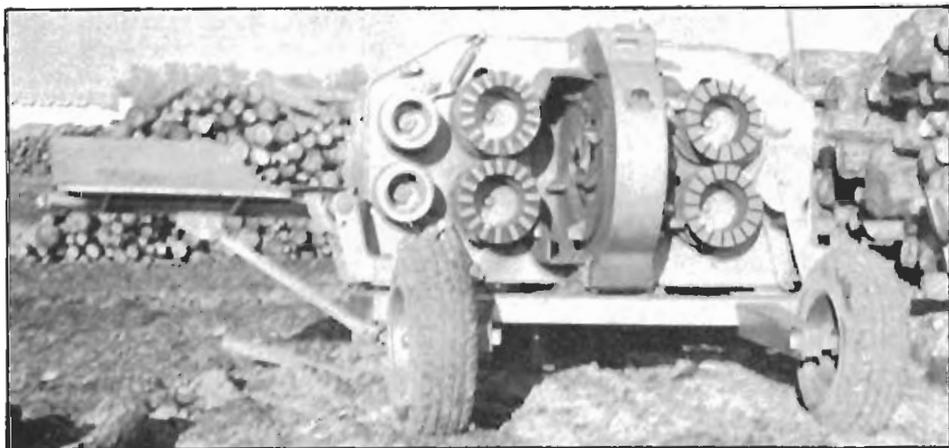


Fig. 457. Descortezadora desplazable accionada por toma de fuerza (TECFORM).

ción, evacuadores de corteza, etc.

Se suelen montar en los parques de recepción de maderas de serrerías y otras fábricas de transformación de la madera.

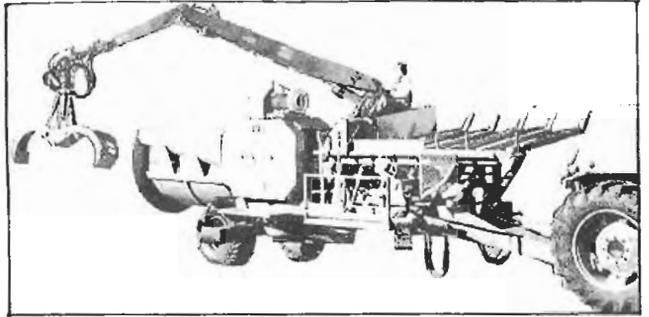


Fig. 458. Planta descortezadora desplazable (vx).

Las menos complejas son las primeras, pues tanto el rotor como los rodillos de alimentación y evacuación, son accionados desde la toma de fuerza de un tractor, mediante una transmisión mecánica, en la que algún constructor intercala unos embragues de fricción que protegen a los mecanismos cuando aparece una sobrecarga, reponiéndose el movimiento una vez eliminada la causa. El resto de los elementos son similares (rotor, rodillos, ...), al de las plantas de descortezado; si bien, carecen de la mayoría de sus elementos, pues el abastecimiento se suele hacer manualmente.

#### PARTES QUE FORMAN UNA PLANTA DE DESCORTEZADO

En toda planta descortezadora, hemos de distinguir tres elementos fundamentales (Fig. 460):

- Transportador de alimentación.
- Descortezadora, propiamente dicha.
- Transportador de evacuación.

Además, suelen existir los denominados "elementos auxiliares".

a) Transportador de alimentación (Fig. 459).- Está formado por un fuerte soporte o armazón, sobre el que descansa la cuna (8), a través de un sistema articulado y unos amortiguadores. La cuna tiene forma de canal, deslizándose por su fondo una cadena continua (9), provista de unas zapatas con garras. Se encarga de recibir las trozas sin descortezar y alimentar la descortezadora.

La cadena recibe el movimiento de una polea acanalada que acciona un motoreductor. En la parte opuesta a la polea motriz existe otra, igualmente acanalada, que ejerce funciones de reenvío y tensión de la cadena.

En la parte superior de la cuna se monta un "limitador de diámetros" (7) que tiene forma de puente. Si se intenta descortezar una troza de diámetro o curvatura mayores a los admisibles por la máquina, este limitador evitará su paso hacia el rotor, reduciendo así atranques y averías.

También se monta sobre la cuna el "tope antiretroceso" (6), cuyo cometido es evitar que los troncos puedan retroceder al entrar en la descortezadora.

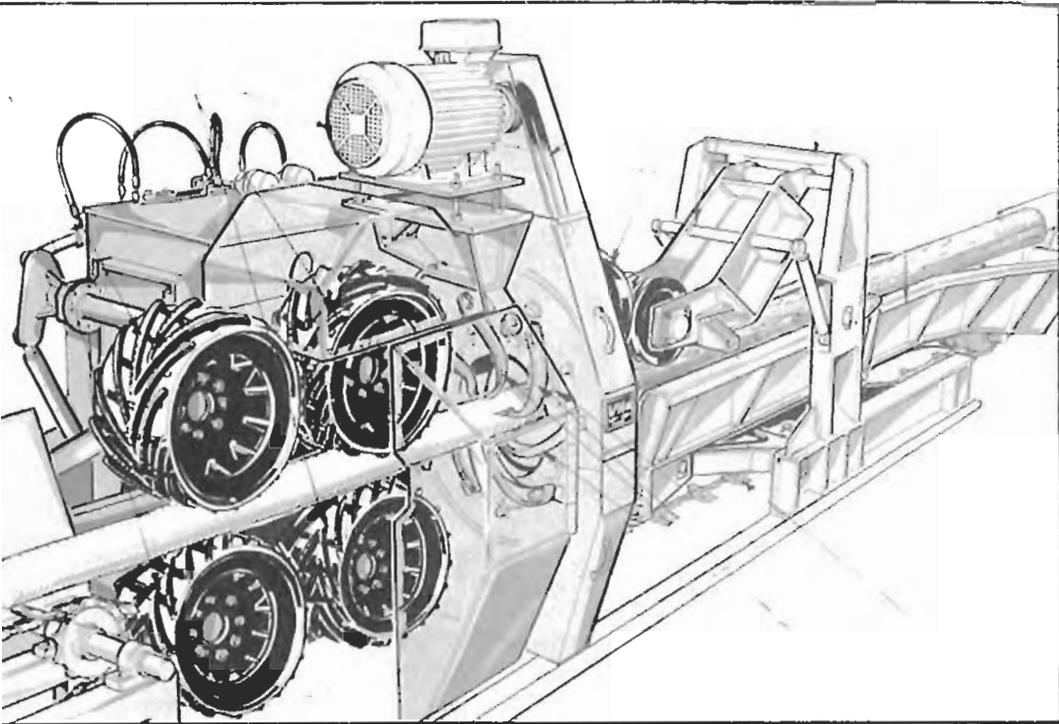


Fig. 459. Planta descortezadora fija (VK). 1.- Rodillos guía de evacuación. 2.- Rodillos de evacuación. 3.- Motor principal para accionamiento del rotor. 4.- Correas de transmisión. 5.- Rodillos de alimentación. 6.- Tople antiretroceso de troncos. 7.- Limitador de diámetros. 8.- Cuna del transportador de alimentación. 9.- Cadena del transportador. 10.- Rotor. 11.- Herramientas de descortezado. 12.- Cadena transportadora.

b) *Descortezadora.* - Está formada por un bastidor sobre el que se montan los rodillos de alimentación y evacuación, el rotor y los elementos de transmisión de ambos elementos. Todo el conjunto va protegido por una fuerte carcasa de seguridad en evitación de accidentes debido a las proyecciones o a los clásicos de ejes en movimiento. Veamos cada una de sus partes por separado:

b.1) Rodillos de alimentación. - Se emplean dos sistemas:

- Tres rodillos que giran en el mismo sentido y llevan múltiples púas exteriormente (CAMBIO).
- Dos rodillos que giran en sentido opuesto y van provistos de garras en su periferia (TECFORM, VALON KONE).

En las descortezadoras suecas CAMBIO son tres cilindros con unas púas en su periferia que le dan aspecto de "erizo" (Fig. 461). Al girar los rodillos, las púas se van clavando en la corteza de los troncos, haciéndoles avanzar longitudinalmente por el interior del rotor.

Como los fustes a descortezar son de diferentes diámetros, la separación entre rodillos debe ser variable, lo que logran mediante unos amortiguadores unidos a los rodillos por unas piezas articuladas. Así, cuando pasa un tronco, los rodillos venciendo la resistencia de los amortigua-

dores se separan, pero asegurando el íntimo contacto entre las púas y el tronco. Una vez haya pasado el tronco, los rodillos no se cierran bruscamente por el efecto de los amortiguadores.

Los "rodillos de evacuación", son idénticos a éstos, en cuanto a constitución, número y funcionamiento. Se montan en la otra parte del rotor y su función es, en colaboración con los de alimentación, extraer los troncos ya descortezados del rotor.

Unos y otros son movidos por un único motor eléctrico y una cadena (Fig. 462).

Las descortezadoras filandesa VALON KONE (VK) y la española TECFORM, llevan dos rodillos de alimentación y dos de evacuación de un considerable diámetro (2 y 5 de la fig. 459); todos llevan unas garras curvadas en su periferia para conseguir un buen agarre sobre los troncos.

Los rodillos giran en sentido contrario y van montados sobre unos soportes oscilantes y que por la acción de unos resortes, tienden a estar lo más unidos posible; lo que permite una excelente adaptación a una gran variedad de diámetros.

Como en la CAMBIO, los cuatro rodillos son accionados por un motoreductor único.

b.2) Rotor (Figs. 463 y 464).—Es una rueda pesada, montada sobre otra fija o "estátor", con la interposición de un gran rodamiento de bolas. En su interior dispone de un gran orificio, por el que se desplazarán los troncos. Sobre él se montan de forma articulada, los útiles de descortezado. También va provisto de unas aletas para la refrigeración del conjunto y como ayuda en la expulsión de los trozos de corteza.

Como el rodamiento de bola: está sometido

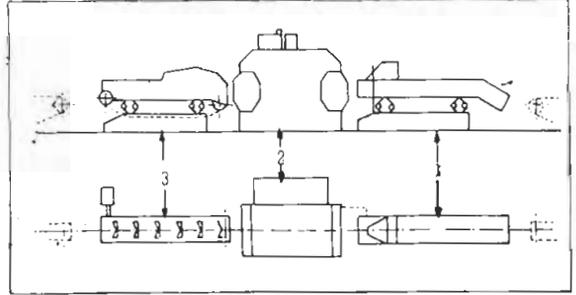


Fig. 460. Elementos fundamentales de la descortezadora. 1.- Transportador de alimentación. 2.- Descortezadora. 3.- Transportador de evacuación.

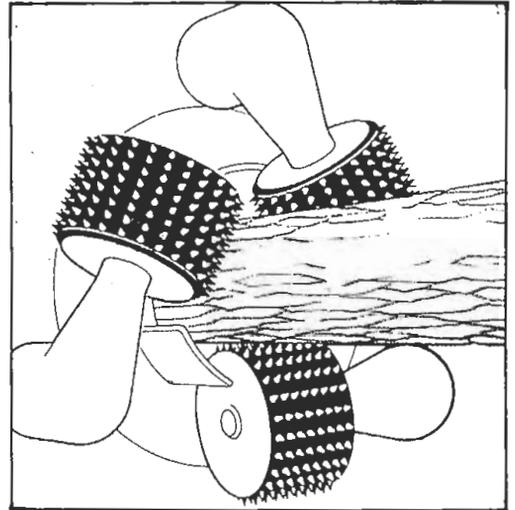


Fig. 461. Rodillos de alimentación (CAMBIO).

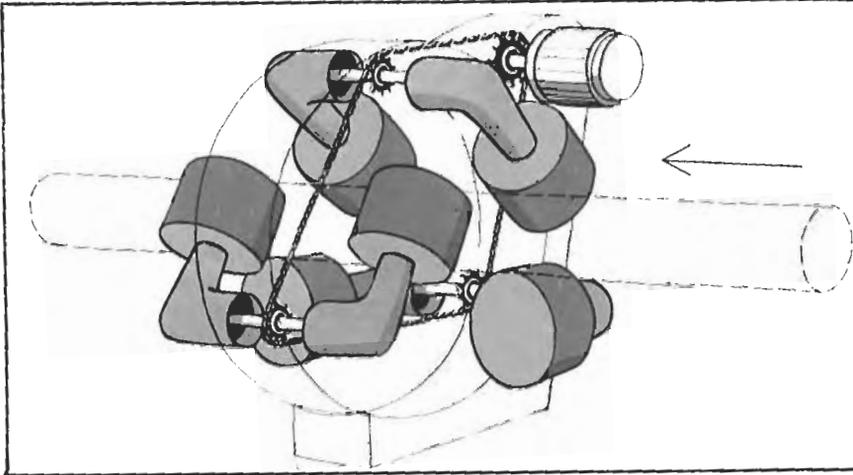


Fig. 462. Accionamiento de los rodillos de alimentación y evacuación por rotor y cadena únicos (CAMBIO).

a un acusado rozamiento durante su trabajo, precisa de un eficiente engrase, realizándose por un sistema de "goteo", regulable a mano y de observación directa desde el exterior. En las descortezadoras TECFORM se lubrica con grasa consistente.

La transmisión se reduce a una o varias correas trapecoidales, que conectan directamente el motor eléctrico con el rotor (Fig. 465). Como el diámetro del rotor es varias veces mayor que el de la polea del motor, se consigue un menor número de vueltas en el primero que en el segundo, con el consiguiente aumento de potencia.

Las diferencias más destacables entre las descortezadoras CAMBIO y las VALON KONE, además de las ya citadas de los rodillos, estriban en las herramientas de descortezado y en el mecanismo de tensión de dichas herramientas. Las



Fig. 463. Rotor (VK).

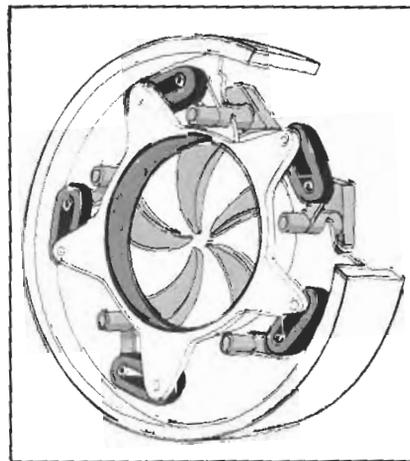


Fig. 464. Rotor seccionado (CAMBIO).

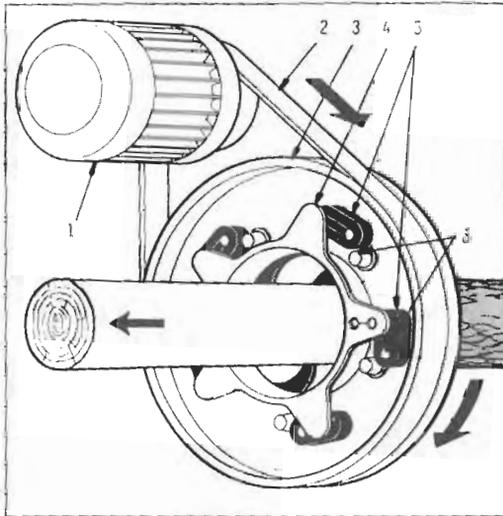


Fig. 465. Transmisión y elementos del rotor (CAMBIO). 1.- Motor. 2.- Correa. 3.- Rotor. 4.- Pieza central o "estrella". 5.- Anillos de caucho para tensión. 6.- Extremo de las herramientas.

primeras emplean unas herramientas únicas, denominadas "garras-cuchillas", que cortan y despegan la corteza; la tensión la realizan por medio de unos anillos de goma (Fig. 464). La VALON KONE lleva herramientas diferentes para cortar (cuchillas) y despegar (garras) la corteza. La presión de ambas herramientas se consigue mediante tres cilindros hidráulicos, conectados en serie, que apoyan uno de sus extremos en la parte fija y la otra sobre la que porta las herramientas. La presión se da y se quita con una bomba de accionamiento manual, equipada con un manómetro.

c) transportador de evacuación. - Los troncos una vez descortezados son impulsados por los rodillos

de evacuación al transportador del mismo nombre. Este suele ser similar al de alimentación, aunque carece de limitador de diámetros y tope antiretroceso, por no ser aquí necesarios.

Cuando en la instalación los troncos se han de voltear lateralmente inmediatamente después de los rodillos, se recurre a una cuna de basculamiento lateral, accionada por un cilindro hidráulico o neumático.

Actualmente se tiende a eliminar el transportador de evacuación, que se sustituye por dobles rodillos de evacuación, denominados "rodillos guía" (1 de la fig. 459); que pasan los rodillos directamente a la cadena transportadora de clasificación.

d) Elementos auxiliares. - Los mas frecuentes son:

d.1) Dispositivo guía (Fig. 466). - Consiste en montar dobles rodillos de alimentación y evacuación, con el fin de facilitar el abastecimiento y extracción de las trozas, especialmente en troncos difíciles.

Como ya hemos dicho, este elemento sustituye al segundo transportador en algunas máquinas.

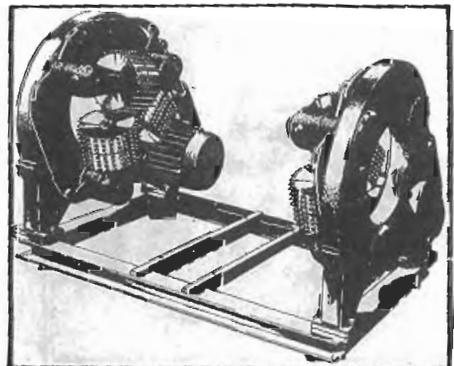


Fig. 466. Dispositivo guía (CAMBIO).

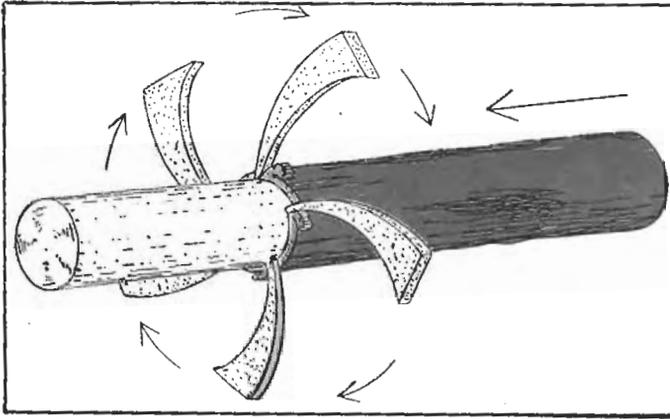


Fig. 467. Detalle del método de descortezado.

los troncos y de donde pasarán a las rampas de elevación que los llevarán hasta las cadenas transportadoras de alimentación.

d.4) Rampas de elevación. - Llevan los troncos uno a uno, a voluntad del maquinista, desde la tabla de entrada a las cadenas alimentadoras.

d.5) Evacuadores de corteza. - Suele ser una cinta transportadora que lleva los trozos de corteza desde la parte inferior de la máquina hasta una tolva o depósito de almace-

d.2) Pluma hidráulica. - Utilizada en las plantas descortezadoras desplazables, que la emplean para depositar los troncos desde el suelo al transportador de alimentación y para retirar los ya descortezados.

d.3.) Tablas y mesas. - En ellas un cargador de pinza deposita

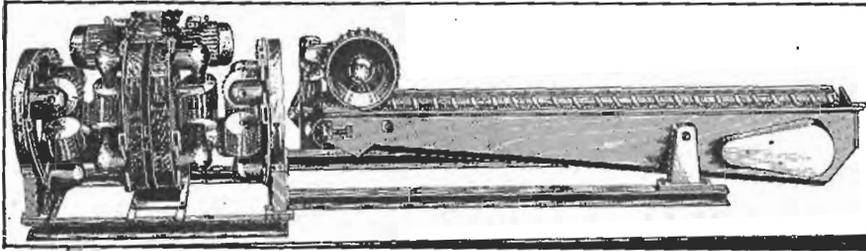


Fig. 468. Descortezadora fija con dispositivo guía y transportador de alimentación (CAMBIO).

namiento de corteza. En las desplazables suele ser un potente ventilador que expulsa la corteza a presión por un tubo.

### FUNCIONAMIENTO DE LA DESCORTEZADORA

Sin entrar en detalles de las pequeñas diferencias de funcionamiento de unos modelos a otros, ni referirnos a instalaciones complejas, el funcionamiento básico de toda descortezadora es el siguiente (Fig. 459):

A mano o mecánicamente (cadena transportadora, pluma hidráulica, ...), las trózas sin descortezar se depositan en la cuna del transportador de alimentación; la cadena de éste (9) lo empuja hacia la máquina. Al llegar el extremo a los rodillos de alimentación (5), éstos se abren y con sus ga-

rras o púas lo introducen longitudinalmente por el interior del rotor (10), hasta sufrir la acción de los rodillos de evacuación (2) y "guías" (1), en su caso; de donde pasa ya descortezado al transportador de evacuación o directamente a la cadena transportadora de distribución (12). Obsérvese que si la longitud de la troza es suficiente, puede estar recibiendo simultáneamente la acción de todas las cadenas y rodillos.

La combinación simultánea del avance longitudinal del tronco por el interior del rotor y la rotación de éste, permite que cada herramienta de descortezado vaya cortando y desprendiendo una tira helicoidal de corteza (Fig. 467).

Al poner en funcionamiento la máquina y una vez efectuada la revisión recomendada por el fabricante, se pondrán en marcha los mecanismos en orden inverso al recorrido de los troncos (cadena distribuidora, rodillos guía, id. de evacuación, rotor, ...). Para detenerlos se seguirá el orden inverso.

Periodicamente hay que dar servicio de afilado a las herramientas. Para su extracción hay que anular la presión del mecanismo de tensión.

## CAPITULO XXVII

MAQUINAS PARA LA SACA

De las diferentes modalidades de saca de madera, solo la "terrestre", bien por arrastre de las trozas, o desplazando a éstas sobre una plataforma; se emplea en las explotaciones forestales ibéricas. Lo normal es que la saca se efectúe por medios mecánicos, aunque en terrenos muy desfavorables o en montes sometidos a protección, la tracción animal sigue siendo actualidad; al menos como complemento de las máquinas en la fase de "reunión de maderas".

Cuando la pendiente transversal del terreno se aproxima al 50%, la utilización de maquinaria conlleva la construcción de sendas de saca, denominadas "jorros". Con pendientes inferiores, no se requiere ninguna preparación previa del terreno.

Por orden de utilización, las máquinas empleadas para realizar la saca son:

a) Tractores forestales arrastradores de troncos o skidders.

b) Tractores forestales autocargadores.

c) Tractores agrícolas que dotados de los implementos de trabajo adecuados, pueden realizar trabajos propios de los dos anteriores.

d) Otros medios (cabrestantes diversos, mulas mecánicas, teleféricos, etc.).

TRACTORES FORESTALES DE ARRASTRE O SKIDDERS

El "skidder", término inglés que significa "arrastrador o remolcador de troncos", es el tractor forestal típico de saca. Puede ser de cadenas, pero en nuestro País solo se emplean los de ruedas (Figs. 469, 478, 486, 487 y 488). Es un vehículo diseñado para arrastrar grandes cargas en los bosques. Debe desarrollar su trabajo en terrenos extremadamente difíciles (pendiente, obstáculos,...), con suelos resbaladizos o de poco "poder portador" (barro, nieve,...) y defenderse sin dificultad dentro de las masas forestales. En consecuencia, el tractor forestal de arrastre debe cumplir las siguientes condiciones:

- Motor con potencia suficiente y adecuada "reserva de par".

- Robustez y protección de elementos sensibles (cárter, diferenciales, sistema de alimentación del motor,...).

- Gran adherencia y capacidad de subida, debiendo superar pendientes longitudinales, tanto en sentido ascendente como descendente, de hasta un 100%.

- Facilidad de maniobra.

- Estabilidad suficiente.

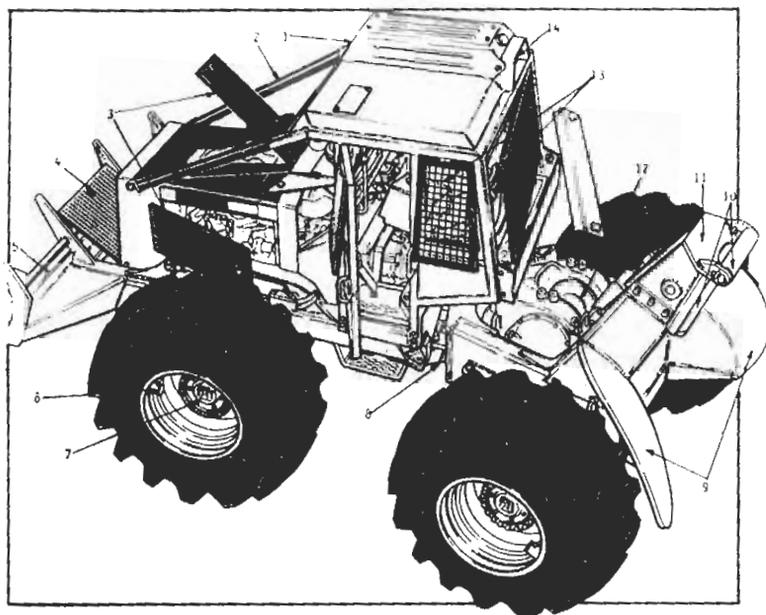


Fig. 469. Skidder o tractor forestal de arrastre (TIMBERJACK). 1.- Cabina de seguridad. 2.- Barras elevadoras. 3.- Rejillas protectoras del motor. 4.- Id. del radiador. 5.- Pala empujadora o bulldozer. 6.- Protector de válvula. 7.- Reductores planetarios. 8.- Articulación de los semichasis. 9.- Escudo protector. 10.- Rodillos del arco integral. 11.- Arco integral. 12.- Cabrestante, malacate o "winchs". 13.- Rejillas protectoras de la cabina. 14.- Dispositivo antichispas del escape.

- Poseer elementos de trabajo adecuados y operativos.

- Reunir unas excelentes condiciones de seguridad, tanto en su manejo, como en las eventuales roturas del cable tractor y posibles vuelcos de la unidad.

- Sencillez y confort de manejo.

Para conseguir tales condiciones, los skidders deben reunir las siguientes características específicas:

a) Tracción a los dos ejes.- Son vehículos "todo terreno" (4x4); siendo esta característica indispensable para desplazarse por terrenos resbaladizos, con obstáculos o fuertes pendientes. Para aumentar la adherencia sobre nieve o barro, se le pueden acoplar cadenas especiales (Fig. 327).

No obstante, las soluciones adoptadas por los diferentes fabricantes, pueden no ser iguales. Así hemos encontrado estas variaciones entre los modelos actualmente en el mercado:

- Cuatro ruedas motrices permanentemente.

- Posibilidad de desconectar la tracción a las ruedas delanteras, durante los desplazamientos por carretera.

- Los dos diferenciales van provistos de bloqueo, accionados manualmente.

- Los dos diferenciales son antideslizantes, también denominados de "par motor" o "no spin" (Fig. 223).

- El eje trasero lleva diferencial antideslizante y el delantero diferencial normal con bloqueo.



Fig. 470. Las condiciones desfavorables del terreno por el que han de circular los tractores forestales, obligan a que éstos tengan todas las ruedas motrices.

b) Bastidor articulado (Fig. 471).- Los tractores forestales de neumáticos llevan el bastidor dividido en dos semichasis articulados en el plano horizontal hasta alcanzar un ángulo de  $45^\circ$  a cada lado. Algunos llevan también una articulación vertical que permite una oscilación de los semichasis entre sí de unos  $15^\circ$  a cada lado (Fig. 472).

La articulación horizontal permite al skidder:

- Disponer de un sistema de dirección robusta y precisa que, además, reduce el radio de giro.
- Facilidad de maniobra entre los árboles y una eficaz ayuda para salir de atascos, mediante la técnica del "zig-

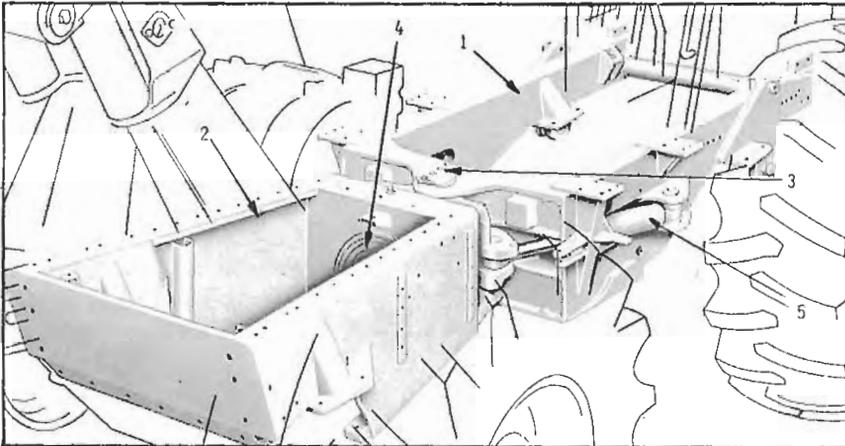


Fig. 471. Bastidor articulado y oscilante (CAT). 1.- Semichasis delantero. 2.- Id. trasero. 3.- Eje de giro (articulación horizontal). 4.- Eje de giro de la oscilación vertical. 5.- Cilindro hidráulico de dirección.

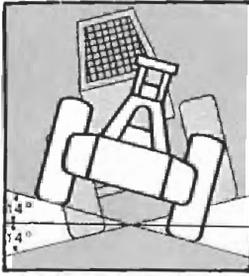
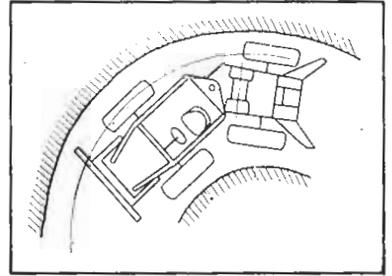


Fig. 472. Oscilación vertical de los semichasis.

Fig. 473. (Dcha). La dirección se consigue mediante la orientación de los semichasis.



zag".

- Posibilidad de desplazar el centro de gravedad de la unidad durante los giros en ladera, con lo que aumenta la estabilidad transversal de la máquina.

La oscilación vertical asegura el contacto de todas las ruedas con el terreno, aún al pasar por encima de obstáculos.

Cuando el skidder no lleva oscilación vertical de los semichasis, va provisto de basculamiento en el eje delantero. Sin embargo, este sistema presenta una menor estabilidad transversal que la oscilación de los semichasis.

Las articulaciones deben ser lo suficientemente fuertes para soportar los continuados esfuerzos y fatigas a que se someten durante su trabajo. Aunque puedan ir provistos de lubricación permanente, lo normal es que vayan provistos de engrasadores a presión y atención periódica.

c) Motor. Siempre de tipo Diesel, con 4 ó 6 cilindros y refrigerados por aire en la mayor parte de ellos. Si bien, se fabrican skidders con potencias superiores a los 300 H.P., la potencia ideal para las explotaciones ibéricas, oscila entre los 60 y 120 H.P. de potencia

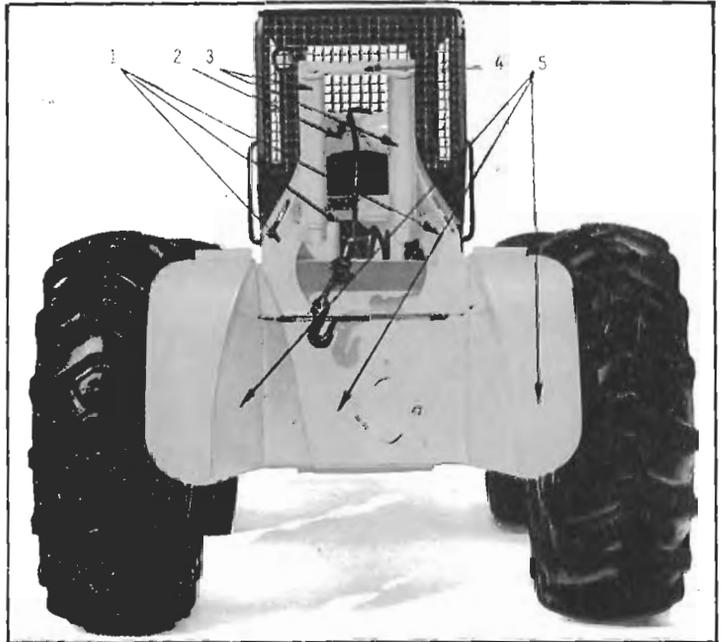


Fig. 474. Vista posterior de un skidder (JOHN DEERE). 1.- Arco inferior. 2. Rodillo horizontal 3. Id. verticales. 4. Aguilón. 5. Escudo protector.

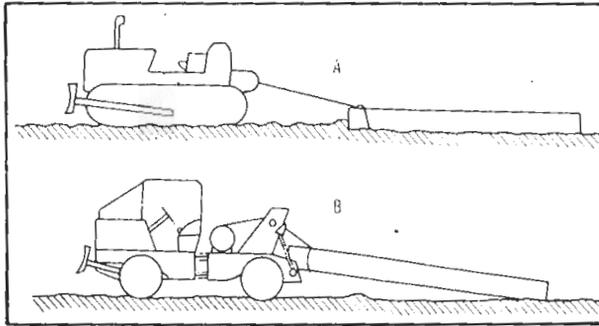


Fig. 475. Saca por arrastre. A: Sin arco integral. B: Con arco integral.

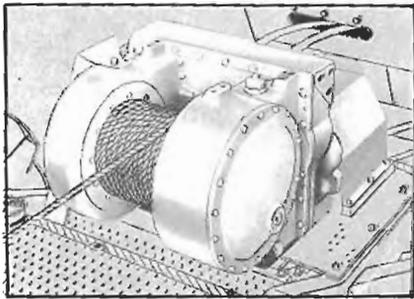


Fig. 476. Cabrestante.

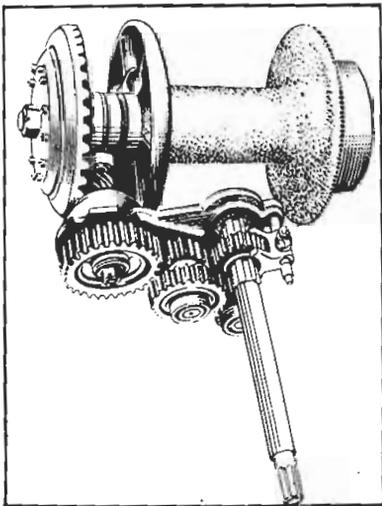


Fig. 477. Detalle de la transmisión mecánica de un cabrestante (INTERNATIONAL DEALER).

al freno a 2.500 r.p.m.

Se utilizan tanto motores atmosféricos como turboalimentados; pues si bien los últimos mantienen toda su potencia a cualquier altitud, son menos robustos y mas delicados que los primeros. La cilindrada suele oscilar entre los 4 y los 7 litros.

En general, son motores poco revolucionados, pero con una excelente "reserva de par", que puede alcanzar valores de hasta un 30%.

d) Transmisión.- Hasta los 100 H.P. de potencia suele ser "directa"; para potencias superiores lo normal es que sea "power shift" (servotransmisión y convertidor). En el primer caso, la máquina tiene una mayor capacidad de retención en los descensos y un aprovechamiento óptimo de la potencia del motor, pero es poco flexible, por lo que sus elementos (reductores, ejes, palieres,...) están mas expuestos a roturas por bruscas sobrecargas.

e) Dirección.- Siempre es hidrostática (Fig. 248), provista de uno o dos cilindros hidráulicos de doble efecto que actúan sobre la articulación horizontal de los semichasis. La presión al aceite de dirección, suele darla la bomba del sistema hidráulico general de la máquina; accionada desde el motor directamente o desde el convertidor de par, en su caso. El radio de giro no debe ser superior a los 5,5 m., bajando hasta los 4 m., en los mas ligeros.

Para el mando de la direc-

ción se emplea indistintamente una palanca, una barra (Fig. 484), o un volante, en cuyo caso la válvula de dirección ha de ser rotativa del tipo "orbitrol". La palanca es cómoda para el manejo de la máquina entre los árboles, pero poco precisa en la conducción rápida; con el volante ocurre lo contrario. Por este motivo, algunos skidders disponen de estos dos tipos de mando, pudiéndose conducir con uno u otro según convenga. La barra presenta un comportamiento intermedio entre ambos.

f) Frenos (Fig. 240).- Deben ser capaces de detener al tractor y su carga en las condiciones mas desfavorables. Siempre llevan frenos de "servicio", de "estacionamiento" y, a veces, de "emergencia". El de servicio, de accionamiento hidráulico, hidrostático, neumático o hidroneumático; es de discos en seco o en baño de aceite. Pueden ir situados directamente en la servotransmisión, en el árbol o eje de transmisión o en las ruedas.

En los skidders ligeros y medianos, suele bastar con un buen freno sobre la servotransmisión o árbol de transmisión;



Fig. 478. Skidder con grapa para troncos (TIMBERJACK).

por encima de los 120 H.P., es aconsejable, además, discos en las ruedas, al menos en las delanteras.

El de estacionamiento, va sobre el árbol de transmisión y es de accionamiento mecánico, hidráulico o neumático. En el último caso se suele poner por un muelle y se quita por presión, constituyendo, así, el freno de "emergencia" que se bloquea automáticamente al existir una caída de presión por avería o abuso de accionamiento del freno de servicio.

g) Dimensiones.- Con la excepción de los pequeños skidders, especiales para el arrastre en las cortas por entresaca, cuya anchura puede ser inferior a los 2 m.; lo normal es que las dimensiones oscilen entre estos valores:

- Longitud: 5-6 m.
- Anchura total: 2,3-2,9 m.
- Altura: 2,5-3 m.
- Altura libre sobre el suelo: 0,45-0,55 m.

Para no comprometer la estabilidad transversal de la máquina la relación anchura: altura libre sobre el suelo, es de 5:1.



Fig. 479. Desembosque con skidder con grapa (CAT)

corresponde al CATERPILLAR 528 y el menor al JOHN DEERE 440 y TIMBERJACK 225A, con 6.400 y 6.700 Kg., respectivamente. Los 213 de este peso descansa sobre el eje delantero y 113 sobre el trasero. Tal distribución del peso confiere a la máquina una gran capacidad de remontar fuertes pendientes sin "encabritarse" cuando se desplaza en vacío; con carga, el peso que soportan ambos ejes es similar, permitiendo igualmente un aumento de la capacidad de carga con menor peso que en otros tractores.

La relación pesolpotencia; o sea, los Kg. de tara que ha de mover cada caballo de potencia del motor, tiene un valor medio de 80 Kg./c.v.. El valor mas bajo corresponde al TECFORM 500Y, con 67 Kg./c.v.; el mas alto al JOHN DEERE 540, con 93 Kg./c.v..

i) Arco integral de arrastre (Fig. 474).- Si durante el desembosque las trozas se apoyan en el suelo a lo largo de toda su longitud (A de la fig. 475), el peso y potencia de la unidad de arrastre deberían ser considerables, ya que



Fig. 481. Apilamiento de los troncos con la hoja bulldozer.



Fig. 480. Skidder con hoja delantera y escudo abatibles (TECFORM).

h) Peso.- Referido a los skidders, que actualmente se comercializan en nuestro País, el mayor peso

las trozas en su desplazamiento se clavan en el suelo, erosionándolo enormemente, por lo que el coeficiente de rozamiento alcanza valores muy altos.

Para evitar estos inconvenientes, se monta sobre el semichasis trasero un "arco forestal", terminado en dos rodillos verticales y uno horizontal,

sobre el que se apoya el cable tractor.

Con este implemento se consigue:

- Disminuir la potencia del tractor para igual volumen de madera arrastrado.
- Un menor deterioro de las trozas arrastradas.
- Disminuir la erosión del suelo y los daños a la vegetación.
- Aprovechar parte del peso de la carga para lastrar el tractor, asegurando una excelente adherencia.
- Evitar enganches de las trozas con los obstáculos.

La situación del punto de apoyo del cable (rodillo horizontal), puede influir notablemente en la estabilidad longitudinal del tractor. Tal punto debe encontrarse lo más aproximado a la vertical del eje trasero y a una altura comprendida entre 1,50 y 2 m.

j) Escudo protector (5 de la fig. 474).- Situado en la parte trasera del skidder; sobre él se apoyan las testas de las trozas y protege a las cubiertas de los neumáticos de las ruedas traseras. Su anchura debe ser sensiblemente inferior a la total del vehículo, para evitar enganches de los árboles en pie.

En algunos modelos es abatible con lo que se mejora el anclaje y facilita la saca transversal y suspendida, como el el caso del aprovechamiento de leñas y la madera para celulosa (Fig. 480).

k) Cabrestante (Fig. 476).- Es el elemento principal de trabajo del skidder. En él se enrolla el cable tractor que, mediante un sistema de enganche adecuado, reunirá y desemboscará las trozas. Para que la estabilidad del tractor no se comprometa excesivamente, durante el accionamiento del cabrestante, éste se sitúa sobre el semieje trasero, inmediatamente detrás de la cabina y lo más cerca posible del centro de gravedad.

La transmisión puede ser mecánica o hidrostática. Cuando es mecánica se acciona por una toma de fuerza (Fig. 477); movida desde el convertidor de par o desde la caja transfer. Esta última solución no es aconsejable, pues implica el desconectar la transmisión a las ruedas y embragar una velocidad para trabajar con el cabrestante a tractor parado.

La hidrostática consiste en un motor hidráulico reversible y una reducción entre el motor y el tambor.

El mando puede ser mecánico o hidráulico. Las soluciones más utilizadas es la transmisión mecánica y el mando hidráulico.

Los engranajes internos se lubrican con aceite de transmisiones mecánicas, generalmente un S.A.E. 90.

El cable de longitud variable, según capacidad del tambor, suele ser de un diámetro oscilante entre los 12 y 18 mm. de diámetro, siendo el de 14 mm. el más adecuado. La

composición mas adecuada es  $6 \times 19 + (7 \times 7 + 0)$ ; el tipo "seale", el arrollamiento "cruzado" y "preformada" la clase de fabricación. En el cable tractor se disponen unas piezas donde se engancharán los "chokers", u otro sistema de enganche similar, que sujetan directamente a las trozas.

La fuerza de tracción que ejerce es superior al propio peso del tractor. Su valor máximo corresponde a la primera capa de cable sobre el rodillo central del tambor, disminuyendo progresivamente en las capas sucesivas.

1) Grapa.- A veces se sustituye el arco integral y el escudo protector por una grapa de accionamiento hidráulico (Figs. 478 y 479). Es especialmente adecuada para el arrastre de troncos apeados con taladora en cortas a "hecho". En entresacas la "reunión de maderas" es realizada con el cable tractor y los chokers, pues el cabrestante no se sustituye; realizándose el desembosque con la grapa.

11) Pala delantera para anclaje del tractor y empuje de los troncos.- Si al accionar el cabrestante el tractor se inmovilizase exclusivamente con el freno, los resultados obtenidos en condiciones difíciles serían muy relativos y el desgaste de los elementos de frenado muy acusado. Por lo que se requiere de un efectivo sistema de anclaje, siendo ésta la principal función de la pala delantera. Va diseñada para que al bajarla a su posición mas baja, el skidder quede levantado por su parte delantera.

En algunos modelos el escudo protector trasero es abatible, accionado igualmente por dos cilindros hidráulicos de doble efecto; de modo que con esta disposición y la pala delantera se pueden quedar elevadas las cuatro ruedas de la máquina durante el anclaje (Fig. 480).

Si bien el diseño y características de la pala no son los mas adecuados para el movimiento de tierras, excepcionalmente se puede emplear para acondicionar el jorro, retirar piedras, etc.; siendo especialmente útil para el empuje y amontonamiento de troncos (Fig. 481).

En su parte superior lleva unas prolongaciones, cuya acción puede ser complementada con unos cables, que evitan la caída de los troncos al ser empujados sobre los vástagos de los cilindros hidráulicos.

m) Protección de la máquina.- Las partes mas vulnerables del skidder, tales como el radiador, equipo de alimentación del combustible, etc., se protegen con las rejillas correspondientes (3 de la fig. 469). Igualmente los bajos (cárter, diferenciales, servotransmisión,...), se protegen con una fuerte coraza para evitar roturas de estos elementos por roces o choques con piedras, tocones o los mismos troncos (Fig. 482).

n) Rodaje.- La exposición de las cubiertas de los neumáticos a cortes o reventones, al desplazarse por un terreno en el que no faltan aristas agudas (rocas, tocones, ramas), obliga a utilizar neumáticos especialmente resistentes, cuyo número de PLY RATING, no debe ser inferior a 10, siendo 14 y 16 los mas adecuados.



Fig. 482. Los bajos del skidder se protegen con una fuerte coraza.

Si la máquina va a trabajar principalmente en suelos fangosos de bajo poder portador, se deben emplear neumáticos muy anchos o de baja presión (Fig. 469). En suelos muy duros y pedregosos dan buenos resultados los neumáticos radiales de perfil normal (Fig. 483).

La adherencia sobre nieve o barro se aumenta con el empleo de cadenas adecuadas.

o) Elementos de seguridad. - Entre los elementos o dispositivos de seguridad que suelen disponer los skidders para evitar accidentes, están:

- Cabina o estructura de seguridad, capaz de soportar



Fig. 483. Las desfavorables condiciones de superficie del terreno forestal imponen el empleo de neumáticos reforzados en los skidders.

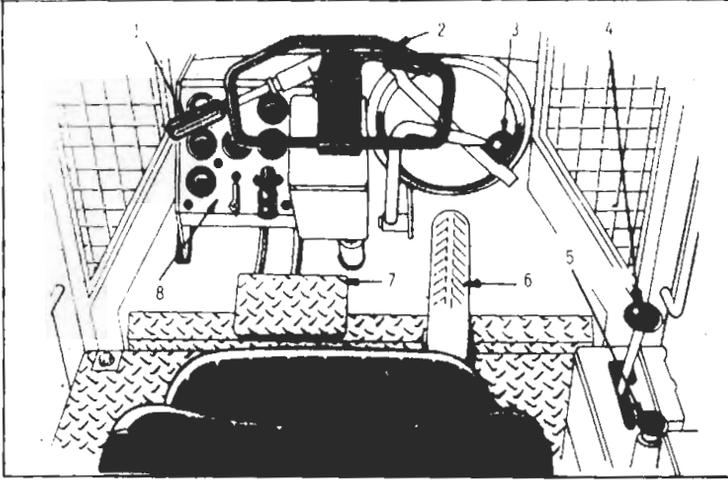


Fig. 484. Mandos de control de un skidder con transmisión "Power shift" (CAT). 1.- Palanca selectora de velocidad en avance y retroceso. 2.- Barra de dirección. 3.- Control de la pala empujadora. 4.- Control del cabrestante. 5.- Mando del freno de estacionamiento. 6.- Pedal de aceleración y estrangulación. 7.- Pedal del freno. 8.- Salpicadero.

el vuelco de la máquina sin deformarse. No solo cumplen la legislación española sobre estructuras de seguridad, sino otras normas mucho más exigentes, tales como las ROPS americanas.

Normalmente, va abierta lateralmente para que en caso necesario permita la rápida salida del maquinista. Sus partes trasera y laterales, van protegidas contra las ramas o roturas del cable tractor por unas rejillas.

- Freno de emergencia.

- Alarma de marcha atrás.

- Bloqueo del sistema de arranque del motor, si está conectada una velocidad, etc.

p) Puesto de mando (Fig. 484)..- Los distintos controles deben situarse en la posición más favorable de manejo. El número de mandos debe ser reducido, faltando el pedal del embrague cuando la transmisión es "power shift", conectándose las diferentes velocidades, tanto en avance y retroceso con una sola palanca (1).

El mando del cabrestante debe realizarse, igualmente, con palanca única (4). Una variante aunque no extendida en nuestro País, es el control del cabrestante por "telemando", lo que permite su accionamiento a distancia, de forma que un solo operario realiza las funciones de conducir la máquina y enganchar las trozas.

El asiento debe ser confortable, envolvente, regulable, preferiblemente giratorio, al menos parcialmente y provisto de una eficaz suspensión capaz de amortiguar las vibraciones (Fig. 485).



Fig. 485. Cómodo asiento de un skidder (TIMBERJACK).

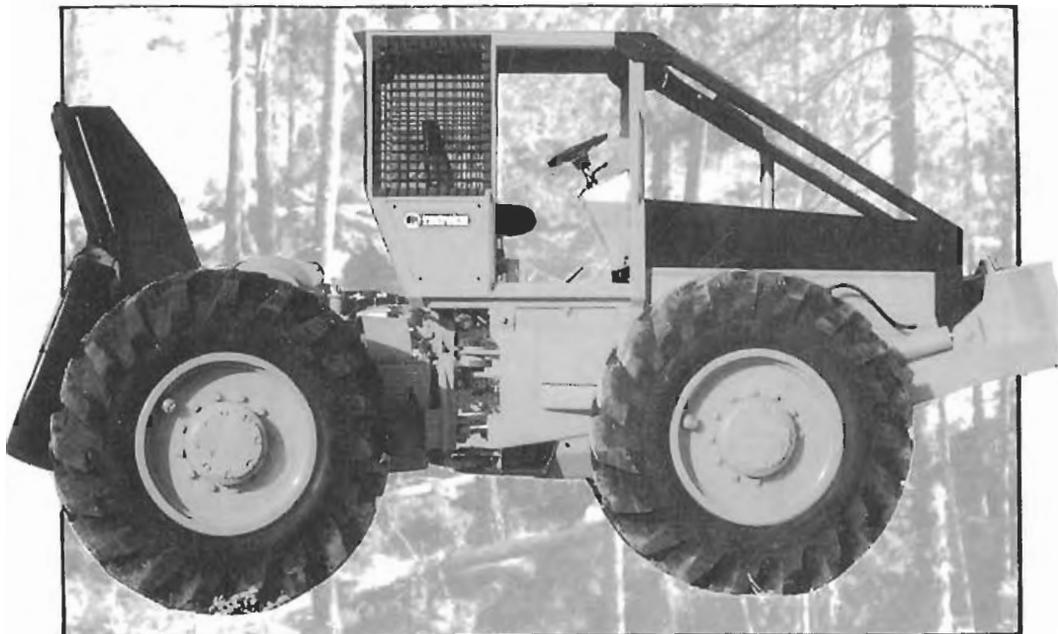


Fig. 486. Skidder TECFORM, mod. 500Y (ESPAÑA). Características: Motor Diesel atmosférico de 6 cilindros, refrigerado por aire, de 5,65 l. de cilindrada y 112 H.P. de potencia; transmisión "power shift" con 6 marchas de avance y 2 de retroceso; frenos de discos múltiples en baño de aceite en la servotransmisión y accionamiento hidrostático; bastidor articulado y oscilante; dirección hidrostática mandada por volante y "orbital"; un cabrestante de 9.000 Kg. de tracción.



Fig. 487. Skidder CATERPILLAR, mod. 518 (EE.UU.). Características: Motor Diesel turboalimentado de 4 cilindros, refrigerado por agua, 7 l. de cilindrada y 120 H.P. de potencia; transmisión "Power shift", con 3 marchas de avance y 3 de retroceso; frenos de disco al eje motor y ruedas delanteras, con accionamiento hidroneumático; bastidor articulado y oscilante; dirección hidrostática mandada por barra; un cabrestante de 14.700 Kg. de tracción.



Fig. 488. Skidder TIMBERJACK, mod. 240A (CANADÁ). Características: Motor Diesel de dos tiempos (G.M.), de 4 cilindros, refrigerado por agua, 3,39 l. de cilindrada y 109 H.P. de potencia; transmisión directa con caja de cambios sincronizada de 6 marchas de avance y 1 de retroceso; frenos de disco a la transmisión de accionamiento hidráulico; bastidor articulado y eje delantero basculante; dirección hidrostática mandada por palanca; un cable de 13.600 kg. de tracción.

#### METODO DE TRABAJO

En la saca por arrastre, empleando cable tractor y "chokers", se sigue el siguiente proceso:

a) Se sitúa el skidder en un lugar estratégico; se ancla con la pala y escudo, si éste es abatible, y se echa el freno de estacionamiento.

b) Colocar un choker en cada troza, a ser posible por su extremo de mas diámetro y a una distancia de la testa comprendida entre los 40 cm. y 1 m. (Figs. 489 y 490).

c) Enganchar los casquillos libres de cada choker en la pieza correspondiente del cable tractor (Fig. 491).

d) Accionar el cable de tracción recogiendo el cable hasta juntar todas las trozas sobre el escudo (Fig. 492).

Dicha fase es la "reunión de maderas" y durante su realización los operarios deben encontrarse protegidos dentro de la cabina o a una distancia superior a la longitud desenrollada del cable tractor mas la de la propia troza.



Fig. 489

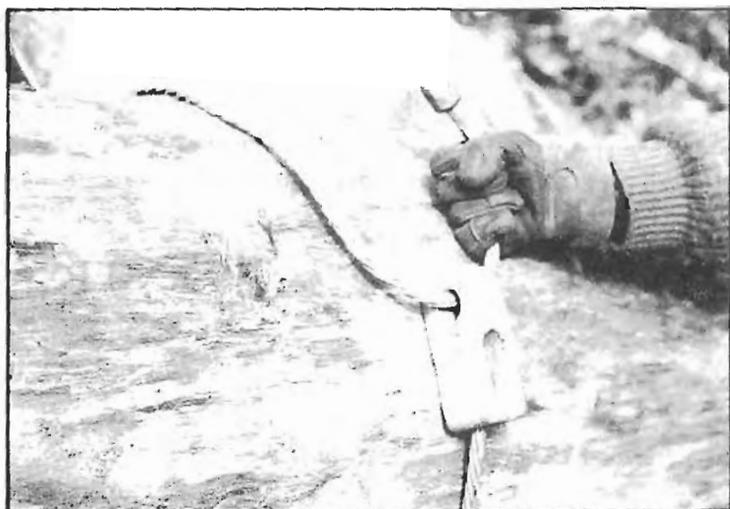


Fig. 490

e) Una vez suspendidas las trozas por el extremo donde van enganchadas, se liberará la máquina de su anclaje, se quita el freno de estacionamiento, se conectará la velocidad adecuada y se embragará suavemente, comenzando el desplazamiento de tractor y carga hasta el cargadero. Dicho desplazamiento constituye la fase de "desembosque" (Fig. 493).

Cuando la máquina patine, exista excesiva pendiente o pase por un lugar estrecho y peligroso, se suelta la carga desenrollando el cable. Una vez se ha salvado la zona difícil se vuelve a recoger el cable (Fig. 494).

Una variante en el trabajo del skidder, es la saca sus-



Fig. 491

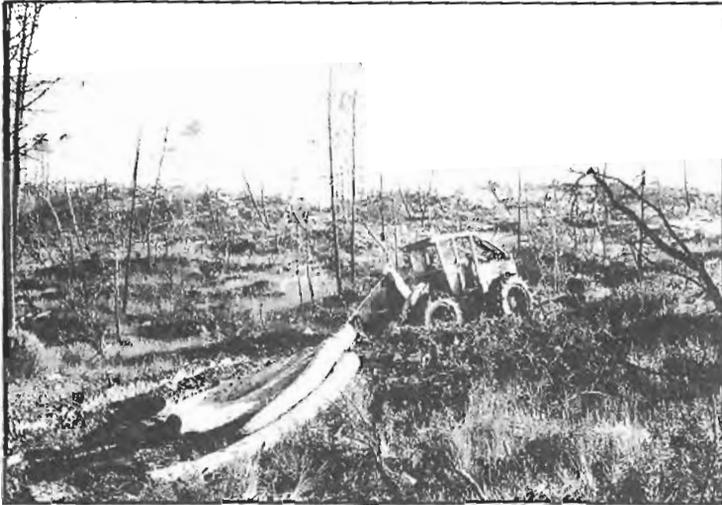


Fig. 492

pendida y transversal, método empleado para desemboscar madera para celulosa y que explicaremos en el capítulo siguiente, al tratar del aprovechamiento de leñas.

En ciertas comarcas forestales, está muy arraigado el uso de cadenas para el enganche de los troncos, en vez de los clásicos "chokers" de cable de acero. Por nuestra experiencia, somos partidarios de estos últimos, por presentar las siguientes ventajas:

- Posibilidad de realizar la reunión de maderas de una sola vez sin cambiar el tractor de lugar.

- Es uno de los sistemas de enganche más rápidos, reduciendo así los tiempos muertos del tractor.

- No rajan ni deterioran la madera.

- Poseen un peso y volumen, relativamente pequeños.

- No requieren mazo, palanqueta y otros útiles auxiliares para su colocación.

- Para introducirlos debajo de las trozas, basta con empujarlos.

#### AUTOCARGADORES

Los tractores forestales autocargadores (Figs. 495, 496 y 497), comparten ciertas características con los skidders, tales como el motor de similares prestaciones y potencia; bastidor articulado, frenos, elementos de seguridad, etc.. Sin embargo,



Fig. 493

presenta importantes diferencias con éstos.

La primera diferencia es la forma de realizar su trabajo,



Fig. 495

pues el "autocargador" realiza la saca con la madera totalmente suspendida, dispuesta sobre una plataforma y no parcialmente arrastrando como el aquéllos. La madera debe ser tronzada, descosándose tanto en posición transversal como longitudi-

dinalmente sobre la plataforma, según la longitud de las trozas.

Su campo óptimo de utilización está en las cortas a "hecho", sobre terrenos de pendiente no superior al 35%. Las trozas es preferible agruparlas durante la corta en pequeñas pilas, que irá recogiendo la máquina, cargándose a sí misma con una grúa hidráulica, que puede ir ubicada tanto en el semichasis delantero como en el trasero.

Si exceptuamos la "grúa", que trataremos con el resto de máquinas para la carga, por ser idéntica a la empleada en los camiones; las otras diferencias constructivas, respecto a los skidders son:

- Tren de rodaje.- Aunque algunos llevan solo cuatro ruedas, todas motrices como en aquéllos (4x4); lo normal es que el eje trasero vaya provisto de cuatro ruedas (6x6), dispuestas sobre dos "boggies", que aseguran una excelente adherencia, manteniéndose éstas siempre en contacto con el terreno aunque sean poco favorables las condiciones de superficie e inclinando mínimamente la plataforma de transporte al superar un obstáculo (Fig. 498). A veces va provisto, igualmente, de "boggies", con doble rueda en el semichasis delantero (8x8).

- Transmisión.- Puede ser directa o "power shift", estando generalizado el empleo de la transmisión "hidrostática", en los vehículos 8x8 y en algunos 6x6.

- Pala delantera.- Las funciones de anclaje y empuje de troncos, que tenía el bulldozer en los tractores forestales de arrastre, aquí no son necesarias por lo que en el autocargador no es imprescindible. No obstante, algunos modelos van provistos de una pequeña hoja para quitar obstáculos, acondicionar ligeramente la vía de saca o apartar la



Fig. 495. Autocargador TECFORM (ESPAÑA).



Fig. 496. Autocargador BRUNETTI (SUECIA).

vegetación.

Para salir de atascos, remontar fuertes pendientes o acercar al tractor las trozas situadas fuera del alcance de la grúa, puede ir provisto de un pequeño cabrestante, ubicado sobre el parachoques delantero.

- Plataforma de transporte.- Compuesta por dos largueros y varios travesaños, que suelen finalizar en unos "teletoros", generalmente curvados. En su parte delantera lleva una fuerte rejilla que evita la caída de las trozas a la vez que no resta visibilidad durante la operación de carga.

- Puesto de mando.- La cabina, siendo de seguridad, va cerrada e insonorizada generalmente. En su parte trasera van ubicados los mandos de la grúa, de modo que el asiento y algunos mandos son giratorios o dobles. Por ejemplo, suelen llevar volante de dirección para el desembosque y una palanca para el control de la dirección durante la carga.



Fig. 497. Autocargador NORCAR (FINLANDIA).

## TRACTORES AGRICOLAS DOTADOS DE IMPLEMENTOS PARA LA SACA

Existen en el mercado diferentes implementos forestales acoplables al tractor agrícola, con lo que éste pasa a convertirse en una efectiva máquina de saca, que en ciertos casos puede aproximarse en prestaciones a los verdaderos tractores forestales, pero con una inversión mucho menor, pues al margen de su menor coste de adquisición, rebaja el periodo de amortización al utilizarse el tractor en épocas de inactividad agrícola.

Preferiblemente, el tractor debe ser 4x4, llevar freno hidráulico e ir provisto de cabina o estructura de seguridad.

Como los trabajos de saca exigen al tractor mayor esfuerzo que los trabajos agrícolas; el tener que desenvolverse en un medio mucho más hostil y llevar la distribución del peso poco adecuada; independientemente del acoplamiento de los elementos de trabajo, es aconsejable dotar al

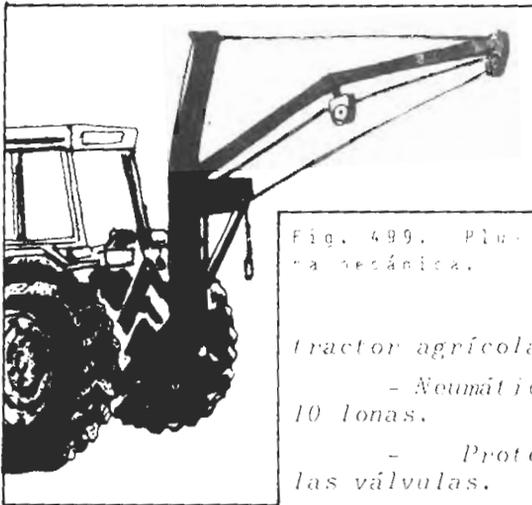


Fig. 499. Pluma mecánica.



Fig. 498. Efecto del "boggie" al pasar las ruedas por un obstáculo.

tractor agrícola de:

- Neumáticos reforzados de al menos 10 lonas.
- Protecciones tubulares para las válvulas.
- Rejilla protectora delantera para

faros y radiador.

- Rejillas protectoras en la parte trasera de la cabina contra el acceso de ramas y roturas del cable.

- Coraza de blindaje para los bajos.

- Contrapesos sobre la parte delantera para evitar encabritamientos.

En cuanto a los implementos específicos para el trabajo de saca que normalmente se utilizan, están:

a) Pluma mecánica (Fig. 499).- Es una sencilla pluma de cable de la que puede valerse el tractor para realizar la reunión de maderas, así como la carga y descarga del remolque. Consta de los siguientes elementos:

- Enganche o acoplamiento al tractor.



Fig. 500. Cabrestante sobre tractor, provisto de arco, escudo y rejilla protectora contra rotura del cable (FARM).  
- Brazo o pluma.  
- Poleas para apoyo del cable.  
- Sistema de enganche (tijeras, gancho,...).



Fig. 501. Tractor 4x4, provisto de grúa hidráulica sobre el propio tractor y remolque forestal (MB trac)

- Cabrestante y cable tractor.
- Mástil.

- Brazo o pluma.
- Poleas para apoyo del cable.
- Sistema de enganche (tijeras, gancho,...).

Va accionada por la toma de fuerza. Su empleo no ha sido generalizado en nuestro País, a pesar de su reducido coste.

b) Cabrestante (Fig. 500). - Va accionado, igualmente, por la toma de fuerza. Lleva un pequeño escudo, que es abatible al ir todo el conjunto enganchado a los tres puntos del elevador hidráulico.

Su trabajo es similar al del skidder, existiendo una variada gama de cabrestantes de este tipo en el mercado, que desarrollan tracciones comprendidas entre los 2.000 y los 8.000 Kg.

c) Grúa o pluma hidráulica. - Del tipo que emplean los autocargadores y camiones. Puede ir montada sobre el remolque (Fig. 502) o sobre el propio tractor (Fig. 501); en ambos ca-

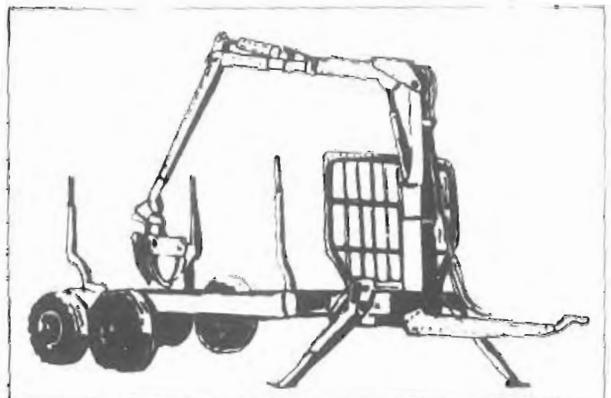


Fig. 502. Remolque forestal con grúa hidráulica.

los la bomba de su sistema hidráulico es accionada desde el motor del tractor.

Se emplea para cargar y descargar el remolque, realizando en este caso el conjunto tractor-pluma-remolque, el trabajo propio del autocargador.

d) Remolque (Fig. 502 y 503).- Los mas adecuados para el trabajo de saca son los de un eje, que transmiten parte de su peso al tractor. Dicho eje puede ser sencillo, pero da mejores resultados el sistema de "boggies".



Fig. 503. Remolque forestal (MB trac).

Se emplean tanto remolcados como los de propulsión propia, pudiendo ser en este último caso, "mecánica", tomando movimiento el piñón de ataque del diferencial desde la toma de fuerza del tractor; ó "hidrostática" por medio de uno o dos motores hidráulicos que reciben aceite a presión desde el tractor. Deben ir provistos de un potente freno de accionamiento hidráulico o neumático.



Fig. 504. Pinza trasera (MB trac).

e) Pinza o garfio trasero (Fig. 504).- De accionamiento hidráulico, son especialmente adecuados para la saca transversal y suspendida de leñas o madera corta para celulosa.

#### OTROS MEDIOS MECANICOS PARA LA SACA

Son múltiples y variadas las máquinas que a lo largo de la breve historia de la mecanización han ido apareciendo para realizar la saca; pues la solución definitiva del desembosque en todo tipo de bosques, es algo que aún no se ha conseguido, al menos desde el punto de vista estrictamente económico. Muchos de estos medios han tenido una vida



Fig. 505. Estación motriz de un teleférico con bloqueadores, sobre vehículo UNIMOG.

efímera, no se han empleado en nuestras explotaciones o se han quedado anticuados y han sido sustituidos por los explicados hasta aquí. Como ejemplos citamos:

a) Teleféricos forestales.

- Estas máquinas se caracterizan por realizar la saca totalmente suspendida sobre un "carrillo" que se desplaza por un "cable vía" y que se acciona por medio de cables desde una máquina estática, denominada "estación motriz" (Fig. 505).

Su campo de aplicación ha sido en aquellos montes que por sus fuertes pendientes, relieve abrupto (gargantas, desfiladeros, ...) o con zonas pantanosas, no era factible el empleo de medios mecánicos terrestres. En las décadas comprendidas entre 1.950 y 1.980, el teleférico fué uno de

los principales medios de saca utilizados en los montes de Cazorra y Segura; habiéndose montado un teleférico entre los

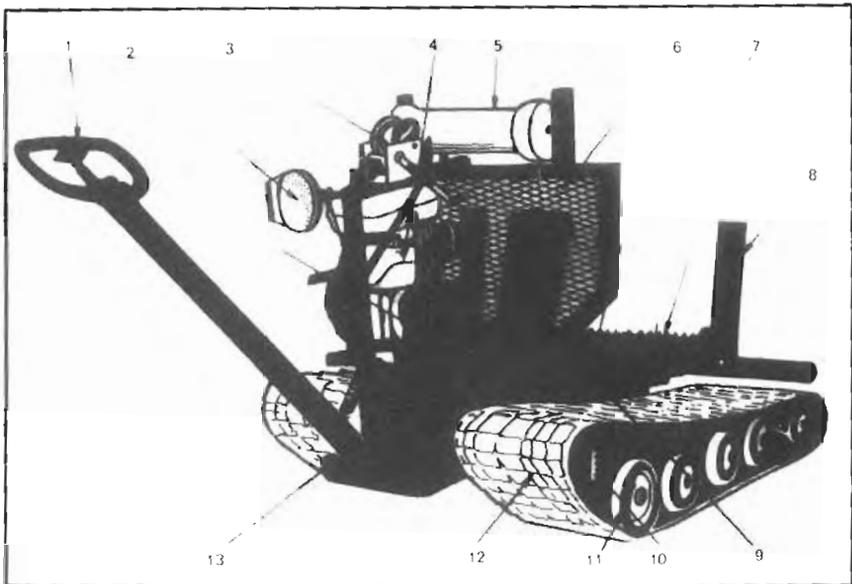


Fig. 506. "Mula mecánica" o "caballo de hierro" (ELEKTROMEKAN). 1.- Manillar para acelerador, control de la marcha y dirección. 2.- Faro de trabajo. 3.- Cabrestante manual. 4.- Motor. 5.- Rodillo para banco de trabajo. 6.- Rejilla de protección. 7.- Apoyo de carga telescópico y ajustable. 8.- Telero basculante. 9.- Sobante para la motosierra. 10.- Freno de dirección. 11.- Rodillos dobles. 12.- Banda o cadena de goma. 13.- Caja de cambios.

Torcales del Lobo y Nava de San Pedro, cuyo vano principal sigue teniendo el record en longitud de los teleféricos forestales en Europa.

Al necesitar excesiva mano de obra en los trabajos de montaje y desmontaje, unido a la necesidad de extraer una cantidad de madera en cada tendido, muy por encima de la que permiten las técnicas selvícolas aplicables aquí, para que éstos sean rentables; junto a la evolución y perfeccionamiento de los medios de saca por arrastre y la posibilidad de hacer los "jorros" con medios, igualmente mecánicos, han desbancado casi por completo al teleférico en los trabajos de saca o transporte forestal.

b) Mulas mecánicas. - Con este

nombre genérico se han venido denominando una serie de máquinas pequeñas, transportables por los propios operarios y que sujetas al tronco de un árbol en pie, accionaban a un cable tractor, sirviéndose de una polea de garganta en "V", arrastrando la madera como si de un cabrestante se tratase.

La última máquina que ha aparecido en el mercado, denominada con este nombre, o con el de "caballo de hierro", es la representada en la figura 506 y que vemos trabajando en la 507. Se trata de una especie de microtractor con cadenas de goma, accionado por un motor Diesel, capaz de arrastrar un metro cúbico de madera en cada viaje.

Se maneja desde el suelo, sirviéndose de un manillar donde va el acelerador y desde el que se controla la veloci-



Fig. 507. Desembosque con el "caballo de hierro" provisto de un minireolque.



Fig. 508. Los pequeños árboles se apean directamente sobre los rodillos de la máquina para facilitar su desranado y carga.



Fig. 509. Cabrestante ligero que desarrolla 1.000 kg. de tracción y es accionado por el motor de la motosierra (KBF).

dad, sentido de avance y la dirección. Sus dimensiones, tipo de tren de rodaje y su especial diseño, le permiten desplazarse sin problemas por terrenos de fuertes pendientes, interior de masas espesas o sendas estrechas; siendo especialmente adecuada para la saca de maderas delgadas, en distancias cortas, procedentes de las "claras" y "entresacas".

El desembosque puede realizarlo por arrastre o sirviéndose de un sencillo remolque.

El método ideal de trabajo es el siguiente: un solo operario realiza la corta y la saca. La máquina se coloca cerca del árbol a derribar y en su dirección de caída; de modo que al apearlo, éste caiga sobre los rodillos (5) de plástico endurecido. De este modo, la propia máquina constituye un banco de trabajo, que facilita el desramado y las trozas quedan ya sobre el remolque (Fig. 508). Para cargar las del suelo se emplean unos ganchos especiales, pudiendo hacerse uso del cabrestante (3), para las mas pesadas. Los teleros (8) son basculantes para facilitar la descarga.

c) Cabrestantes diversos.- Desde los antiguos cabrestantes de accionamiento manual, pasando por los autopropulsados sobre esquí o neumáticos; una extensa variedad de estas

sencillas y eficaces máquinas se han venido utilizando en las explotaciones forestales, siendo en muchos casos de fabricación totalmente artesanal.

Como ejemplo, veamos el ligero cabrestante de la firma austriaca KBF (Fig. 509). Consta de un tambor, cable, soporte y sistema de transmisión. Esta última, consiste en una correa dentada y dos poleas trapezoidales de distinto diámetro para la reducción. Va accionado por el motor de una motosierra, cuya potencia no debe ser inferior a los 4 H.P.

En la figura 510, se observa el detalle de acoplamiento del motor de la motosierra al cabrestante. El piñón de arrastre de la motosierra se engrana directamente con la polea motriz del cabrestante. Motor y cabrestante se fijan por medio de los espárragos y tuercas de la barra guía de la motosierra. La operación se realiza en tres minutos.

Para su trabajo hay que fijarlo a un árbol o tocón, desarrollando una tracción de 1.000 Kg., pudiendo aumentarse ésta, mediante las correspondientes poleas.



Fig. 510. Detalle del acoplamiento del piñón de arrastre de la motosierra a la transmisión del cabrestante (KBF).



Fig. 511. Detalle del trabajo del cabrestante anterior, empleando una pequeña polea de disparo.



## CAPITULO XXVIII

MAQUINAS UTILIZADAS EN EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

Los subproductos que quedan en el monte después de aprovechar la parte maderable del árbol o fuste, son las ramas, riberón y hojas. Éstas se suelen aprovechar como combustible, como leñas o molidas en forma de astillas; de modo que en el último caso al aprovecharse las hojas, se da utilidad al 100% de la parte aérea de los árboles apeados.

El combustible vegetal está ganando paulatinamente las posiciones que perdió durante un par de décadas, en favor del petróleo; como consecuencia de la reciente crisis de éste y al coste actual del mismo.

En las zonas rurales y forestales, muy especialmente en todo el norte de la península, la "leña" sigue siendo el principal combustible empleado para calefacción. Las astillas se emplean tanto para ésta, como en hornos, cerámicas, etc.

Unas y otras proceden tanto de las cortas, como de los desbroces, limpias, claras y podas del monte. En esta provincia se aprovecha masivamente la leña proveniente de la poda del olivo, de excelente poder calorífico. Poco extendida está la práctica de la explotación íntegra de su "ramón", por medio de astilladoras, con lo que se eliminaría el peligro que supone su destrucción por el fuego; evitando, igual-

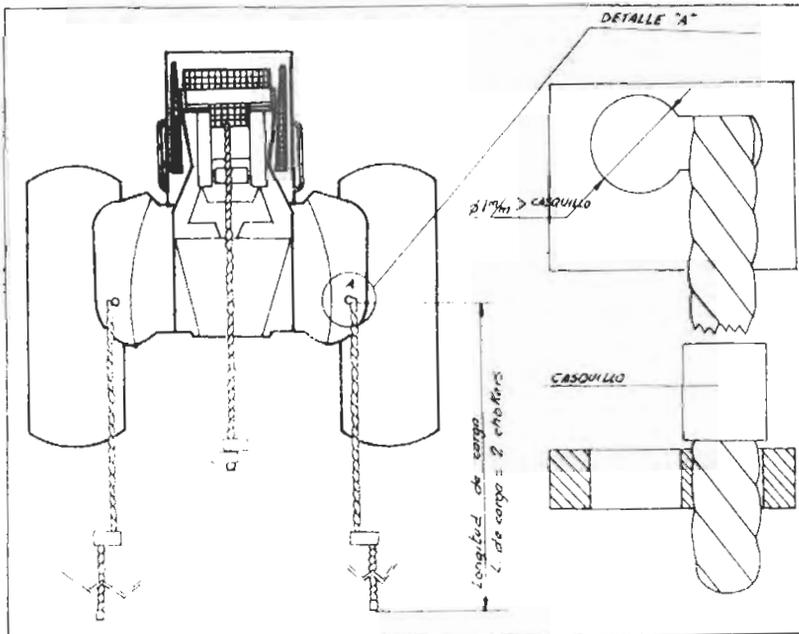
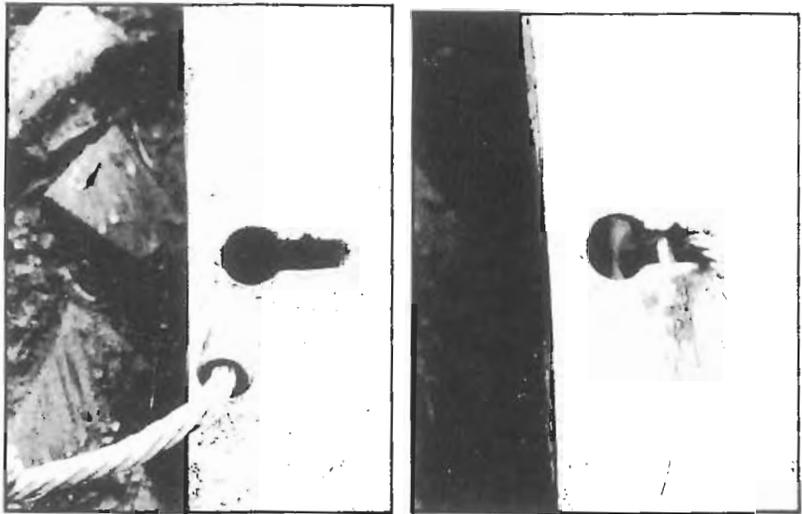


Fig. 512. Esquema de la adaptación del skidder con cabrestante único para la saca suspendida y transversal de leñas y madera corta.



Figs. 513 y 514. Detalle real del enganche del choker al escudo.

mente, los focos de infección del barbenillo.

Tanto en el caso forestal como en el agrícola, suele predominar el abastecimiento de leñas para uso propio; al que se suele dedicar de dos o tres días al año. Lógicamente, la mecanización para periodos tan cortos, no suele ser viable, incluso en medios tan baratos como puede ser una motosierra ligera. Sin embargo, en aquellos casos de personas o entidades que se dediquen de forma continua a este trabajo o lo hagan simultáneamente con el aprovechamiento de maderas, es rentable el empleo de medios mecánicos, pues la mayor parte de los casos son comunes para ambos.

Refiriéndonos a las máquinas adecuadas para cada fase, tenemos:

- a) Corta y troceado de leñas: motosierras ligeras y medias.
- b) Saca: skidders, autocargadores, tractores agrícolas con remolque, grúa o cabrestante y "caballo de hierro".
- c) Astillado: astilladoras diversas.
- d) Rajado de leñas gruesas: rajadoras mecánicas o hidráulicas.

#### SACA DE LEÑAS CON SKIDDER

La técnica es la misma que la empleada para la saca de madera corta para celulosa. Hemos de distinguir estas variantes:

- a) Skidders o tractores agrícolas provistos de pinza para este trabajo.
- b) Skidders equipados con dos cabrestantes.
- c) Skidders equipados con un solo cabrestante.



Fig. 515. El extremo de los chokers, opuesto al enganchado en el escudo, se engancha en las piezas del cable tractor; al tensar éste quedará la carga suspendida y equilibrada.



Fig. 516. Sesenhasque de leñas.

En el primer caso la leña o madera, previamente apilada, es cargada por la propia máquina, sin necesidad de apearse el tractorista de la misma.

En el caso (b), ya se requiere que las pilas se dispongan sobre dos largueros o "durmientes"; colocados paralelamente, aproximadamente a un metro de separación entre ambos; de modo que los troncos o ramas queden en voladizo por ambos lados. La longitud óptima de la pila, debe ser de unos 40 cm. mayor que la anchura del escudo y aproximadamente igual a la del tractor. Las ramas se cortarán a esta longitud; los "palos" mas cortos se irán alternando con los largos,

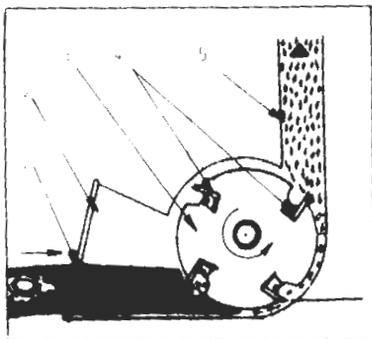


Fig. 517. Detalle del funcionamiento de una astilladora. 1.- Rollizo. 2.- Boca de entrada. 3.- Cilindro con cuchillas. 4.- Tubo soplador o de salida de las astillas.

e igualándolos lateralmente, para que la pila tenga la misma longitud en toda ella.

Para el enganche de la pila, se encara el tractor con ésta, de modo que el escudo quede centrado y próximo a la misma. Aprovechando el voladizo de la pila, se pasa un choker entre el suelo y ésta, bastando con empujarlo con el pie; después se desenrollan los cables tractores y se enganchan los casquillos terminales de cada choker a dos piezas del cable correspondiente. Posteriormente se tensarán ambos cables hasta que la carga quede suspendida.

Si los cables tractores terminan en un gancho, se puede utilizar este mismo método sin necesidad de utilizar chokers.

En el caso (c); o sea, cuando se dispone de un solo cable, que es el caso más general, la técnica que mejores resultados nos está dando es la que describimos a continuación, que fué ideada por nosotros hace unos años y experimentada en las prácticas del Centro de Capacitación Forestal de Cazorla. La leña o madera se dispone en pilas sobre durmientes, exactamente igual al caso anterior. Se emplean cho-



Fig. 518. Astilladora TECFORM.



Fig. 519. Astilladora alimentada a mano, durante su trabajo. Obsérvese que el tractor que la acciona lleva remolque para recibir directamente las astillas (ERJO).

kers o cadenas acabadas en un casquillo cilíndrico. En cada parte del escudo se hace un orificio en forma de "ojo de llave", para enganchar el casquillo del choker (Figs. 512, 513 y 514). Se opera de esta forma:

- Se encara y aproxima el escudo del tractor a la pila de madera o leña.

- Se pasan dos chokers de suficiente o igual longitud, uno a cada lado de la pila, empujándolos para que queden debajo de la leña y próximos a los durmientes. Si los chokers son cortos se pueden poner por parejas, teniendo la precaución de que la longitud de ambas parejas sea similar. A continuación se enganchan los casquillos de un extremo del choker a los orificios del escudo y los del otro extremo, a las piezas del cable tractor (Fig. 515). Ahora basta con tensar el cable, para que la carga quede suspendida y en condiciones de iniciar el desemboque (Fig. 516).

Para soltar la carga, se sigue este proceso:

- Aflojar el cable tractor para que la carga descienda.

- Con el cable suelto, avanzar y retroceder con el tractor aproximadamente un metro, hasta que desaparezca la tracción y queden flojos los chokers en el extremo que se amarran al escudo.

- A continuación, se extraen los casquillos cilíndricos de los orificios del escudo y enrollando el cable tractor, se sacan fuera de la carga.

### ASTILLADORAS

Basicamente, constan de una boca de alimentación, los elementos de corte, un sistema de transmisión, un tubo de soplado para la salida de las astillas y, a veces, unos rodillos de alimentación.

Pueden ir montadas sobre un tractor autocargador, que a su vez la abastece sirviéndose de su grúa (Fig. 521), aunque lo normal es que las pequeñas vayan remolcadas, sean alimentadas a mano y accionadas por toma de fuerza (Figs. 518 y 519).

Como elementos de corte, llevan un cilindro con cuchillas (Fig. 517), un tornillo sinfín o un disco, igualmente, provisto de cuchillas.

El tubo de salida debe ser giratorio e inclinable. Las astillas caen directamente a la caja de un remolque o a una tolva o depósito.

Son máquinas muy peligrosas, debiéndose extremar las precauciones al trabajar con éstas y cumplir las normas de seguridad recomendadas por el fabricante, que deben estar expuestas en el exterior de la máquina y en lugar visible.

Tanto la toma de fuerza como las correas de transmisión, han de llevar las correspondientes protecciones.

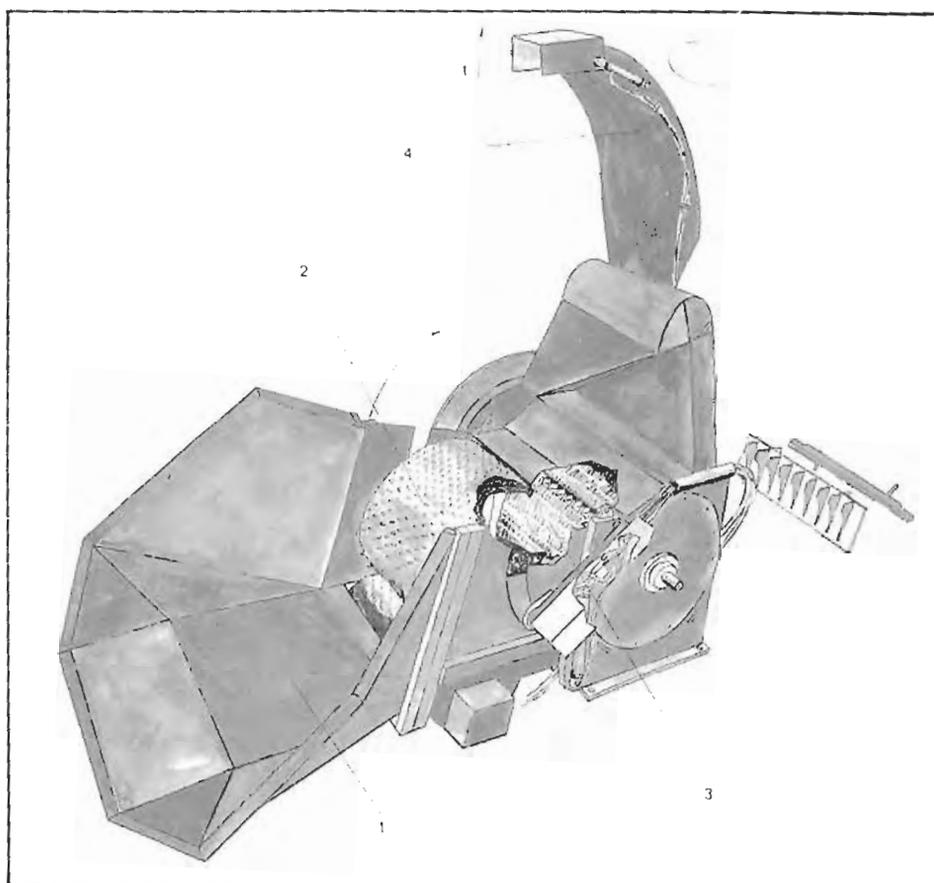


Fig. 520. Astilladora seccionada (ERJO). 1.- Boca de entrada. 2. Rodillos de alimentación. 3.- Cilindro con cuchillas. 4.- Tubo sopladur o salida de astillas.

Cuando la alimentación sea manual, la boca de entrada debe estar diseñada para que las manos no puedan llegar a las cuchillas o rodillos de alimentación; estará situada a unos 60 cm. del suelo, algo inclinada hacia arriba, para que el trabajo sea cómodo.

Las astilladoras más potentes, tienen equipo de alimentación, formado por rodillos (2 de la fig. 520); en las más pequeñas, son las propias cuchillas quienes tiran de los troncos o "rollizos" hacia ellas.

Las producciones en las pequeñas oscilan entre los 5 y los 20 metros cúbicos de astillas a la hora, según dimensiones del material y facilidad de alimentación; alcanzándose los mejores resultados con rollizos ya desramados.



Fig. 521. Astilladora y tolva (ERJO) sobre autocargador (KOCKUM).

RAJADORAS MECANICAS (Fig. 522)

*Estas sencillas máquinas van enganchadas a los tres puntos del tractor y accionadas por su toma de fuerza. Sus partes son el enganche, soporte, mesa de trabajo, eje de transmisión y el "mandril"; éste tiene forma cónica, estando recorrido por una rosca que sigue su conicidad, como si de una barrena o "tirafondos" de grandes dimensiones se tratase.*

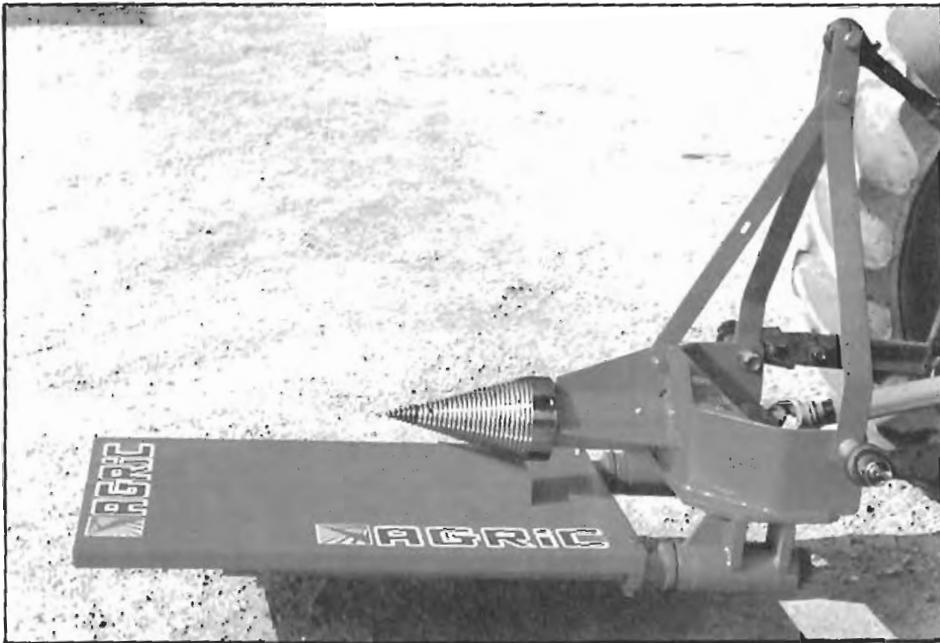


Fig. 522. Rajadora mecánica (AGRIC).

El rajado de los tacos de madera, se consigue de la siguiente forma:

Con el mandril girando, se coloca el taco vertical y se empuja contra la punta del mandril (Fig. 523); que por efecto de su rosca, se clava en la madera y empieza a penetrar en el tronco; debido al aumento de diámetro del mandril a la vez que penetra, acaba abriendo al tronco.

A diferencia de otras máquinas accionadas por toma de fuerza, en la rajadora debe girar a una velocidad moderada, pues si lo hace muy rápido el mandril tiende a agujerear el tronco en vez de rajarlo.

Como medidas de seguridad están la utilización del equipo personal de seguridad, no debiéndose operar con ropas poco ceñidas, corbata o pelo muy largo. Los troncos se pondrán sobre la mesa siempre de pie. La toma de fuerza deberá ir protegida y los espectadores deben mantenerse a una distancia prudencial.

#### RAJADORAS HIDRAULICAS (Fig. 524)

Consiste en un banco sobre ruedas y provisto de un simple sistema hidráulico, formado por una bomba (7), un cilindro



Fig. 523. Detalle del trabajo de la rajadora mecánica (AGRIC).

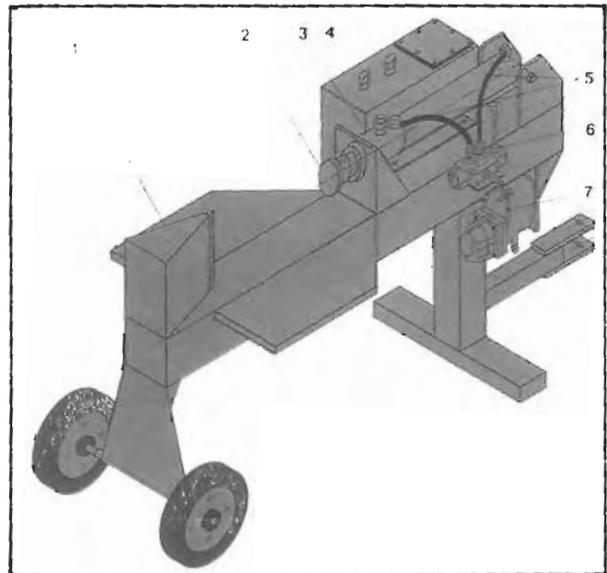


Fig. 524. Rajadora hidráulica (VENTURA). 1.- Cuña. 2.- Tope del vástago. 3.- Cilindro hidráulico. 4.- Depósito de aceite. 5.- Latiguillos. 6.- Mando o válvula de dirección. 7.- Bomba hidráulica.

dro hidráulico de doble efecto (3), una válvula de dirección (6) y un depósito de aceite (4).

En la parte opuesta al vástago (2) del cilindro (3), va una fuerte cuña fija de acero (1).

Algunas rajadoras utilizan la bomba del elevador hidráulico del tractor, careciendo igualmente, del depósito de aceite.

Cuando la bomba va instalada en la propia máquina, también suele ser accionada por un motor eléctrico. La presión de trabajo es de unas 150 atmósferas.

Su función se realiza colocando los troncos longitudinalmente entre la cuña (1) y el tope del vástago (2); al accionar la palanca de la válvula de dirección (6), se comprime el tronco sobre la cuña, hasta acabar rajándose.



## CAPITULO XXIX

MAQUINAS PARA EL TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA

El transporte de la madera se ha venido realizando tradicionalmente utilizando las corrientes fluviales, los ferrocarriles de vía estrecha, los teleféricos tricables y los camiones; siendo estos últimos, el único medio viable actualmente en nuestras explotaciones.

La carga es, junto al derribo y tronzado, la otra fase de la explotación forestal, realizada íntegramente por medios mecánicos; pues su realización manual es una modalidad totalmente obsoleta en nuestros días.

De las múltiples máquinas que han surgido para la realización de la carga de camiones; únicamente dos, en sus diferentes versiones, acaparan el mercado en los últimos años: las "grúas hidráulicas", montadas sobre los propios vehículos de transporte; y los "cargadores autopropulsados de pinza". Las primeras tienen su máxima aplicación en el propio monte; los segundos, en los parques de recepción de maderas; donde se utilizan tanto para la carga y descarga de camiones, como para el apilado o desplazamientos de la madera por el parque y el abastecimiento de otras máquinas estacionarias (descortezadoras, molinos, sierras, ...).

CAMIONES

Sus dimensiones y características vienen impuestas por las condiciones de la vía de saca, especialmente en lo que al trazado y firme se refiere. Una anchura de 2,5 - 3 m., suele ser suficiente para la circulación de camiones de dos o tres ejes y tracción simple, a condición de que las curvas



Fig. 525. Cañón todo terreno (IPV).

tengan un desarrollo circular, el radio sea suficiente y el firme presente una aceptable adherencia y resistencia; bastando, en general, con que éste sea de macadam o simplemente de tierra compactada, siendo la humedad el principal factor limitante en el último caso. Así en las explotaciones del centro y sur peninsular, los camiones normales acceden directamente al pie de corta. Sin embargo, en las del norte, donde el clima se caracteriza por una alta pluviosidad, repartida a lo largo de un buen número de días al año; lo que unido a una proliferación de pistas forestales, que adolecen habitualmente de un trazado adecuado; pues suelen seguir el recorrido de antiguos senderos o veredas, es la causa de que en Asturias, Cantabria y Galicia, sea la típica "carrocota" el vehículo de transporte por excelencia; al menos para el transporte parcial de la corta hasta la vía principal con firme asfaltado.

Las llamadas "carrocotas", son camiones todo terreno, de dimensiones reducidas, pero que reúnen unas excelentes características para circular por pistas estrechas, con fuertes pendientes o firme irregular o resbaladizo. En un principio se construían de forma íntegramente artesanal; siendo, en realidad, camiones todo terreno, desechados del Ejército, a los que se les acortaba la "vía" y la "batalla". Actualmente se fabrican estos vehículos bajo patente, por dos firmas gallegas diferentes: URO y MAFSA. Las diferentes versiones de una y otra, se emplean en el sector forestal, tanto para el transporte de maderas como en vehículos contra incendios.



Fig. 526. Camión tipo "tractora", con remolque de chasis telescópico para el transporte de troncos y grúa hidráulica (FISKARS).

Como ejemplo de las características de este tipo de vehículos, resumimos las del IPV - 180P (Fig. 525), que es el modelo mas alto de los fabricados por MAFSA, en Puente Nuevo (Lugo):

- Motor: Diesel, atmosférico de 8 cilindros en V; 16,4 l. de cilindrada y 180 H.P. de potencia al freno.

- Bastidor: Rígido formado por dos largueros de acero de alto límite elástico, que viene a realizar la función de la oscilación vertical de los semichasis del skidder, asegurando el contacto de las ruedas con el suelo aún sobre una irregular superficie.

- Transmisión: Caja de cambios de 6 velocidades de avance y marcha atrás; embrague monodisco en seco con mando hidráulico; reductora y repartidor de par con bloqueo electropneumático en la caja transfer; puentes delantero y trasero provistos de reductores planetarios en las ruedas.

- Dirección: Hidráulica.

- Frenos: De tambor y accionamiento neumático, con circuitos independientes y corrector de frenada. El de estacionamiento actúa sobre los tambores traseros, bloqueándose por resorte y desbloqueándose por presión.

- Elementos de trabajo: Plataforma basculante de carga y posibilidad de sacar tomas de fuerza hacia adelante y hacia atrás, para accionar diferentes elementos de trabajo (bomba para la grúa o basculante, cabrestante, etc.).

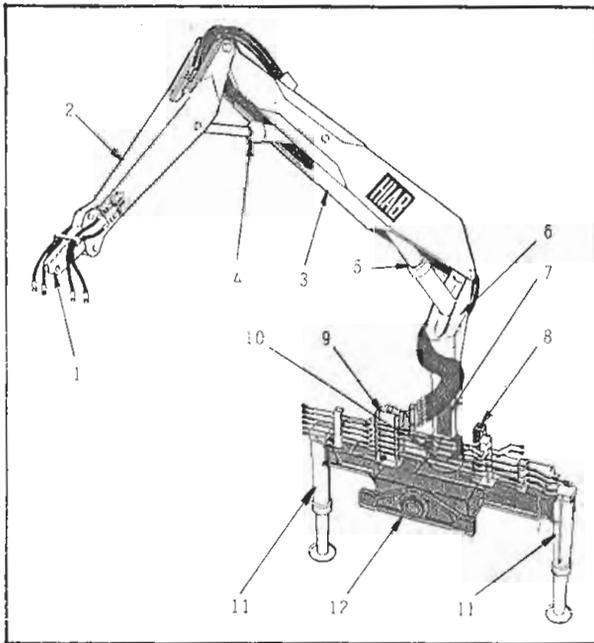


Fig. 527. Elementos de la grúa hidráulica (HIAB). 1.- Brazo de prolongación. 2.- Brazo de basculamiento. 3.- Brazo de elevación. 4.- Cilindro de basculamiento. 5.- Cilindro de elevación. 6.- Bastidor. 7.- Eje de giro. 8.- Apoyo. 9.- Sistema de válvulas. 10.- Corona dentada del dispositivo de giro. 11.- Gatos o pies de apoyo. 12.- Base.

Dimensiones y peso: Con una longitud total de 7 m. y 2,2 m. de anchura; tiene un peso en vacío de unas 6 Tm., presentando una capacidad de carga máxima de 14 Tm. en carretera, que desciende a 10 Tm. en todo terreno.

En cuanto a camiones de tonelaje medio o pesado, hemos de decir que las firmas PEGASO, RENAULT (antes BARRERIOS) y EBRO, fabrican en nuestro País, una elevada gama de mode-

los que cubren ampliamente las exigencias del transporte forestal. Últimamente se está incrementando la presencia en el sector de firmas de importación, tales como VOLVO, SCANIA o MERCEDES BENZ.

Las características medias de los camiones para este trabajo, son:

- Motor: Diesel, con una potencia comprendida entre los 125 y los 300 H.P. de potencia al freno.

- Carga: De 10.000 a 30.000 Kg.

- Número de ejes: 2 ó 3, pudiendo ser de simple o doble tracción. Para distancias muy largas, es aconsejable el camión de tipo "tractora" con remolque (Fig. 526).

- Transmisión: Embrague de disco en seco y caja de cambios de 4 ó 6 velocidades. Algunos llevan reductora.

- Dirección: Servodirección o dirección ayudada.

- Frenos: Como en los anteriores, mas un eléctrico.

- Elementos de trabajo: Plataforma de carga con teleros desmontables y grúa hidráulica para la carga.



Fig. 528. Grúa hidráulica de brazos telescópicos montada en un tractor autocargador (FISKARS).

### GRUA HIDRAULICA

Se monta sobre el bastidor del camión, generalmente

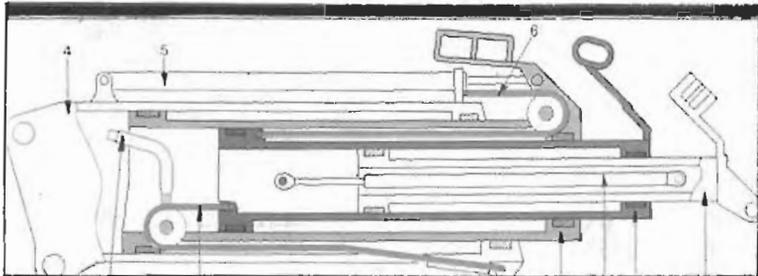


Fig. 529. Sección del sistema de brazos telescópicos (FISKARS). 1. Primer brazo telescópico. 2. Segundo brazo telescópico. 3.- Tercer brazo telescópico. 4. Brazo de basculamiento. 5. Cilindro del primer brazo. 6.- Cadenas para accionar el segundo brazo. 7. Cilindro del tercer brazo. 8.- Engrasador de la cadena.

entre la cabina y la caja (Fig. 526) Sin embargo, en el caso de que la madera sea mas corta que la longitud de la plataforma del camión y se coloque bien longitudinal o transversalmente; que para aumentar el radio de acción de la grúa, se suele montar en la parte trasera del camión (Fig. 532).

Generalizando, en toda grúa hidráulica, podemos considerar las siguientes partes (Fig. 527): base,

bastidor, dispositivo de giro, sistema de brazos, cilindros, bomba, sistema de válvulas, conducciones, rotor y grapa.

a) Base (12).— Es el elemento por el que se sujeta la grúa al bastidor del camión. Puede ser hueca y servir de depósito de aceite, aunque éste puede ser, igualmente, independiente. Normalmente se apoya sobre tres puntos, que hacen que la grúa quede independiente de las flexiones del bastidor del vehículo, cuando éste se desplace por firmes irregulares. Sobre ella se fija el eje de giro (7) que se ubica en el interior del bastidor (6).

b) Bastidor (6).— Es el elemento vertical de la grúa, interpuesto entre la base y el sistema de brazos. Está formado por un tubo, en cuya parte superior va soldado el soporte en el que se articula el extremo del brazo de elevación y su correspondiente cilindro. En su parte inferior, va la corona del dispositivo de giro.

c) Dispositivo de giro.— Consta de un cilindro hidráulico con dos émbolos opuestos, unidos entre si por un vástago dentado, que engrana en la corona solidaria al bastidor de la grúa. Según se envíe aceite a presión por un extremo

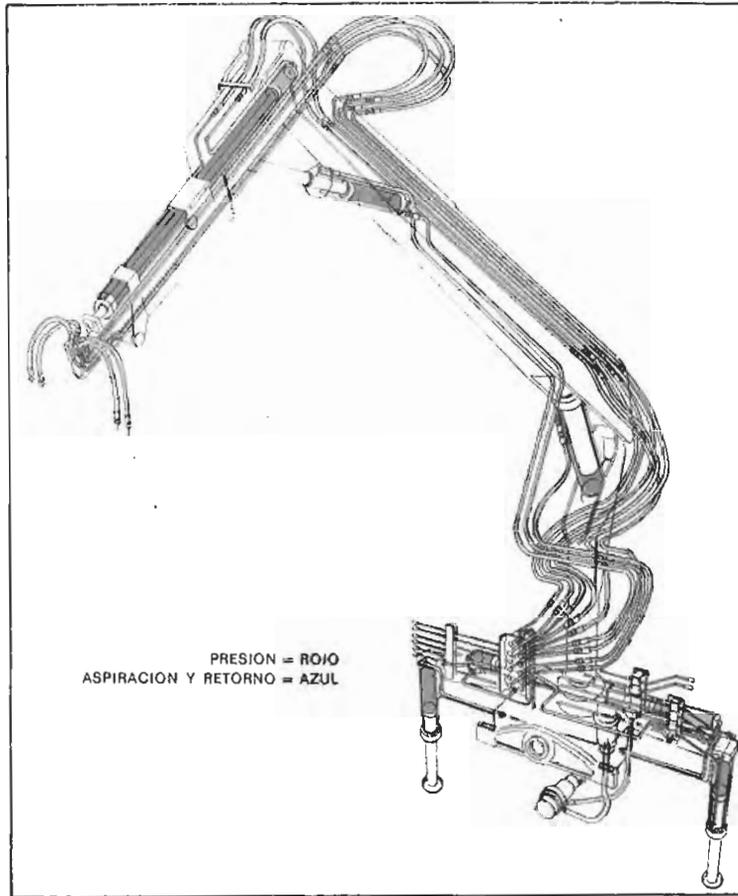


Fig. 530. Esquema hidráulico de una grúa (HIAB).



Fig. 531. Detalle del trabajo de la grapa. Obsérvese el "rotor" ubicado entre ésta y el brazo de prolongación (FISKARS).

u otro del cilindro, girará todo el sistema de brazos hacia la izquierda o derecha, hasta llegar a un giro de 360 a 380°.

d) Sistema de brazos. - En general, está compuesto por dos partes: un brazo de "elevación" y un brazo de "basculamiento" (3 y 2), que finaliza en una parte telescópica o brazo de "prolongación". Este puede ser a su vez, igualmente, telescópico, para aumentar el radio de acción de la grúa.

Esta ventaja de las grúas de brazos telescópicos y la posibilidad de situar su sistema de brazos casi vertical; merced a la disposición, igualmente vertical, del cilindro de elevación; hacen que éstas sean especialmente adecuadas para su empleo en los autocargadores, incluso en los trabajos por entresaca (Fig. 528).

e) Cilindros hidráulicos. -

Los diferentes cilindros existentes en el conjunto de la grúa son:

- De "elevación" (5), que acciona el brazo del mismo nombre al que se articula su vástago, uniéndose el cilindro al soporte del bastidor. Es el único cilindro de "simple efecto" de la grúa.



Fig. 532. Grúa de brazos telescópicos montada en la parte trasera de la plataforma de un camión (FISKARS).

- De "basculamiento" (4) y de "prolongación", que accionan sus respectivos brazos. El de "prolongación" no es visible en la figura 527, por ir situado en el interior del brazo (2). Si va equipada con brazos telescópicos (Fig. 529), lleva un cilindro (5) situado en el exterior del brazo de basculamiento, para el primer brazo telescópico (1); un segundo cilindro (7) para el tercer brazo telescópico (3), ubicado en su interior. El segundo brazo basculante (2), se manda por unas cadenas (6), cuyo accionamiento se realiza por el efecto combinado del cilindro (5).

- Del "dispositivo de giro", ya explicado y de constitución diferente al resto, por llevar dos émbolos unidos por un vástago con dentado de cremallera.

- De "apertura y cierre de la grapa", interpuesto entre las dos "valvas" de este elemento de trabajo. Su longitud es reducida.

- "Pies de apoyo" (11), situados en ambos extremos de la base. Se emplean para anclar y estabilizar al conjunto durante las operaciones de carga y descarga, a fin de que el bastidor del camión no sufra las torsiones y sacudidas. Se mandan desde el sistema de válvulas direccionales de la grúa y van provistos de un dispositivo de retención para su bloqueo en la posición adecuada.

f) Bomba. - Variable según modelos y marcas de grúas. Se emplean tanto las de rotor como las de engranajes. Se

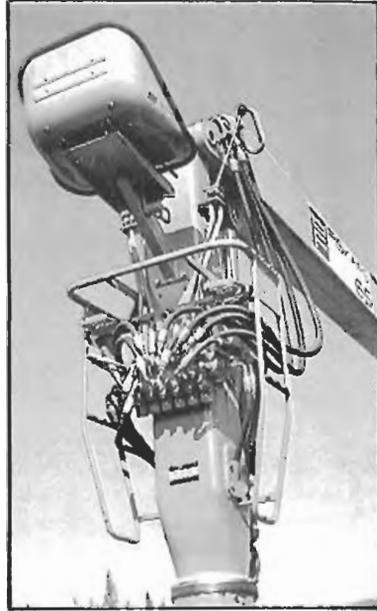


Fig. 533. Asiento y mandos de la grúa sobre su propio bastidor (FISKARS).

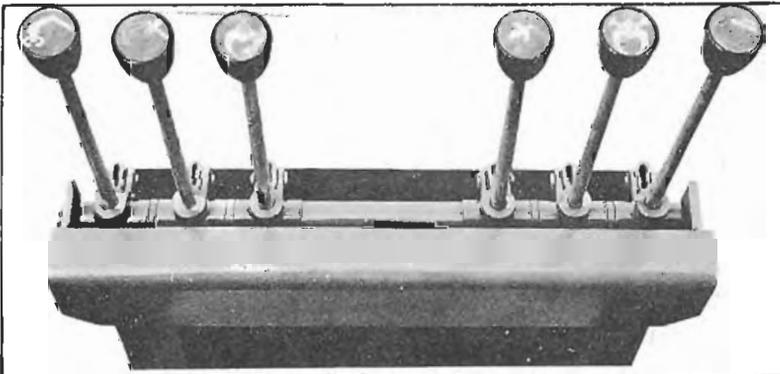


Fig. 534. Mandos de la grúa por medio de palancas (HJAB).

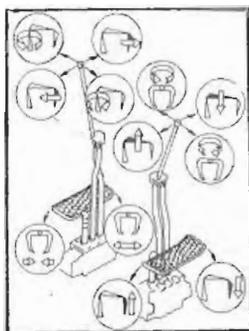


Fig. 535. Mando de la grúa mediante dos palancas de funciones combinadas y dos pedales (FISKARS).

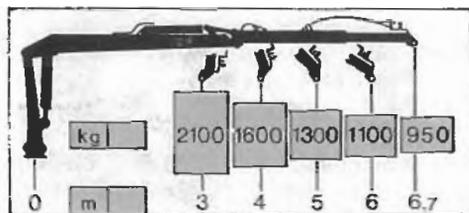


Fig. 536. La capacidad de elevación de la grúa desciende al aumentar la distancia entre grapa y bastidor.

acciona directamente desde el motor o desde la caja de cambios o convertidor del vehículo. Sus características, igualmente variables, oscilan entre un caudal de 30-100 l/min. y una presión de 150-180 atmósferas.

g) **Sistema de válvulas.**— Los movimientos de la grúa son dirigidos por válvulas "direccionales" de tipo corredora, que se ubican en un bloque único. También existen otras válvulas, como las "limitadoras de presión", que impiden la sobrecarga de la máquina; las de "aspiración" que evitan el vacío en las tuberías y las de "flujo constante" que regulan la velocidad de descenso del sistema de brazos.

El mando de las válvulas direccionales, se puede realizar con una palanca para cada válvula (Fig. 534) o una palanca de movimientos combinados para más de una válvula; alguna de las cuales, pueden ir mandadas por pedales (Fig. 535).

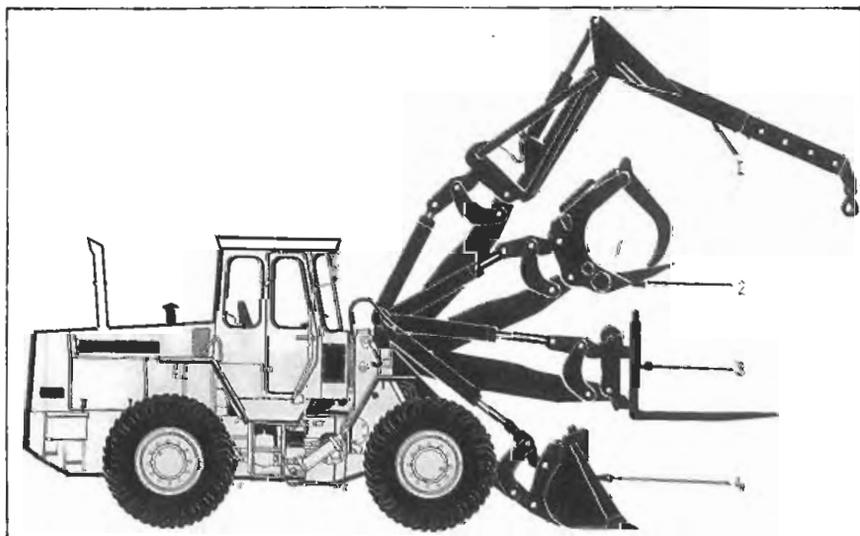


Fig. 537. Elementos de trabajo acoplables a un cargador (VOLVO). 1. Grúa de elevación. 2.- Pinza para troncos. 3. Horquilla para maderas escuadradas. 4. Cucharón.

En las primeras grúas, los mandos se ubicaban sobre la propia base (Fig. 527); disposición nada aconsejable, pues a su falta de visibilidad para controlar las operaciones, había que sumarle su peligrosidad, al izar las cargas por encima del operador que las manejaba. Actualmente, se ubican sobre un soporte del bastidor, si se trata de camiones (Fig. 533), o en el interior de la propia cabina en los autocargadores. En ambos casos, existe una excelente visibilidad y el operador queda totalmente protegido, contra las eventuales caídas de las trozas.

h) Conducciones (Fig. 530).- A cada mecanismo hidráulico de la grúa (cilindro, rotor,...), llegan dos conducciones desde el sistema de válvulas que indistintamente, pueden actuar como presión o retorno. Son tuberías de alta presión, cuya longitud pueden superar los 15 m. en las que accionan el rotor y grapa; parcialmente son metálicas, siendo flexibles -latiguillos- en las articulaciones y partes móviles de la máquina. Las conexiones o boquillas, deben ser del tipo desmontable, para facilitar su reparación en el propio monte (Fig. 292).

i) Grapa y rotor (Fig. 531).- La grapa es el elemento de trabajo de la grúa. Consta de dos "válvas" articuladas, que se abren y cierran por un cilindro de doble efecto.

El giro de la grapa, independientemente del sistema de brazos, se consigue con el "rotor"; elemento de reducidas dimensiones y que se sitúa entre ésta y el extremo del brazo telescópico de prolongación.

#### CAPACIDAD DE ELEVACION

La capacidad de elevación de cualquier grúa, se expresa por el "momento" o producto de multiplicar el peso real de la carga, por la distancia del centro del bastidor a la grapa. Así en la figura 536, observamos que una grúa cuyo momento está en torno a los 6.300 - 6.500 Kgm.; eleva una carga real de 2.100 Kg. a 3 m. de distancia y que ésta descende hasta 950 Kg. al prolongar el brazo hasta 6,7 m.

#### CARGADORES AUTOPROPULSADOS DE PINZA

Los cargadores forestales autopropulsados de pinza, generalmente, son palas cargadoras de ruedas a las que se les ha sustituido el cucharón por una pinza para troncos o elemento similar; necesitando únicamente de un cilindro de doble efecto y su correspondiente válvula de dirección, además del sistema de brazos y cilindros necesarios para el cucharón.

Los latiguillos de dicho cilindro, son de "enganche rápido" por presión: También es "rápida" la conexión de del elemento de trabajo al sistema de brazos; de modo que el intercambio de elementos no suele durar mas de unos segundos, sin necesidad de que el maquinista tenga que apearse de la máquina en muchos casos. En la figura 537 se esquema-



Fig. 538. Cargador autopropulsado 4x4, durante su trabajo (VOLVO).

tizan algunos de los elementos de trabajo que se pueden montar sobre el tractor y sistema de brazos de la pala cargadora. Para manipular madera "en rollo" se emplea la pinza (2); la horquilla (3) es para los fajos de madera escuadrada, montados sobre unos separadores o "palets".

Las características del tractor vienen a ser las de un skidder invertido (Fig. 538), pues su repartimiento de pesos es opuesto al de aquel, con la excepción de que aquí la transmisión es siempre "power shift" o hidrostática, ya que la caja de cambios y embrague tradicionales, no son adecuados para las continuas maniobras de avance y retroceso que conlleva su trabajo.

Tampoco es aconsejable la utilización de diferenciales "no spin", ya que al desplazarse estas máquinas, generalmente, por buen firme; aumentarían extraordinariamente el desgaste de los neumáticos. Por tanto, éstos deben ser convencionales con bloqueo, al menos en el delantero.

Indistintamente, se emplean tanto de bastidor rígido como articulado. La tracción puede ser doble o simple; en

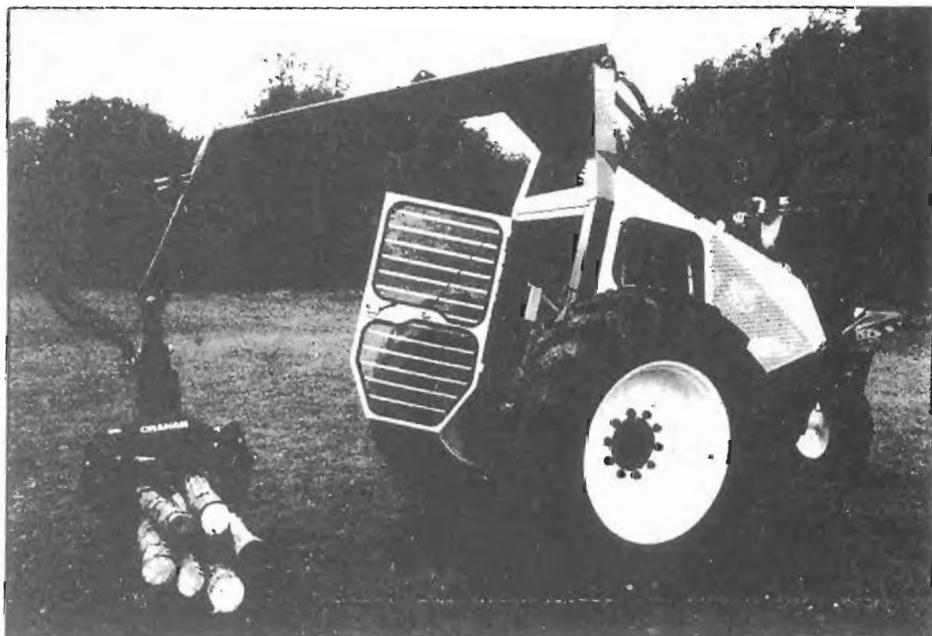


Fig. 539. Moderno cargador hidrostático, con rueda trasera única y oscilante. La grapa vertical sobre un largo brazo, tiene su principal aplicación en el apilado de troncos (SIFFER).

este último caso, las ruedas directrices de menor tamaño, son las traseras, recordando a un tractor agrícola al revés.

Algunos llevan, incluso, una pequeña rueda en su parte trasera. Las ruedas motrices delanteras, mejoran considerablemente su tracción, al incidir sobre ellas el peso de la carga; a su vez contribuyen a que la dirección sea más manejable.

La cabina es de seguridad, cerrada e insonorizada. Suelen ir provistas de un eficaz sistema de aireación y calefacción; siendo frecuente el aire acondicionado.

Por sus potencias y peso, pueden ser extraordinariamente variables; existiendo algunos modelos que superan los 300 H.P. y más de 20 Tm. de carga. En España, la potencia ideal oscila entre los 60 y los 100 H.P.

La dirección debe ser hidrostática en todos ellos.

La pinza de carga puede montarse opcionalmente sobre el skidder (Fig. 541), realizando a éste las transformaciones necesarias. No obstante, al incidir el peso de la carga sobre el eje delantero, que a su vez soporta los  $\frac{2}{3}$  del propio peso de la máquina; tiende a levantarse por su parte trasera, limitando su capacidad de carga y no aprovechando optimamente su potencia.

No es aconsejable acoplar la pinza a un tractor agrícola convencional, ya que ni su transmisión ni dirección son los más adecuados para este trabajo; su adherencia, ya limitada, se reduce aún más en carga al tender a levantarse la máquina por su parte trasera, que es donde llevan las ruedas motrices.

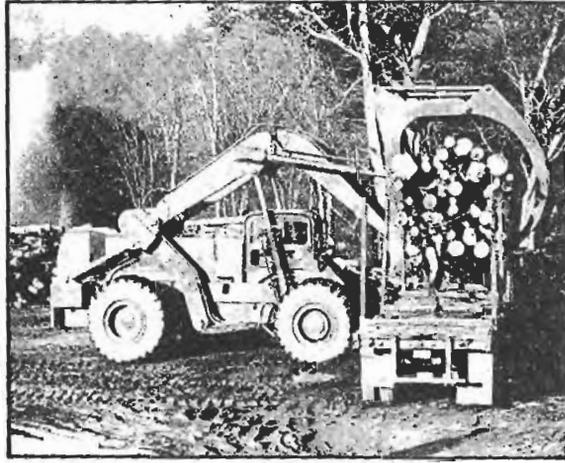


Fig. 540. Cargador gigante, cuya capacidad de carga puede superar las 20 Tn. (PETTIBONE).



Fig. 541. Pinza de carga acoplada a un skidder.



## **QUINTA PARTE**

**Máquinas utilizadas en la construcción de**

# ***CAMINOS FORESTALES***



### GENERALIDADES

La "construcción de vías de saca", forma parte del conjunto de trabajos complementarios a toda explotación forestal, cuyo objetivo final es la elaboración de la madera partiendo del árbol en pie.

Los "caminos forestales" en concreto, aunque construidos en un principio para la extracción de maderas, leñas u otros productos del monte, posteriormente pasan a desempeñar otros cometidos dentro de las mas diversas actividades forestales (acceso de los equipos contra incendios, vigilancia, vehículos, etc.) o de tipo social (excursiones, acceso de cazadores o pescadores, investigadores, etc.). Si nos fijamos en todos estos detalles, podemos observar el beneficio que aportan estos accesos al monte, sobre todo en las últimas décadas debido al azote que sufren los bosques españoles por parte de los desaprensivos pirómanos. Incluso ellos mismos constituyen en si eficientes franjas cortafuegos.

Para la apertura de caminos, se emplea la clásica maquinaria de Obras Públicas, aunque sin llegar a las grandes potencias tan frecuentes en los voluminosos desmontes o rellenos, característicos de las obras en la red nacional de carreteras; siendo raro el empleo de motores que superen los 180 H.P., aún en las mas pesadas, cuando en las segundas se sobrepasa actualmente los 800 H.P. de potencia, en los grandes bulldozer o dumpers.

Como dichas unidades presentan altos costes de adquisición y utilización, que comprometerían la viabilidad de la explotación, máxime cuando en este sector su empleo no suele presentar continuidad en el tiempo; éstas unidades suelen alquilarse y no adquirirse directamente por las entidades forestales. No obstante, algunas disponen de un equipo básico formado por un bulldozer de potencia baja o media, una pala cargadora, un pequeño dumper o camión volquete, un equipo de perforación, un rodillo liso vibratorio y, excepcionalmente, una motoniveladora.

En el siguiente cuadro se exponen las diferentes fases a considerar en la construcción de caminos, acompañadas de las máquinas con que pueden realizarse:

#### CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS FORESTALES

FASE	MAQUINAS EMPLEADAS
- DESBROCE	- Desbrozadora portátil, desbrozadora centrífuga acoplada al tractor, hoja desbrozadora (fleco) sobre tractor de orugas y hoja bulldozer o anledozer.
- MOVIMIENTO DE TIERRAS	- Hojas explanadoras o "dozer", escarificadores, traillas, mototraillas, palas cargadoras y dumpers.
- MOVIMIENTO DE ROCAS	- Compresores portátiles equipados con martillos neumáticos rompedores o perforadores, motoperforadores, martillos hidráulicos sobre retroexcavadora.

- NIVELACION	- Motoniveladoras.
- COMPACTACION	- Rodillos "pata de cabra", rodillos lisos y rodillos vibratorios renolcados o autopropulsados.

## CAPITULO XXX

HOJAS EXPLANADORAS O "DOZER"

En esencia, se trata de una hoja montada sobre un bastidor acoplado a un tractor de orugas y que al menos los movimientos de elevación y descenso de la hoja se controlan hidráulicamente. Atendiendo a las posiciones de la hoja, se diferencian cuatro tipos:

- Bulldozer.
- Angledozer.
- Tiltadozer.
- Tipdozer.

BULLDOZER

Es el tipo más básico y con menos funciones (Fig. 542). Su principal característica es la hoja, recta o curvada, pero que siempre va perpendicular al eje longitudinal del tractor; es decir, recta delante del mismo. Posee solo dos movimientos: elevación y descenso de la hoja, pudiendo fijarla a distintas alturas con respecto al terreno. Tales movimientos los realiza merced a un sistema hidráulico que



Fig. 542. Bulldozer sobre tractor de orugas (CATERPILLAR). 1.- Hoja. 2.- Bastidor. 3.- Brazo de inclinación. 4.- Cilindro Hidráulico. 5.- Cabina o estructura de seguridad.



Fig. 543. Partes de la hoja bulldozer. 1.- Refuerzo lateral. 2.- Vertedera. 3.- Cuchilla. 4.- Punta de extremo o "Cantonera".

la hoja plana, muy empleada en los modelos antiguos, tiende a desaparecer; limitándose su uso excepcionalmente a algunos modelos dedicados al amontonamiento de materiales sueltos (arena, grava, ...). Generalmente la hoja suele ser de mayor longitud que el ancho del tractor y mas altas que en los otros tipos de "dozer", ya que su función es distinta.

Su utilización va del relleno de zanjas y barrancos, excavación en línea recta, desbroce previo del terreno, amontonamiento de materiales y extensión de los mismos, etc. hasta trabajos en situaciones difíciles y grandes pendientes, en los que su gran peso y el agarre que le proporcionan las cadenas le facilitan su labor.

Tractor y hoja forman un conjunto muy compacto y rígido, que si bien se utiliza en ciertos trabajos de nivelación, digamos que se trata de una máquina para hacer trabajos en "basto", reservándose la nivelación y refino, a otras

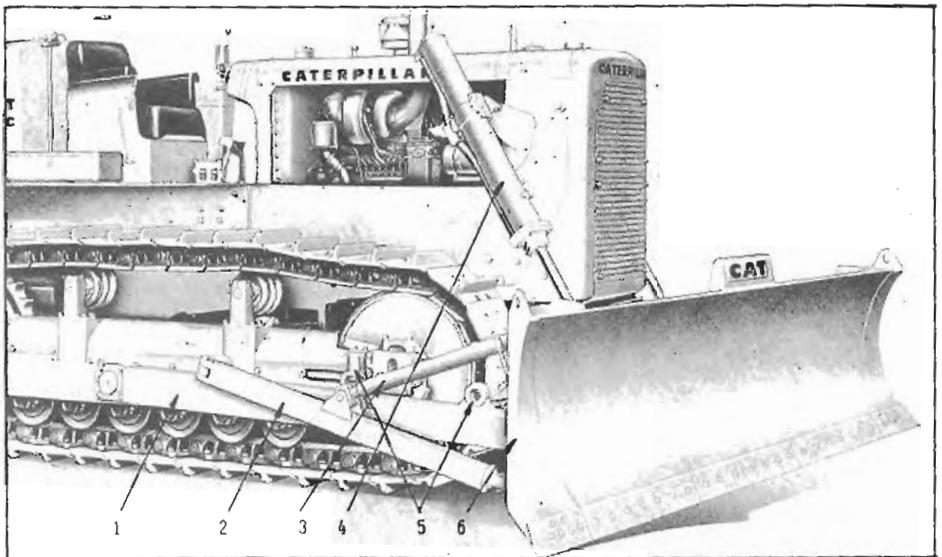


Fig. 544. Angledozer sobre tractor de orugas (CATERPILLAR). 1.- Bastidor de la hoja. 2.- Brazo de empuje. 3.- Brazo de inclinación. 4.- Cilindro hidráulico. 5.- Soportes para la fijación de la hoja. 6.- Hoja.

recibe aceite a presión desde una bomba accionada por el motor de la máquina. Para ello va provisto de dos cilindros hidráulicos de doble efecto, sujetos al tractor y a la hoja.

Por lo general, esta hoja tiene una forma mas o menos cóncava (Fig. 543), para imprimir al material empujado un movimiento rotatorio que facilita el desplazamiento. Por este motivo

máquinas mas idóneas para estos trabajos.

En la fig. 542 se puede observar la colocación de la hoja sobre la parte delantera del tractor. La hoja mostrada en la fig. 543 es la también llamada "hoja en U"; está fabricada a base de acero tratado termicamente, lleva múltiples refuerzos internos y va provista de cuchillas y cantoneras de acero atornilladas.

### ANGLEDOZER

Su principal diferencia con el bulldozer estriba en el movimiento angular de la hoja con respecto al eje longitudinal del tractor, pudiendo situarse en diferentes posiciones. Aparte de esto, posee los movimientos de elevación y descenso de la hoja mencionados en el bulldozer.

Al igual que en áquel, la hoja va montada en la parte delantera del tractor y puede colocarse a diferentes alturas. Esta hoja no va colocada tan cerca del tractor como la del bulldozer, no formando un conjunto tan equilibrado como en éste (Fig. 544). La hoja "angledozer" es algo mas larga que la del bulldozer, pero cuando se coloca sesgada a derecha o izquierda, puede pasar por lugares no mucho mas anchos que los necesarios para el tractor solo.

Se puede utilizar, aparte de las tareas del bulldozer, para la excavación de caminos o terrazas a media ladera, siendo la máquina mas adecuada para este trabajo al ir rellenando simultaneamente el terraplen con el material que va excavando.

La fig. 545 nos muestra las tres posiciones de orientación que permite la hoja "angledozer".

Dicha hoja es ligeramente cóncava en la parte llamada "vertedera" (Fig. 546); el respaldo es recto. En su parte inferior lleva atornilladas las "cuchillas" y las "cantoneras" o "puntas de extremo", que son de acero o aleaciones especialmente resistentes. Lleva además, unos soportes a los que se sujetan los brazos de "inclinación" y "empuje", así como un "bulón pasador" o una "rótula" para la sujección al "bastidor" en forma de "U" que observamos en la fig. 548. Las cantoneras y cuchillas pueden ser reversibles, con lo que se duplica su vida de servicio (Fig. 547).

El "bastidor o arco" (Fig. 548) tiene forma de "U" y va sujeto a los largueros de los carros de rodaje. A él se sujeta la hoja y los "brazos de empuje e inclinación" de ésta. El representado en el dibujo, tiene tres soportes a cada lado lo que permite colocar la hoja formando diferentes ángulos respecto al eje longitudinal de la máquina. Al bastidor se sujetan, igualmente, los extremos de los vástagos de los cilindros hidráulicos. Está fabricado en acero y es de estructura rectangular y hueca.

Los "brazos de empuje" (2 de la fig. 544), son vigas huecas que van desde el arco o bastidor, hasta la parte inferior de la hoja. La mayor parte de los modelos montan es-

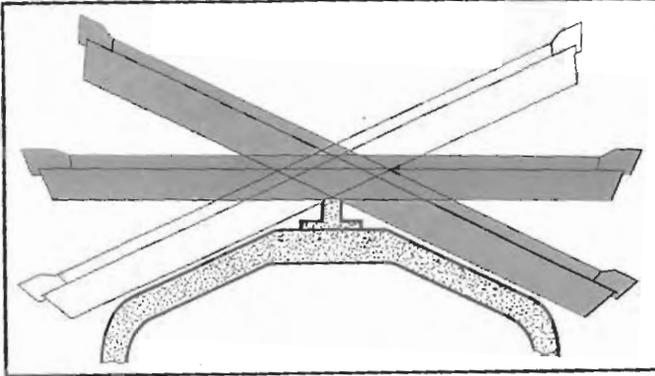


Fig. 545. La hoja angledozer puede colocarse en tres posiciones diferentes.

ca-; mediante dos cilindros hidráulicos -inclinación hidráulica- o un husillo y un cilindro hidráulico -inclinación mixta-

#### TILTDOZER

El tiltdozer (Fig. 449), es básicamente un bulldozer cuya hoja puede bajar o subir uno de sus extremos hasta unos 30 cm. respecto al otro. Esta facultad le permite atacar al terreno con una esquina cuando son muy duros o están helados; igualmente sirven para abrir una cuneta o zanja de poca profundidad, o atacar piedras o arrancar tocones, con mas ventajas que otros dozer.

Como anteriormente hemos apuntado, el "tilt-

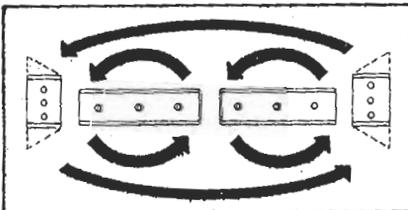


Fig. 547. Las cuchillas y cantoneras pueden ser reversibles e intercambiables con lo que se duplica la vida de servicio (CAT).

tos brazos en el exterior del bastidor. Otros, por el contrario, los colocan interiormente, lo que presenta algunos inconvenientes a la hora de su manejo.

Los "brazos de inclinación" (3 de la fig. 544), pueden ser rígidos de una sola pieza, ajustables mediante un husillo -inclinación mecáni-

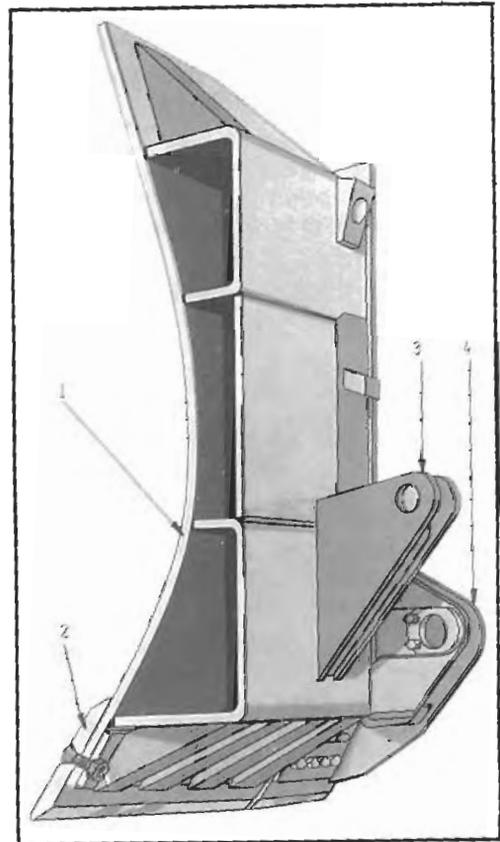


Fig. 546. Sección de una hoja angledozer. 1.- Vertedera. 2.- Cuchilla. 3.- Soporte del brazo de inclinación. 4.- Soporte del brazo de empuje.

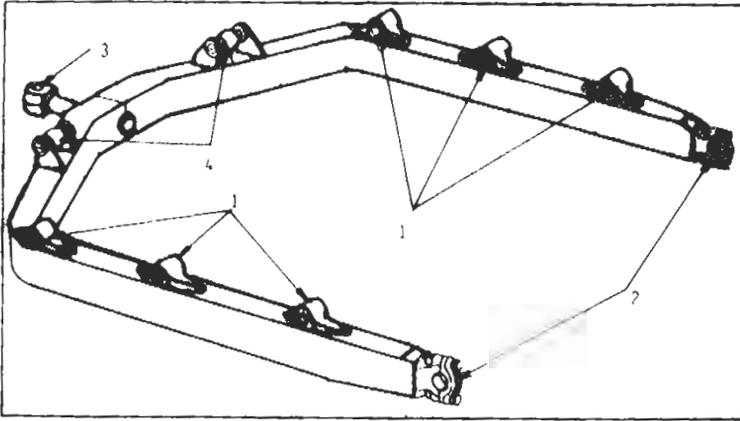


Fig. 549. Bastidor o arco. 1.- Soportes para los brazos de inclinación de la hoja. 2.- Soporte desmontable para la sujeción a los largueros del tren de rodaje. 3.- Apoyo giratorio para el punto central de la hoja. 4.- Soporte para la sujeción de los vástagos a los cilindros hidráulicos de accionamiento.

dozer" puede compararse a un bulldozer en muchos trabajos y al angledozer en la media ladera; consecuentemente, tiene los movimientos de subida y bajada, colocación a diferentes alturas con respecto al suelo y adoptar las posiciones de angledozer.

#### TIPDOZER

Este se caracteriza por tener capacidad de conferir a la hoja un mayor o menor ángulo de ataque al terreno (Fig. 550); pues puede inclinar ésta hacia adelante o hacia atrás cuando el trabajo a realizar así lo requiera. Si la hoja

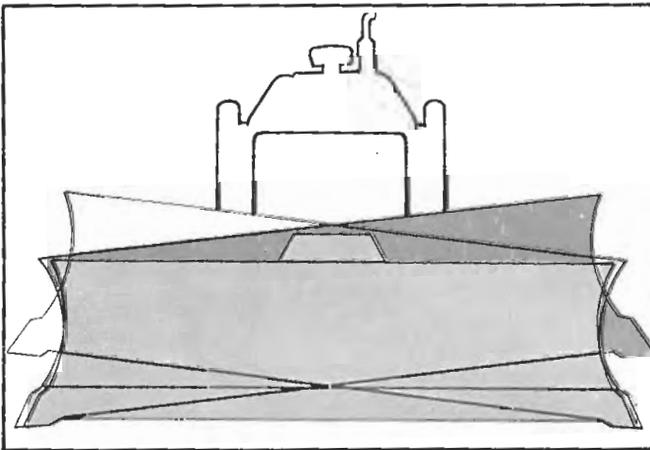


Fig. 549. Además de los movimientos del bulldozer y el angledozer, el "tiltdozer" puede inclinar la hoja por sus extremos unos 30 cm. a cada lado.

se coloca casi vertical, corta mejor los materiales compactos y penetra mejor en el suelo; situándola con el respaldo superior inclinado hacia atrás, puede arrastrar con mas facilidad los materiales sueltos y es la posición ideal para trabajar en terrenos blandos.

Si bien lo normal es que cualquiera de ellas se monten sobre tractores de orugas, hemos de decir que igualmente pueden ir sobre tractores de ruedas en algunos trabajos, ahorrando tiempo y gastos de transporte en ocasiones.

### ACCESORIOS ESPECIALES

Una máquina explanadora además de realizar sus trabajos mas comunes (excavación y explanación), si va dotada de accesorios adecuados, tales como escarificador, cabrestante, cuchilla desbrozadora, despejadora etc.; es capaz de realizar otros trabajos como desbroces, saca de maderas, arrancado de tocones, etc.

Vamos a describir a continuación los elementos mas interesantes para los diferentes trabajos que se pueden realizar en los montes y que no han sido tratados en anteriores capítulos.

### ESCARIFICADORES (Figs. 551 y 552)

En la construcción de caminos forestales, éste es el accesorio de mayor interés, utilizándose para facilitar el trabajo de la hoja en suelos duros o con roca, donde su servicio es obligatorio en múltiples ocasiones.

Puede montarse con el mismo fin en otras máquinas, tales como palas cargadoras o motoniveladoras.

A veces son independientes del tractor, al ir montados sobre un bastidor con ruedas que es arrastrado por la máquina tractora. Actualmente se montan direc-

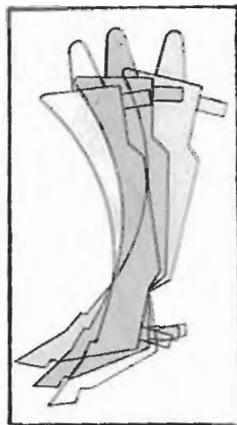


Fig. 550. La hoja del "tipdozer" es la única que puede inclinarse: bien hacia adelante o hacia atrás, variando el ángulo de ataque al terreno.

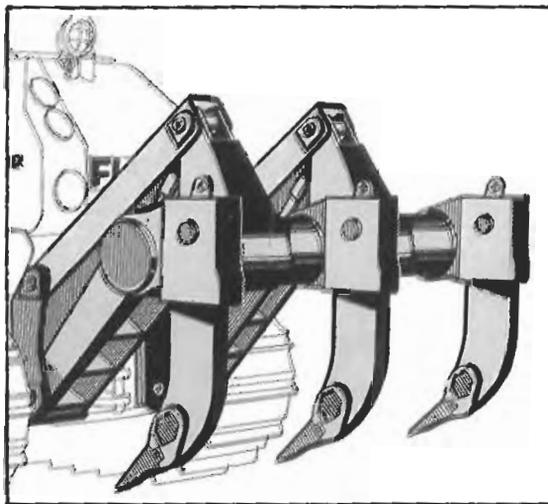


Fig. 551. Escarificador o subsolador (FIAT).

tamente sobre la unidad de arrastre, normalmente en su parte trasera. Aunque hace unos años se empleaba un cabrestante para su elevación y descenso mediante un cable, actualmente estos movimientos se consiguen por un cilindro hidráulico de doble efecto.

Esta disposición colabora en una mayor maniobrabilidad del tractor, sirve de contrapeso en la bajada de pendientes y, en colaboración con la pala delantera, sirve para elevar totalmente la máquina en operaciones de mantenimiento, empalme o tensado de las cadenas o salida de atascos, pudiendo así colocar piedras o troncos entre el fango y las cadenas.

El escarificador que representamos en la fig. 551, mantiene el ángulo de inclinación constante. Consta de un bastidor o soporte de montaje, cilindro hidráulico, conjunto barra portabrazos y varios brazos con las puntas sustituibles.

Cuando el escarificador está diseñado para trabajos de carácter agrícola y realiza una labor superior a los 50 cm., se denomina subsolador. Tanto al "escarificador" como al "subsolador" montados sobre tractor de orugas, se les conoce en la práctica por "riper"; debido a que los utilizados en los máquinas Caterpillar son de la firma americana "RIPPER".

En grandes tractores y para trabajar directamente sobre roca, se está extendiendo el empleo de "riper de impacto" capaz de sustituir a los explosivos en muchos casos.



Fig. 552. Subsolador monodiente de impacto (CAT).

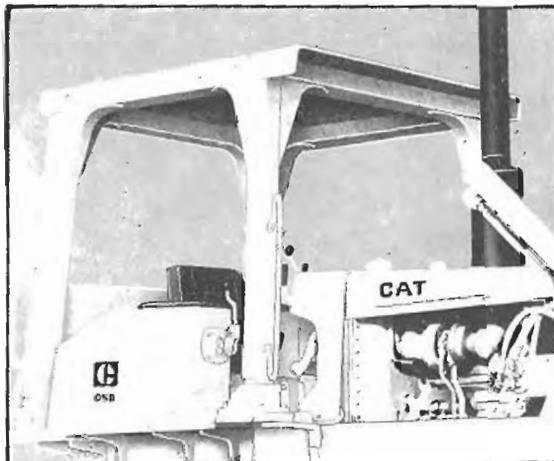


Fig. 553. Estructura de seguridad (CAT).

Dicho accesorio va provisto de una vibración, capaz de fracturar materiales muy duros, imposibles de penetrar con un escarificador convencional. En los de la firma Caterpillar, la vibración se conecta automáticamente, cuando al avanzar la máquina con el accesorio trabajando, se encuentra con una mayor resistencia al avance, lo que se traduce en una sobrepresión en el circuito del martillo que hace actuar automáticamente al mismo.

La vibración puede ser, igualmente, conectada a voluntad del operador.

Otros implementos son las hojas desbrozadoras y las descepadoras (Figs. 387 y 388), que ya fueron explicados anteriormente.

#### CABINA DE SEGURIDAD

Hoy día no es suficiente que una máquina sea de calidad y presente rendimientos óptimos, pues debemos exigirle algo más. Entre este "algo más" está la SEGURIDAD, pues habitualmente es la propia vida del operador la que está en juego.

La máquina de la figura 542, muestra una cabina de seguridad que cumple las exigentes normas ROPS americanas. A su vez es insonorizada, hermética, tiene asiento regulable etc. Este tipo de cabina protege al maquinista de posibles caídas de ramas, piñas u otros objetos y contra cualquier inesperado vuelco, pues soporta perfectamente el peso de la máquina sin deformarse, o modificar el habitáculo del conductor.

En la fig. 553 puede apreciarse una estructura de seguridad provista de techo, también utilizadas habitualmente en estas máquinas. Tanto en uno como en otro caso, se deben colocar fuertes rejillas en su partes trasera y lateral para que en los trabajos forestales no permitan el acceso de las ramas o arbustos que puedan ocasionar lesiones al operador.

Por último, decir que en aquellas máquinas explanadoras con potencia no superior a los 100 H.P., se puede sustituir el escarificador por un cabrestante, de modo que la misma máquina tenga capacidad para realizar la "saca" y construir los "jorros".

## CAPITULO XXXI

TRAILLAS, MOTOTRAILLAS, DUMPERS, PALAS CARGADORAS, MOTONIVELADORAS Y COMPACTADORES.TRAILLAS Y MOTOTRAILLAS

La trailla (Fig. 554), es una máquina remolcada por un tractor y dotada de una caja en cuyo fondo lleva atornillada una cuchilla afilada, con la que realiza la excavación del suelo en capas de espesor variable. La excavación la realiza al avanzar la máquina, cargándose simultáneamente la caja por el mismo efecto de avance.

Cuando la parte delantera de la trailla descansa sobre un tractor, recibe el nombre de "mototrailla". De hecho, tractor y caja constituyen un conjunto articulado y muy maniobrable, pues el primero suele disponer de un eje único. El eje trasero, dispuesto en la caja, suele ser motriz en alguna grandes mototraillas, provistas de dos motores de propulsión; uno para cada eje.

En todas ellas, la profundidad a la que se baja la cuchilla, determina el espesor de la capa a excavar. Una vez cargada la caja, el operador cierra la misma y levanta la cuchilla, desplazándose a continuación, hasta el lugar de descarga. El vaciado de la caja puede hacerse de dos formas: por elevación y vuelco de la caja o por pared deslizante.

En cualquier caso, el vaciado es total, si bien el segundo método es más eficaz cuando se trata de extender el material, descargándose la caja sin detener la máquina.

En los trabajos forestales, traillas y mototraillas, tienen escasa aplicación, por lo que nos limitamos a este superficial tratamiento; pues tales unidades son más propias de las obras de grandes carreteras y otras excavaciones a gran escala.

DUMPERS

El campo de aplicación específico para estas unidades, lo



Fig. 554. Trailla remolcada (CAT).



Fig. 555. Mototrailla autopropulsada (CAT).

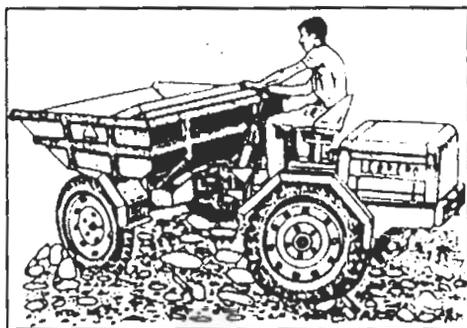


Fig. 556. Dumper pequeño.



Fig. 557. Dumper pesado de bastidor rígido, nas de 600 H.P. de potencia y 50.000 Kg. de carga (КОСКОМ).

constituye el transporte de materiales a una distancia superior a la mototrailla, en aquellas obras que por las condiciones climatológicas, tipo de suelo o abrupta topografía; no es posible el desenvolvimiento de otros vehículos de transporte como son los camiones.

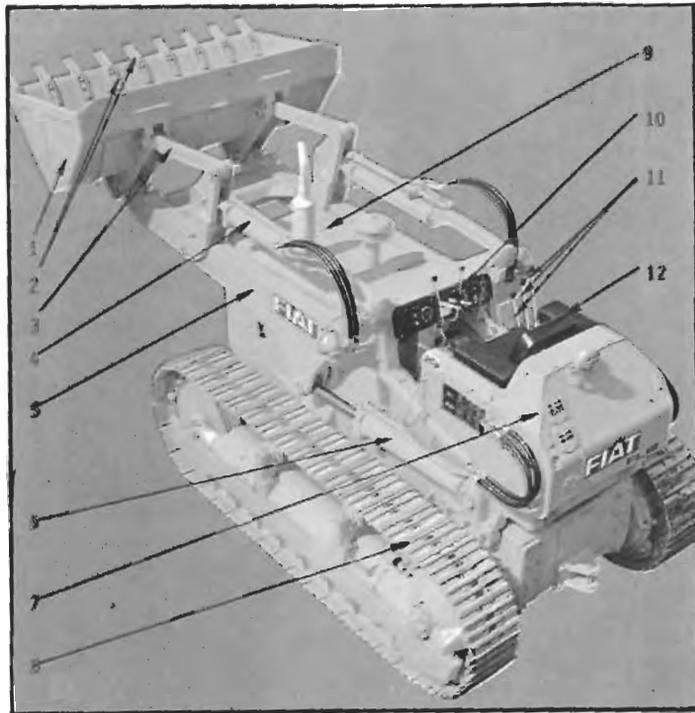
Puede considerarse al "dumper" como un vehículo con características intermedias entre los tractores y los camiones. Los modelos mas pequeños (Fig. 556), son capaces de transportar de 1 a 3,5 metros cúbicos de material. Los modelos intermedios tienen una capacidad de carga de hasta unas 25 Tm. Los mayores pueden alcanzar hasta las 150 Tm. (Fig. 557).

Desde hace unos años se está generalizando el empleo de los llamados "dumpers articulados" (Fig. 558), con lo que los constructores han añadido una nueva perspectiva a los trabajos de movimientos de tierras. Estos dumpers resultan adecuados a una amplia gama de trabajos, tanto en minería o construcción de túneles, como en todo tipo de acarreo de áridos o tierras y en distintas condiciones de terreno,



Fig. 558. Dumper pesado articulado.

Fig. 559. Pala cargadora ligera de cadenas (FIAT). 1.- Cucharón. 2.- Dientes atornillables. 3.- Brazo de descarga. 4.- Cilindro hidráulico de descarga. 5.- Brazo de empuje. 6.- Cilindro hidráulico de carga. 7.- Depósito. 8.- Zapatas de pestaña corta. 9.- Coraza protectora del motor. 10.- Tablero de mandos. 11.- Palancas de control del cucharón. 12.- Asiento.



desde roca suelta hasta suelos cenagosos.

Las características principales de los dumpers articulados son:

- Capacidad de carga de hasta 100 Tm., aunque los mas usuales rondan las 30 Tm.

- Motor Diesel turboalimentado con una potencia comprendida entre 200 y 300 H.P.. Los mayores pueden llegar a los 700 H.P. de potencia al freno.

- Dirección hidrostática sobre la articulación de los semichasis. Estos son independientes, sin torsiones, que proporcionan excelente maniobrabilidad y corto radio de giro.

- Cuatro o seis neumáticos de gran diámetro y baja presión, para proporcionar flotación y una óptima tracción. Los traseros se montan sobre "boggies", pudiendo ser de tracción 4X4 ó 6X6.

- Servotransmisión y convertidor de par.

- Caja de gran resistencia, basculable por medio de dos cilindros hidráulicos de doble efecto.

- Excelente sistema de frenado, de mando hidráulico o neumático. Debe ir provisto de freno de emergencia o seguridad.

- Cabina de seguridad, acristalada e insonorizada.

## PALAS CARGADORAS



Fig. 560. Pala de ruedas (CAT). 1.- Corazas del motor. 2.- gas. Cilindros de elevación. 3.- Cabina de seguridad. 4.- Brazos. 5.- Cucharón.

Las "palas de cadenas" (Fig. 559), son las más versátiles y populares. Pueden tanto cargar, extender y compactar el material; como escarificar, construir o mantener caminos de acceso, derribar árboles y trabajar en cualquier condición climatológica.

Las "palas de ruedas" (Fig. 560), son por su maniobrabilidad, velocidad de transporte y trabajo, las más idóneas cuando el suelo donde va a utilizarse lo permite. Su rendimiento es muy superior a la de cadenas, bien en las excavaciones abiertas, carga de material y especialmente en el transporte del mismo a cortas distancias.

En resumen, el tamaño y tipo de máquina, depende de las siguientes variables:

- Tonelaje a mover diariamente.
- Distancia de transporte.
- Naturaleza del material.
- Climatología y pendiente del tajo.
- Condiciones de excavación.

Las características medias de las máquinas a utilizar en caminos forestales son:

- Motor Diesel, turboalimentado o atmosférico,

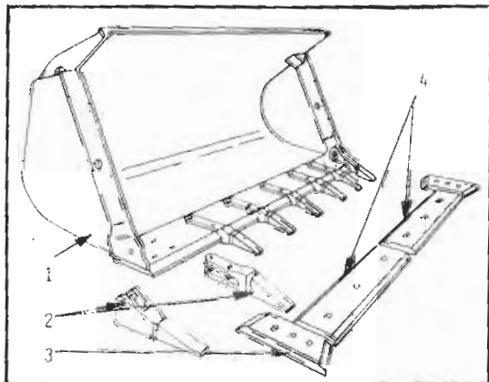


Fig. 561. Partes del cucharón (CAT). 1.- Cucharón. 2.- Dientes atornillables. 3.- Cantonera. 4.- Cuchillas.

con una potencia al freno comprendida entre los 75 y los 120 H.P.

- Convertidor de par y servotransmisión, con tres velocidades de avance y tres de retroceso, generalmente. Actualmente, se empieza a emplear la transmisión hidrostática en algunas máquinas de cadenas.

- Los frenos en las pa-las de cadenas son de banda o cinta, generalmente enfriados por aceite; lleva dos pedales independientes de mando y un tercer pedal que frena a ambas cadenas y las bloquea para el estacionamiento. En las de ruedas son de disco a las cuatro ruedas; sistema que da excelente resultado, pues al margen de proporcionar un eficaz frenado en cualquier circunstancia, está libre de ajustes y las pastillas de los discos son de fácil reposición.

- Potente sistema hidráulico, compuesto de bomba, sistema de válvulas, depósito, latiguillos, etc. Existen dos cilindros de doble efecto para elevación y descenso del cucharón, uno o dos de volteo de éste y un tercero para el escarificador si la máquina va provista de este implemento.

- La dirección es la ya explicada para los tractores de orugas y tractores de ruedas articulados, respectivamente.

- El cucharón (Fig. 561), está diseñado para soportar los tremendos esfuerzos a que se somete durante el trabajo. Va provisto de refuerzos soldados y una cuchilla atornillable con dientes sustituibles. Se monta sobre el sistema de

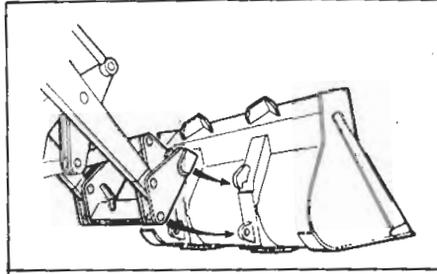


Fig. 562. Detalle del enganche rápido de implementos (VOLVO).

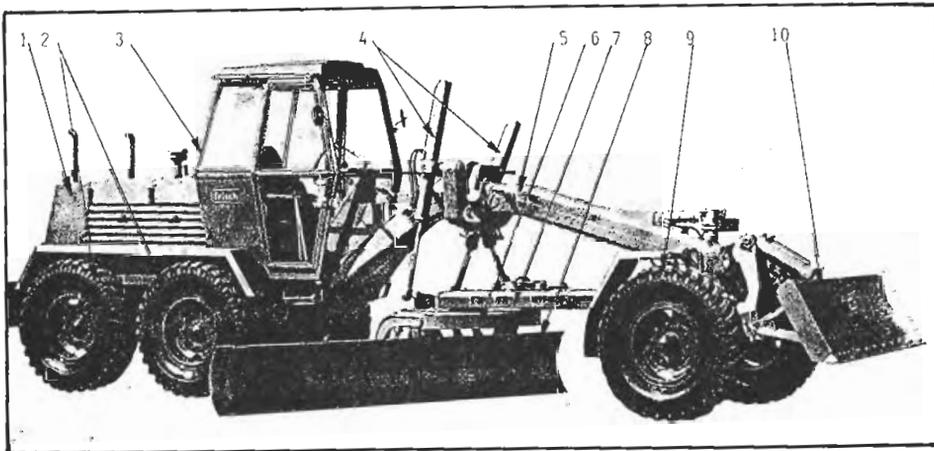


Fig. 563. Motoniveladora (FRISCH). 1.- Corazas protectoras del motor. 2.- Ruedas motrices en "boggie". 3.- Cabina. 4.- Cilindros de elevación e inclinación de la hoja. 5.- Bastidor. 6.- Corona para el giro de la hoja. 7.- Arrazón en "A". 8.- Hoja. 9.- Ruedas directrices inclinables. 10.- Hoja.

brazos, mediante un sistema de enganche rápido, lo que permite sustituirlo por otro implemento, como una pinza para la carga de troncos. Esta operación dura solo unos pocos segundos (Fig. 562).

### MOTONIVELADORA

Es la última máquina de movimiento de tierras que pisa una obra, pero no la menos importante. Su utilización principal es la nivelación y acabado de las superficies definitivas del terreno. En los llanos montes de la meseta, se emplea a veces, como máquina única en la construcción de pistas forestales y apertura de cortafuegos.

Las motoniveladoras (Fig. 563), proceden de las antiguas niveladoras remolcadas. Su herramienta fundamental de trabajo es una larga hoja, que puede colocarse en las más variadas posiciones. Su perfil es curvo, lo que facilita la extensión y volteo del material y le da mejor salida por el extremo más retrasado. La hoja lleva en su parte inferior un filo o cuchilla recambiable, generalmente dividida en tres secciones reversibles e intercambiables entre sí.

Normalmente, la hoja de la motoniveladora tiene seis accionamientos o controles independientes:

- "Desplazamiento lateral de la hoja".- Sin mover el círculo central, la hoja realiza un desplazamiento telescópico saliendo más por uno de los lados.

- "Desplazamiento lateral del círculo".- Mediante un dispositivo mecánico o telescópico, situado entre el bastidor y el círculo, se hace desplazar el conjunto hoja-círculo a derecha o izquierda.

- "Giro del círculo" para cambiar el ángulo longitudinal de la hoja.

- "Inclinación de la hoja", para variar el ángulo de incidencia de la hoja respecto al terreno.

- "Elevación de la hoja por su lado derecho" En realidad de la derecha del círculo y por consiguiente de la hoja.



Fig. 564. Detalle de la inclinación lateral de las ruedas directrices (VOLVO).

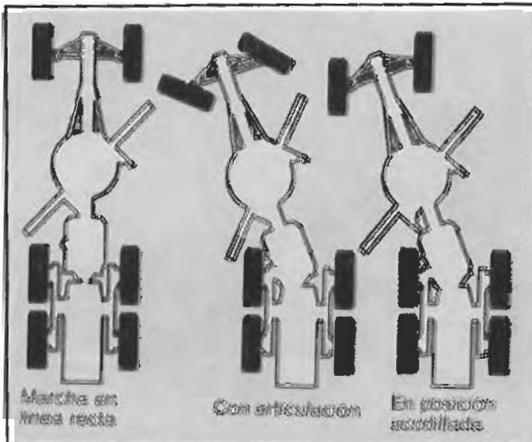


Fig. 565. Diferentes posiciones de una motoniveladora de bastidor articulado (CAT).

- "Elevación de la hoja por su lado izquierdo", que es independiente del de la derecha.

La motoniveladora en su forma actual, apareció en el mercado en los años 30. Existen varios tipos que presentan ciertas variantes importantes entre sus elementos, estando las diferencias más destacables en la "dirección", en la "tracción" y en los "controles de la hoja". Respecto a la dirección, pueden ser directrices solo las ruedas delanteras o delanteras y traseras a la vez y éstas últimas pueden tener accionamiento independiente, para reducir el radio de giro o para trabajar en "cangrejo" o "marcha de perro". Los modelos con ruedas delanteras direccionales pueden tener bastidor articulado de accionamiento, igualmente, independiente de las ruedas directrices.

La tracción de las motoniveladoras pueden ser a las cuatro ruedas o a las traseras y delanteras, dando lugar a tracciones 6X4, 4X2, -en el caso de tracción parcial- ó 4X4 y 6X6 en caso de tracción total. La disposición más normal es situar las ruedas traseras en "boggies"; los modelos más pequeños o con tracción total, tienen ruedas traseras simples.

La variación de la hoja de una posición a otra, se realiza por unos servomecanismos llamados "controles". Dichos movimientos se realizan de forma mecánica o por cilindros hidráulicos; siendo la segunda modalidad la más corriente en las máquinas modernas.

En cuanto a los componentes de la motoniveladora, a continuación se describen los principales:

a) Bastidor.- Es el elemento que da unidad y al que se sujetan el resto de componentes de la máquina. En las motoniveladoras es muy largo y por condicionamientos de visibilidad del operador y movilidad de la hoja, es muy estrecho. Como ya apuntamos anteriormente, existen modelos de máquinas con bastidor articulado.

b) Propulsor.- Siempre es un motor Diesel, turboalimentado o atmosférico, y de potencia variable según peso y capacidad de la máquina. En estas máquinas debe proporcionar un par máximo de empuje cuando la carga sobre la hoja es casi igual al arrastre disponible. Por tanto, el motor deberá suministrar la suficiente potencia para hacer patinar las ruedas cuando la carga exceda a la fuerza de arrastre. Un exceso de fuerza en el motor es innecesario, mientras que una potencia insuficiente haría calar la máquina continuamente o debería trabajar muy despacio.

c) Transmisión.- La motoniveladora puede emplear las tres modalidades de transmisión ya explicadas para otras máquinas: mecánica o directa, servotransmisión e hidrostática.

La "servotransmisión" presenta sobre la transmisión directa las ventajas de una mayor comodidad para el operador, un trabajo más constante del motor, la imposibilidad de calar el motor y menos cambios de marcha; pero presenta

el inconveniente de tener una importante pérdida de potencia en el convertidor.

La transmisión "hidrostática" tiene grandes posibilidades, pero hasta la fecha está en fase de perfeccionamiento, pues aunque su utilización es habitual en otras máquinas forestales -autocargadores- no es aún habitual en las motoniveladoras.

La transmisión "directa" solo la emplean modelos anticuados.

d) Grupo cónico. - En las motoniveladoras suele ir acompañado de diferencial, especialmente en las máquinas de bastidor articulado para facilitar la maniobrabilidad.

e) Mando de las ruedas motrices. - Las ruedas propulsores, generalmente dispuestas sobre "boggies", reciben el movimiento desde los palieres por medio de engranajes o cadenas, que es lo más corriente. En las unidades de eje trasero sencillo, el giro pasa directamente del grupo cónico o diferencial a las ruedas, mediante los correspondientes palieres. Si la máquina es de tracción total, el movimiento llega a las ruedas delanteras a través de ejes articulados de transmisión.

El número de ejes puede ser de dos, tres ó cuatro. Las de dos ejes pueden tener los dos motrices, siendo máquinas de tracción 4X4, pero la configuración más corriente es la de 6X4, que supera a la disposición primera en varios aspectos, como son una nivelación más perfecta, una mejor flotación y una mayor estabilidad lateral.

Una característica muy espectacular de las unidades que no tienen motriz el eje delantero, es que sus ruedas delanteras pueden inclinarse lateralmente (Fig. 564). Tal inclinación puede alcanzar los 18° a cada lado y tiene por finalidad contrarrestar los empujes laterales que experimenta la máquina, permitiendo a su vez, una graduación muy precisa de la altura de la hoja y disminuye, además, el radio de giro. No obstante, para equilibrar el empuje lateral lo mejor es el bastidor articulado, de modo que pueda disponerse lo más próximo posible a la perpendicularidad de la hoja.

f) Frenos. - La motoniveladora va equipada con frenos de servicio y de estacionamiento. Algún modelo suele disponer de freno de emergencia, pudiendo actuar sobre los discos o zapatas del freno de servicio. Como sabemos, este freno funciona de forma automática si se produce una caída de presión en los circuitos de los frenos de servicio.

g) La hoja. - Respecto a las hojas de los "dozer", en la motoniveladora es bastante más larga y menos alta, aunque es, igualmente, curvada para ayudar al material a rodar con facilidad.

h) Corona o círculo. - Está colocada debajo del bastidor en "A", conocido también por "barra de tiro" o "soporte del círculo"; al que se fija mediante cuatro o seis zapatas ajustables para una mayor precisión.

i) Accesorios. - El trabajo fundamental de toda motoniveladora es el acabado o remate de las obras; trabajo que efectúa con la hoja ya descrita. Opcionalmente, se le puede montar una amplia variedad de accesorios, que le permiten no solo realizar la nivelación, sino otros trabajos, tales como la construcción de cunetas, taluzado, escarificado, construcción de pequeños caminos, etc. Los más usuales son el escarificador, la taluzadora y el bulldozer.

### RODILLOS COMPACTADORES

Como su nombre indica, estas máquinas están destinadas a compactar y apisonar superficies de pistas, carreteras u otras obras. Los hay de varios tipos, pero aquí nos vamos a limitar al tratamiento de los más usuales en los caminos forestales:

a) Rodillo "pata de cabra". - Se trata de un cilindro que lleva inserta en su superficie una serie de clavijas; de modo que al ser remolcado (Fig. 566) o autopropulsado (Fig. 567), produce sobre el terreno un pisoteo similar al que dejaría sobre un camino el paso de un rebaño de cabras u ovejas, de donde le viene el nombre.

Las clavijas pueden adoptar diferentes formas, siendo

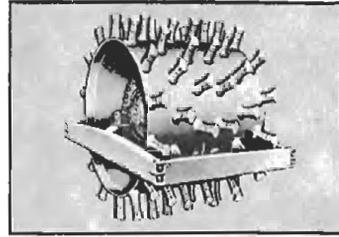


Fig. 566. Rodillo "pata de cabra" remolcable.



Fig. 567. Rodillo "pata de cabra" autopropulsado.

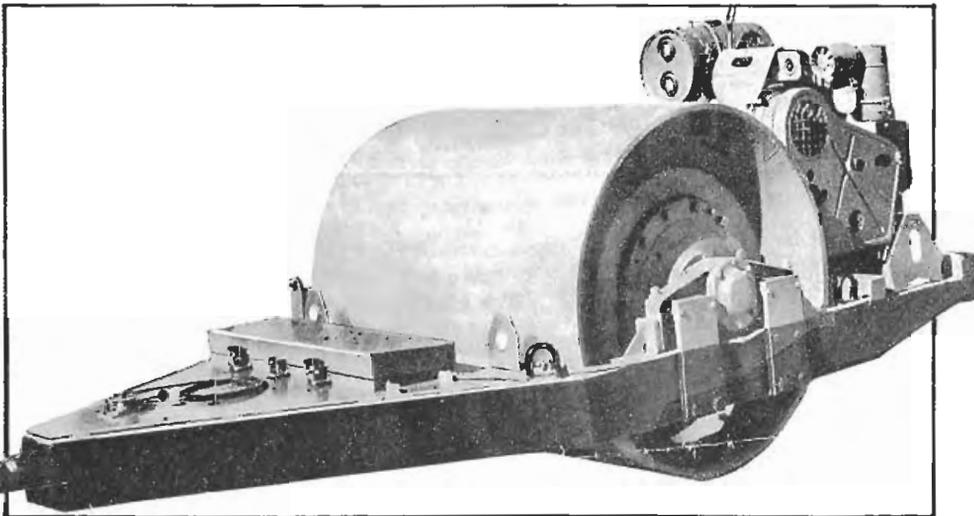


Fig. 568. Rodillo liso, vibratorio y renolcado (KYNOS).

las tronco cónicas, piramidales y rectangulares, las más corrientes. Su longitud puede llegar a los 20 cm. y van dispuestas al tresbolillo. Ejercen una presión sobre el suelo de 10 a 20 kg./cm.<sup>2</sup>

Se suelen lastrar para aumentar la presión sobre el suelo. Si el peso del rodillo y la humedad del suelo son los idóneos, se necesitan dar unas diez pasadas para compactar una capa de unos 25 cm. de profundidad.

Cuando son remolcados, necesitan de un tractor de 80-100 H.P. para arrastrar sus 3-4 Tm. de peso.

b) Rodillo liso.— Como los anteriores, pueden ser remolcados o autopulsados. En ambos casos el rodillo es cilíndrico y se construye a base de acero. Se pueden utilizar tanto en los firmes de asfalto, como en los de macadam, estabilizados o, simplemente, de tierra; siendo los más comunes en las pistas forestales.

Los rodillos van equipados con unos limpiadores o "raspadores" que evitan que el material se adhiera al rodillo. Igualmente pueden lastrarse. Los remolcados suelen pesar 3-4 Tm., siendo el peso de los autopulsados muy variable.

c) Rodillo vibrador.— Realmente es una variante de los anteriores, pues se trata de un rodillo liso y hueco, igualmente remolcables (Fig. 568) o autopulsados (Fig. 569).

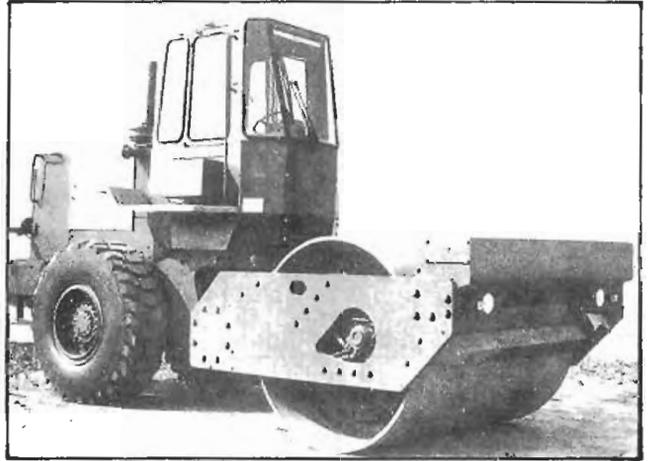


Fig. 569. Compactador autopulsado de un rodillo liso y vibratorio. (CAT).

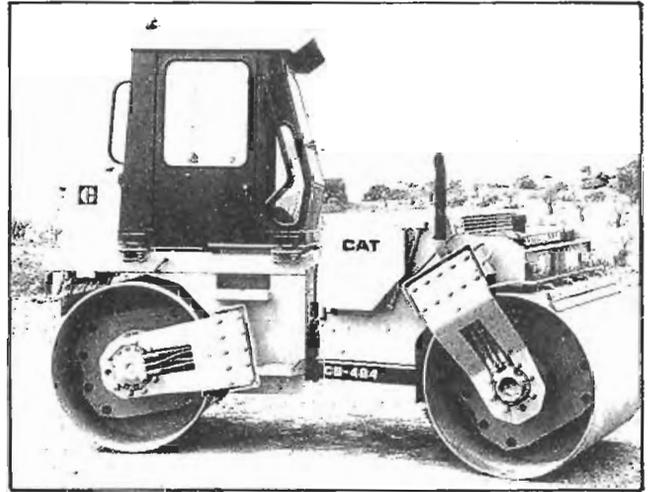


Fig. 570. Compactador de dos rodillos lisos y vibratorios.

Una suspensión elástica sobre el eje, impide la transmisión de las vibraciones al bastidor y motor. Tal dispositivo consiste en una buena combinación de muelles de acero y tacos de caucho. Puesto que los muelles soportan todo el peso del bastidor, los elementos de caucho sirven solo como amortiguadores y, eventualmente, para contrarrestar las fuerzas axiales. En los remolcados el motor es Diesel, refrigerado por aire generalmente y dispuesto en la parte trasera del bastidor. El motor acciona el eje del tambor por medio de un embrague centrífugo y una transmisión de correas trapezoidales.

Cuando las revoluciones del motor aumentan desde el ralentí hasta la velocidad de trabajo, el embrague centrífugo incorporado en la polea motriz, acopla automáticamente la vibración. La velocidad del motor es controlada a distancia desde el tractor por medio de un solenoide eléctrico.

El bastidor de un rodillo vibratorio es una estructura de acero soldado, que le proporciona una gran rigidez con poco peso. Está bien equilibrado, pudiéndose elevar con poco esfuerzo por la lanza, facilitando el enganche al tractor.

Su peso ronda las 3,5 Tm., su fuerza centrífuga es de unas 8 Tm. y su frecuencia de 1.400-1.600 vibraciones por minuto. Su efecto es muy superior al de una apisonadora convencional, pues equivale al de un rodillo estático de unas 50 Tm.. La vibración distribuye las partículas del suelo hasta lograr una estructura, extremadamente densa.

El apisonado es rápido, superando en profundidad a los rodillos no vibratorios; apisonando en tres pasadas una profundidad de mas de 40 cm., según el tipo de suelo.

En la figura 569 se observa un rodillo vibrador autopropulsado. En la 570 un modelo autopropulsado de dos rodillos vibratorios. En ambos casos, la vibración se consigue por un mecanismo de accionamiento hidráulico.



## CAPITULO XXXII

EQUIPOS PARA LA PERFORACION DE ROCAS

En la construcción de vías de saca en terrenos rocosos, muy especialmente cuando se utilizan dozer de menos de 100 H.P. de potencia, hay que recurrir con frecuencia a la demolición de las rocas. Para ello se emplean dos sistemas:

- a) Demolición por explosivos.
- b) Demolición mecánica por impactos.

En el primer caso, se realizan en las rocas unos taladros de longitud y diámetro variables, denominados "barrenos", en cuyo interior se hace explotar una carga de un potente explosivo, capaz de quebrantar las rocas mas duras.

En los caminos forestales, para la perforación de barrenos, se suelen emplear:

- Martillos perforadores neumáticos, conectados a un grupo motocompresor portátil, mediante mangueras flexibles.
- Motoperforadores provistos de motor de explosión a dos tiempos.
- Excepcionalmente, martillos mixtos, -rotación hidráulica y percusión neumática-, montados sobre tractor.

La demolición mecánica por impacto es un método mas trabajoso y caro que el anterior, pero se utiliza masivamente en aquellos trabajos en los que no sea aconsejable o factible el empleo de explosivos (trabas legales, proximidad a lugares habitados, durante la época de nidificación de las aves en los espacios protegidos, etc.).

Para la demolición mecánica se pueden emplear estas máquinas:

- Martillos rompedores neumáticos.
- Motoperforadores.
- Martillos hidráulicos pesados montados sobre el sistema de brazos de una retroexcavadora o retropala.

COMPRESORES

El aire atmosférico que nos rodea, ejerce una presión aproximada de una atmósfera a nivel del mar,

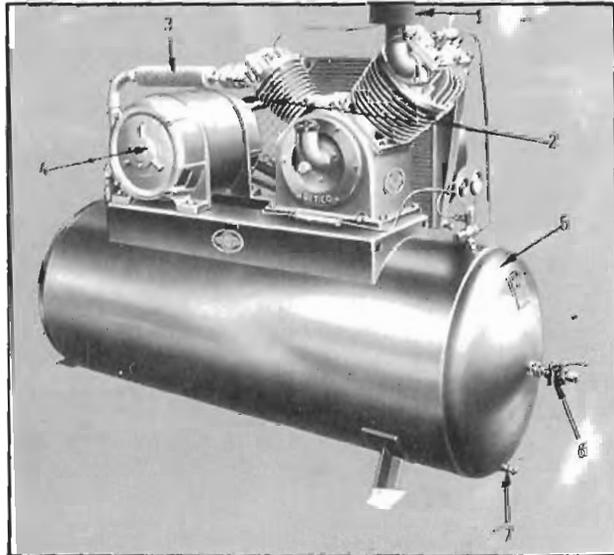


Fig. 571. Compresor fijo de válvulas (BETICO). 1.- Filtro de aire. 2.- Cilindros de baja y alta. 3.- Tubería de impulsión. 4.- Motor eléctrico. 5.- Calderín. 6.- Grifo de salida. 7.- Grifo de purga.

presión que va descendiendo ligeramente, tal como se asciende en altitud.

Si en un depósito cerrado, introducimos sucesivas cantidades de aire, llegará el momento en que cueste mucho trabajo introducir una pequeña cantidad más de éste; esto suele ocurrir cuando a mano inflamos un neumático de automóvil.

Pues bien, este aire introducido en el depósito y sometido a una presión superior a la atmosférica, se le llama "aire comprimido", y tiene muchas aplicaciones prácticas (inflado de neumáticos, accionamiento de diferentes herramientas neumáticas, tales como los martillos perforadores y rompedores empleados en la demolición de rocas, pistolas de pintar, etc.; o accionamiento de otros mecanismos de las máquinas, como es el caso del sistema de frenos.).

El método más sencillo de obtener aire comprimido, es la conocida "bomba de bicicleta". Esta consiste en un cilindro en cuyo interior se desliza un émbolo que al retroceder aspira aire que llena el cilindro; al avanzar el émbolo, una válvula impide al aire escaparse por el orificio de entrada, de modo que el aire va reduciendo su volumen a la vez que aumenta su presión y temperatura, hasta salir por el orificio de expulsión para inflar la rueda. Este sencillo método sigue siendo la base de la construcción de algunos compresores actuales.

Los compresores se pueden clasificar de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Por su movilidad:

- Fijos o de bancada.
- Portátiles o móviles.

b) Por su constitución:

- De válvulas - De una etapa.
- De dos etapas.
- Rotativos - De aletas.
- De tornillo.

c) Por su accionamiento:

- Motor de combustión interna (Gasolina o Diesel).
- Motor eléctrico.

En la figura 571 se representa un compresor de "bancada" y de "válvulas", de los utilizados en talleres, serrerías y otras instalaciones fijas. El de la 572 es de los denominados "portátiles" y son los más adecuados para el tipo de trabajo que nos ocupa, en los que hay que cambiar frecuentemente de lugar de emplazamiento.

#### COMPRESORES DE VALVULAS

Difieren de los rotativos tanto en su constitución como en el ciclo de trabajo, pues sus elementos, como después veremos, son similares a los del motor de explosión de cuatro tiempos.

Los compresores de válvulas, a su vez, pueden ser de una o dos etapas. Los de una etapa pueden tener uno o mas cilindros, pero todos son del mismo tamaño o igual cilindrada; teniendo todos ellos la función de comprimir el aire atmosférico a la presión deseada (Fig. 573).

Los de dos etapas, constan de dos o mas cilindros de distinto tamaño (Fig. 574), por lo general dispuestos en "V". El cilindro de mayor tamaño es el de "baja presión" o de primera etapa; el mas pequeño es el de "alta presión" o de segunda etapa.

En el caso de los de una etapa, el aire penetra en el cilindro en el tiempo de aspiración -pistón bajando-, saliendo de éste ya comprimido en el de impulsión -pistón subiendo-. Para ello en la culata existen sendas válvulas de aspiración e impulsión, respectivamente. De la válvula de aspiración pasa el aire al depósito de almacenamiento.

En los compresores de dos etapas, el aire se comprime en dos fases: primero se comprime en el cilindro de "baja presión"; de éste pasa al de "alta presión", donde se comprime definitivamente antes de pasar al depósito de almacenamiento o calderín. En la conducción existente entre ambos cilindros se instala un "refrigerador", donde se enfría el aire antes de pasar a la segunda etapa.

En cuanto a los elementos del compresor de válvulas, veamos aquellos que difieren de los del motor de cuatro tiempos, pues los comunes a ambos ya fueron estudiados en la 1ª PARTE de esta obra.

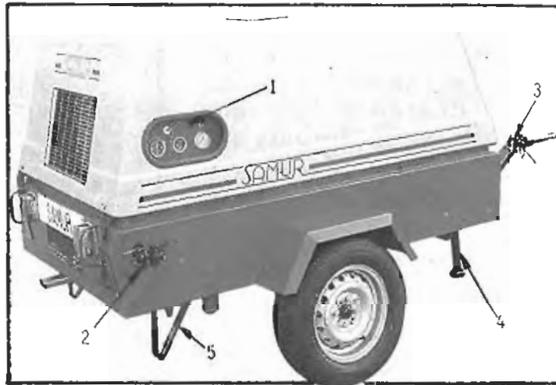


Fig. 572. Compresor portátil (SAMUR). 1.- Cuadro de mandos. 2.- Grifa de salida. 3.- Sistema de enganche. 4.- Pletina de apoyo. 5.- Apoyos.

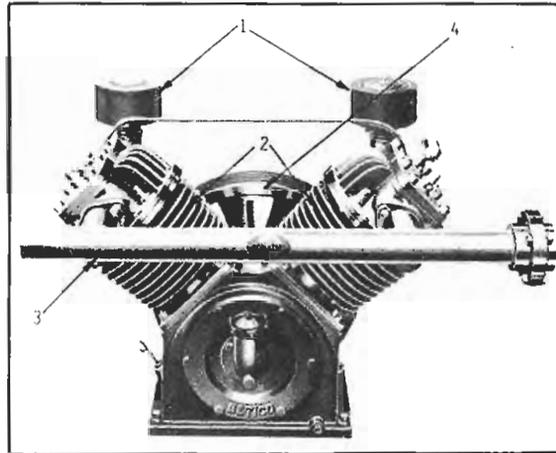


Fig. 573. Compresor de una etapa y dos cilindros (BETICO). 1.- Filtros de aire. 2.- Cilindros. 3.- Tubería de impulsión. 4.- Volante-ventilador.

- Válvulas (Fig. 575).- En los compresores son de funcionamiento integralmente automático, debido a los cambios de presión que actúa sobre sus caras.

Pueden ser de "aspiración" o de "impulsión", aunque su constitución es similar en ambos tipos. Normalmente, son de discos de acero con las superficies rectificadas. Están estudiadas de forma que su funcionamiento sea silencioso y ofrezca la mínima resistencia al paso del aire. En los compresores pequeños las válvulas disponen de un disco único; en los de mayores rendimientos, suelen llevar varios discos circulares (Fig. 575). En uno u otro caso se abren por la presión del aire y se cierran por unos muelles al desaparecer la presión que las mantenía abiertas.

- Lubricación.- La lubricación se realiza por la modalidad de aceite a "presión total"; mandado por una bomba de engranajes situada en el fondo del cárter. Igualmente, existe el filtro de aceite, la válvula de descarga y demás elementos homólogos del motor. En algunos compresores pequeños se emplea la lubricación por "barboteo".

- Refrigeración.- Como en los motores se emplea tanto la refrigeración por agua como por aire forzado. Es característico el, ya mencionado, "enfriador de aire", ubicado en la tubería que une los cilindros de alta y baja.

#### Ciclo de funcionamiento de los compresores de válvulas

El ciclo se desarrolla en dos tiempos. En el primero o fase de "aspiración", el aire entra en el cilindro al desplazarse el émbolo desde el P.M.S. al P.M.I., al tiempo que la válvula de aspiración se mantiene abierta por la aspiración provocada en el cilindro. El siguiente tiempo, es el

Fig. 575. Despiece de una válvula (BETICO). 1.- Tuerca de sujeción. 2.- Platinos perforados. 3.- Muelles. 4.- Aros retálicos. 5.- Tornillos de sujeción.

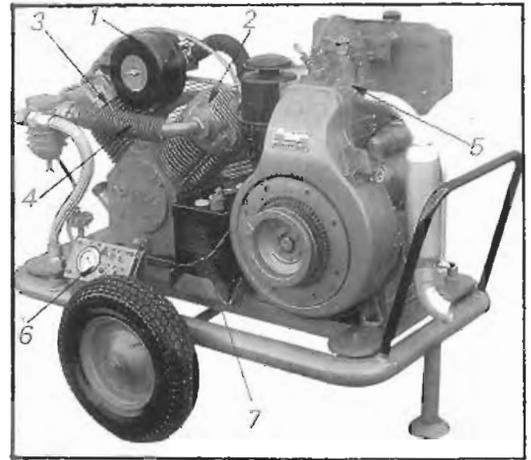
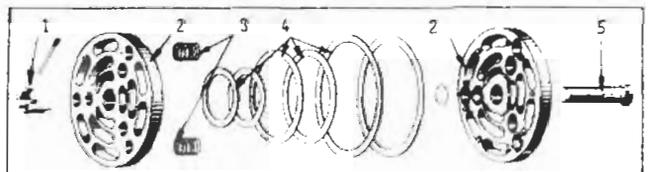


Fig. 574. Compresor portátil de dos etapas (SAMUR). 1.- Filtro de aire. 2.- Cilindro de baja. 3.- Cilindro de alta. 4.- Refrigerador intermedio. 5.- Grupo motor. 6.- Cuadro de mandos. 7.- Batería.

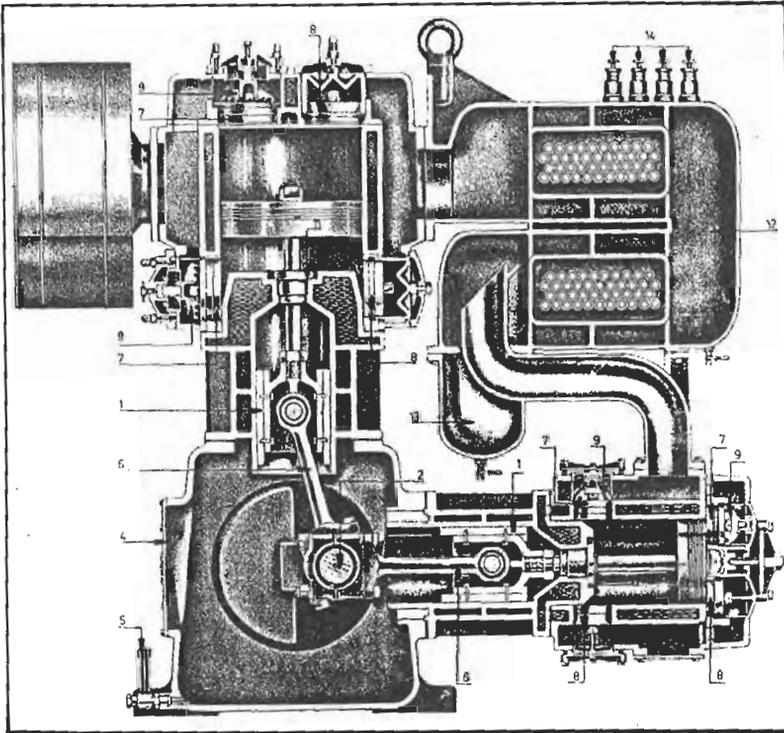


Fig. 576. Elementos de un compresor de válvulas de dos etapas (BETICO). 1.- Guías de deslizamiento engrasadas a presión. 2.- Cigüeñal. 4.- Abertura de inspección. 5.- Nivel de aceite. 6.- Bielas. 7.- Válvula de aspiración. 8.- Válvula de impulsión. 9.- Descompresores en válvulas de aspiración. 11.- Empaquetaduras metálicas estancas. 12.- Refrigerador intermedio de agua. 13.- Depósito con su grifo de purga para el agua condensada. 14.- Válvulas de seguridad.

de "impulsión", durante el cual el émbolo se desplaza del P.M.I. al P.M.S., comprimiendo el aire de forma gradual, de modo que la válvula de aspiración se cierra totalmente y la de "aspiración" se abre, saliendo el aire del cilindro hacia el calderín, a través del conducto de impulsión.

En algunos grandes compresores, los émbolos actúan doblemente y de forma simultánea, por ambas caras (Fig. 576). De este modo, la producción de aire es mayor y el movimiento más regular, pues cuando por una cara del émbolo se realiza la "aspiración", la otra estará en "impulsión".

- Regulación.- Todo compresor debe ir equipado con un mecanismo que evite que éste siga comprimiendo aire cuando ya no sea necesario y permita reanudar la producción cuando la presión descienda en el depósito o calderín, por debajo del valor preestablecido. Los compresores de válvulas emplean básicamente, alguno de estos tipos de regulación:

a) Arranque y parada automáticos.

b) Regulador de marcha constante.

c) Reguladores de velocidad y de marcha constante combinados.

El primer sistema lo emplean los compresores estáticos accionados por motor eléctrico. Consta de un interruptor que conecta y desconecta la corriente eléctrica al motor, de acuerdo a la presión reinante en el interior del calderín, dentro de unos márgenes regulables. Así, un compresor cuyo interruptor esté regulado entre 8 y 12 atmósferas; al llegar la presión a 12 atm. en el interior del calderín se parará el motor, volviéndose a poner en funcionamiento al descender la presión por debajo de 8 atms.

El "regulador de marcha constante", lo emplean aquellos compresores auxiliares que van conectados a un motor no exclusivo para el mismo; como es el caso del compresor que llevan las máquinas provistas de frenos de accionamiento neumático. En tales casos, el compresor va conectado constantemente al motor de la máquina, debiendo dejar de producir aire cuando la presión en el circuito alcance el valor preestablecido, aunque el compresor siga funcionando. El sistema se puede basar en cualquiera de estas modalidades:

- Manteniendo abiertas las válvulas de aspiración.
- Obturando el conducto de aspiración del compresor.
- Comunicando entre sí, los conductos de aspiración e impulsión.
- Con una válvula de sobrepresión en el calderín, que se encargue de enviar al exterior el exceso de aire, rebajando su presión.

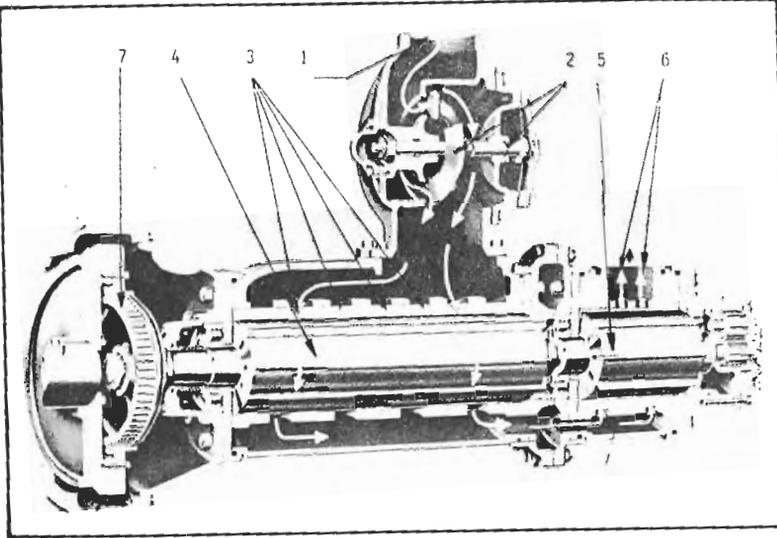
Por último, los compresores de válvulas portátiles, provistos de motor Diesel, van equipados con el sistema anterior y un "regulador de velocidad". Cuando la presión alcanza un determinado valor, el "regulador de velocidad" actúa sobre la bomba inyectora, poniendo el motor en ralentí. Pero si no existe consumo, el compresor sigue comprimiendo aire aunque mas lentamente, actuando entonces un sistema de "marcha constante", generalmente el que abre las válvulas de aspiración, hasta anular totalmente la producción de aire comprimido. En cuanto la presión desciende en el calderín, primero se anula automáticamente la acción del dispositivo de marcha constante, actuando a continuación el regulador de velocidad que acelera el motor automáticamente.

#### COMPRESORES ROTATIVOS DE ALETAS

Estos compresores son de construcción mas sencilla que los de válvulas, pues carecen de piezas tan propensas a averiarse y desgastarse, como son los segmentos, pistones, bie-las, cigüeñal, etc. . Aquí todos los elementos mencionados han sido sustituidos por un "rotor" con unas "aletas", que ocupa una posición excéntrica en el interior de un cilindro (Fig. 577).

Cuando el motor hace girar al rotor, el aire penetra

Fig. 577. Compresor rotativo de aletas y dos etapas (INGER-SOLL RAND). 1.- Admisión de aire. 2.- Regulador volumétrico. 3.- Lunbreras de admisión. 4.- Rotor de baja presión. 5.- Id. de alta presión. 6.- Lunbreras de impulsión. 7.- Acoplamiento del motor.



en el regulador, pasando al cilindro a través de las lunbreras de admisión. Una vez en el cilindro, queda retenido entre los espacios libres existentes entre las aletas, siendo comprimido gradualmente debido a la reducción de volumen de los espacios que quedan entre dichas aletas, por la posición excéntrica del rotor en el cilindro. Por último, al alcanzar las lunbreras de impulsión, el aire es expulsado a través del conducto que lo lleva al depósito de almacenamiento si es de una etapa, o al segundo rotor si es de dos.

Una pequeña parte de aire comprimido se canaliza hacia el interior del rotor, para provocar el disparo automático de las aletas hasta hacerlas rozar con la pared interior del cilindro.

La lubricación se realiza mediante una inyección de aceite en la admisión del cilindro. El aceite realiza, pues, las funciones de lubricación y refrigeración, siendo recuperado posteriormente en el calderín, que a su vez sirve de cárter de aceite, merced a un "separador" especial.

El ciclo de funcionamiento se realiza en una vuelta completa del rotor. Consta de tres fases: admisión, compresión e impulsión. De forma gráfica se observan en la figura 579.

Veamos con más detalle sus elementos principales:



Fig. 578. Rotor con aletas.

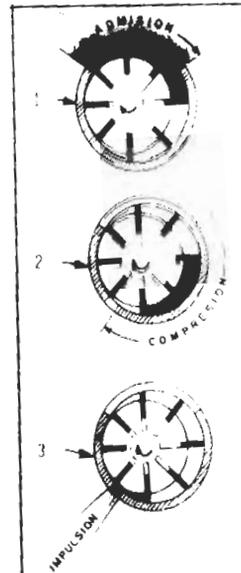


Fig. 579. Ciclo del compresor rotativo (INGER-SOLL RAND). 1.- Fase de admisión. 2.- Id. de compresión. 3.- Id. de impulsión.

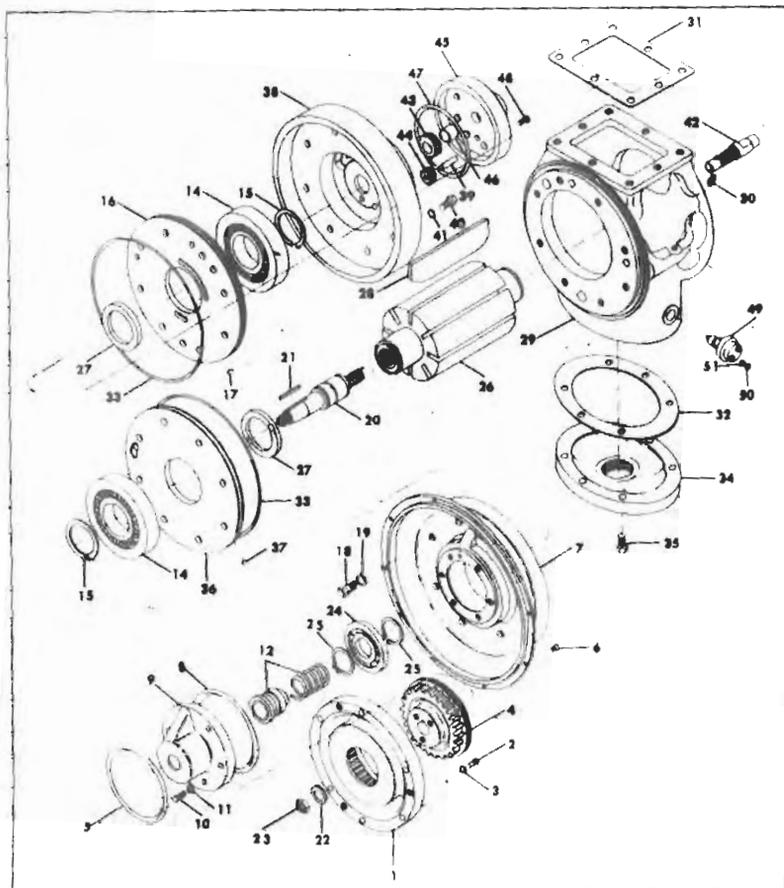


Fig. 580. Despiece completo de un compresor rotativo de aletas (INGERSOLL RAND). 1.- Volante de acoplamiento del motor. 2.- Tornillo de sujeción del motor. 3.- Arandela. 4.- Junta elástica. 5.- Aro de goma. 6.- Tornillo. 7.- Tapa portacojinetes. 8.- Aro de goma. 9.- Tapa de apoyo del extremo del rotor. 10.- Tornillo. 11.- Arandela de goma. 12.- Resortes. 14.- Cojinetes de rodillos. 15.- Frenillos. 16.- Tapa posterior. 17.- Tapón de la tapa posterior. 18.- Tornillo. 19.- Arandela. 20.- Eje de apoyo del rotor. 21.- Chaveta. 22.- Arandela. 23.- Iuerca. 24.- Cojinete de bolas. 25.- Frenillo. 26.- Rotor. 27.- Anillo separador. 28.- Aleta. 29.- Cilindro. 30.- Tapón del cilindro. 31.- Junta de corcho de la parte superior del cilindro. 32.- Id. de la parte inferior del cilindro. 33.- Aro de goma. 34.- Tapa inferior del cilindro. 35.- Tornillo. 36.- Tapa inferior. 37.- Tapón. 38.- Tapa portacojinetes. 39.- Eje de giro del piñón pequeño de la bomba de engrase. 40.- Tornillo. 41.- Arandela. 42.- Eje de apoyo del rotor. 43 y 44.- Piñones de la bomba de engrase. 45.- Cuerpo de la bomba de engrase. 46.- Eje de giro del piñón grande de la bomba de engrase. 47.- Aro de goma. 48.- Tornillo. 49.- Termostato del compresor. 50.- Iuerca. 51.- Arandela.

- Cilindro.- Lleva dos clases de lumbreras; las superiores donde se acopla el "regulador volumétrico" (encargado de regular la cantidad de aire que entra al cilindro) y otras inferiores conectadas al conducto de impulsión. Va provisto de dos tapas laterales, con sus correspondientes

juntas, para hacerlo estanco. Sobre ambas tapas se montan dos carcassas portacojinetes que ajustan sobre un rebaje del cilindro; sobre ellas se montan los cojinetes de apoyo del rotor.

-Rotor.- Su forma y la de sus aletas se representan en la figura 578. Va montado sobre dos ejes -anterior y posterior- que son los que se asientan en los cojinetes. El eje anterior lleva en su extremo un piñón que sirve de acoplamiento al motor del compresor. El eje posterior va provisto de un piñón fijo, que es uno de los de la bomba de engranajes para el engrase, que está acoplado en la carcasa portacojinetes posterior.

- Lubricación (Fig. 581).- Como ya hemos indicado, en los compresores rotativos, el aceite engrasa y refrigera al mismo tiempo. La inyección de un chorro de aceite en la admisión del compresor, hace que se forme una neblina aire-aceite que pase por los diferentes elementos hasta ser conducida al calderín, realizando simultaneamente ambos cometidos. El sistema consta de una bomba principal de aceite, un depósito que aquí es el mismo del aire; un refrigerador de aceite, un filtro de aceite, las diferentes conducciones y una válvula termostática "by-pass", que situada a la salida del depósito separador, no deja pasar el aceite hacia el refrigerador hasta que no alcance la temperatura ideal.

El refrigerador de aceite es un elemento similar a un radiador; va colocado inmediatamente delante del radiador de agua del motor y tiene practicamente sus mismas dimensiones.

La bomba aspira el aceite, directamente del depósito separador o a través del refrigerador y filtro, dependiendo de la posición de la válvula "by-pass"; impulsándolo a presión hacia los cojinetes del rotor e interior del cilindro, siendo conducido mezclado con el aire comprimido hasta el depósito de almacenamiento, no pudiendo salir al exterior con el aire por impedírsele el "separador". Este elemento (Fig. 582), está formado por una serie de cámaras contiguas rellenas de unas mallas fibrosas que retienen el aceite. El aceite retenido, gotea hasta el fondo del depósito, para volver a ser aspirado nuevamente por la bomba y repetir nuevamente el ciclo.

La aspiración del aceite por la bomba se facilita al estar el primero sometido a la presión del aire en el interior del depósito o calderín.

- Regulación.- Los compresores rotativos accionados por motores de combustión interna, emplean un sistema combinado de dos reguladores: uno de "velocidad" y otro de marcha constante, que aquí recibe la denominación de "regulador volumétrico".

El primero actúa sobre la bomba de inyección o el carburador del motor; consiguientemente, sobre las revoluciones del mismo, de modo que disminuye la producción de aire comprimido desde el 100% de rendimiento -motor totalmente ace-

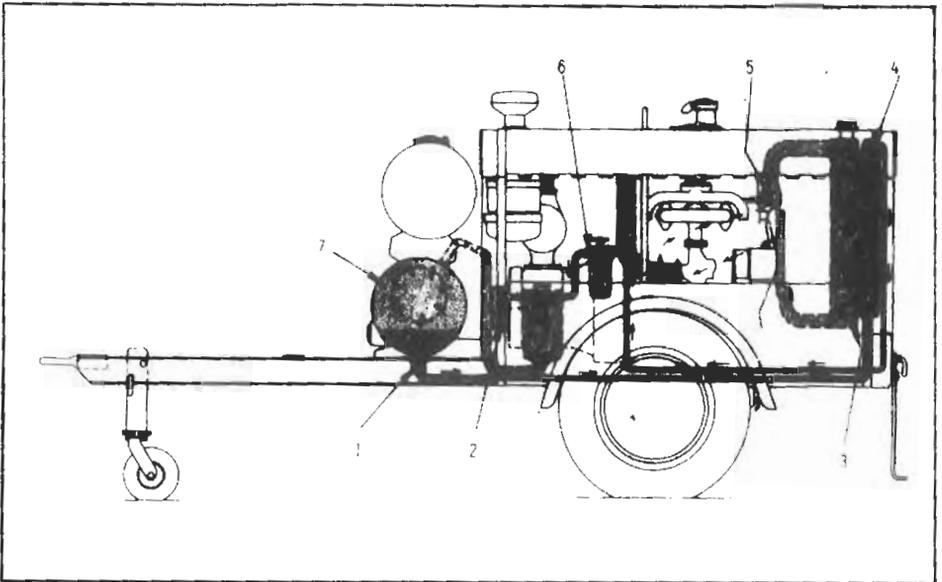


Fig. 581. Esquema de la lubricación de los compresores rotativos (INGERSOLL RAND) 1.- Válvula by-pass. 2.- Bomba de engrase. 3.- Radiador de agua del motor. 4.- Radiador de aceite del compresor. 5.- Termostato del circuito de refrigeración del motor. 6.- Filtro de aceite. 7.- Depósito-separador (calderín).

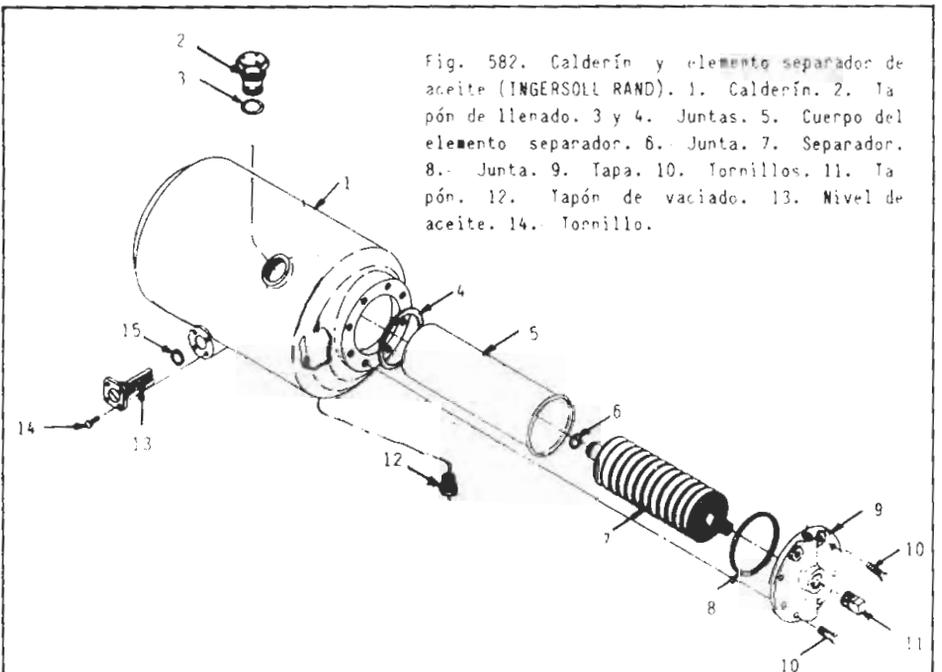


Fig. 582. Calderín y elemento separador de aceite (INGERSOLL RAND). 1. Calderín. 2. Tapón de llenado. 3 y 4. Juntas. 5. Cuerpo del elemento separador. 6. Junta. 7. Separador. 8. Junta. 9. Tapa. 10. Tornillos. 11. Tapón. 12. Tapón de vaciado. 13. Nivel de aceite. 14. Tornillo.

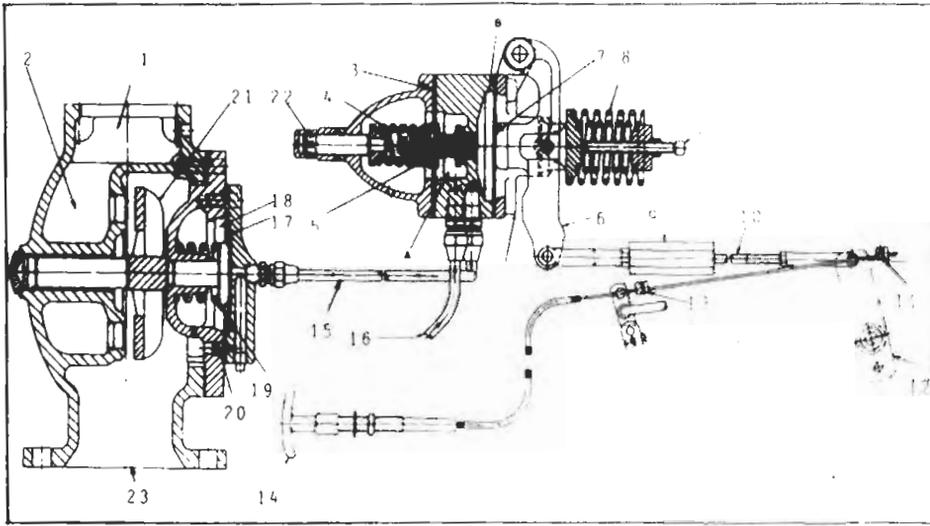


Fig. 583. Regulador volumétrico y de velocidad (INGERSOLL RAND). 1.- Admisión de aire. 2.- Cámara de admisión. 3.- Diafragma de la cámara "A". 4.- Resorte. 5.- Válvula de aguja. 6.- Brazo del balancín. 7.- Diafragma de la cámara "B". 8.- Resorte. 9.- Convertidor de velocidad. 10.- Varilla al regulador del motor. 11.- Tope. 12.- Leva de accionamiento de la bomba de inyección. 13.- Tope de velocidad máxima. 14.- Mando manual. 15.- Tubo que une las cámaras A y 17. 16.- Salida hacia el depósito-separador. 17.- Cámara del regulador volumétrico. 19.- Resorte. 20.- Orificio calibrado. 21.- Válvula reguladora de entrada de aire. 22.- Tornillo de reglaje de la válvula de aguja. 23.- Salida del aire hacia el compresor.

lerado- hasta el 60% que corresponde a un ralentí rápido.

El regulador "volumétrico" actúa obstruyendo la entrada de aire o admisión al compresor, combinado con el de velocidad y actuando inmediatamente después que él. Así, el regulador volumétrico entra en acción una vez que el de velocidad ha puesto el motor en ralentí; consiguientemente, reducirá la producción de aire comprimido desde el 60% hasta el 0% ó producción nula. En cuanto se abre un grifo y existe, por tanto, consumo de aire comprimido, logicamente que el orden de actuación de los reguladores se invierten; siendo primeramente el volumétrico quien despeja la entrada de aire al compresor y posteriormente, si es necesario, el de velocidad acelera el motor.

La figura 583 representa las secciones de un regulador de velocidad -derecha- y un volumétrico -izquierda-. Veamos superficialmente el funcionamiento de ambos:

El regulador de "velocidad" está compuesto básicamente por un cuerpo con dos cámaras, A y B, comunicadas entre sí por un orificio calibrado sobre el que actúa la válvula de aguja 5. Por la acción del resorte 4, la aguja 5, tiende a mantener cerrado el citado orificio de comunicación entre ambas cámaras. Conectado, igualmente, a la aguja 5, está

el diafragma 3. En la cámara B, existe otro diafragma o membrana 7, cuyo platillo central se apoya en la palanca 6 de aceleración, y sus movimientos son transmitidos a través de una varilla articulada a la bomba inyectora del motor. Obsérvese que el resorte 8 tiende a empujar la palanca 6 y consiguientemente, el diafragma 7 hacia la izquierda; posición que corresponde al motor acelerado.

Vistas sus partes principales, comprenderemos fácilmente el funcionamiento del mismo: la cámara A está comunicada con el interior del calderín, a través de la conducción 16, de modo que cuando la presión alcance un cierto valor, el diafragma 3 se encorva hacia la izquierda venciendo la acción del resorte 4, desplazando la aguja 5 hacia la izquierda y comunicando directamente las cámaras A y B. Del mismo modo, el diafragma 7 se desplaza a la derecha y empuja la palanca 6 hasta poner el motor en ralentí (60% del rendimiento), si la presión alcanza al valor necesario.

Al no existir consumo, la presión sigue ascendiendo; ésta es transmitida de la cámara B del regulador de velocidad a la 17 del volumétrico, mediante la conducción 15. En el volumétrico existe otro diafragma que al encorvarse, y después de vencer la acción del resorte 19, desplaza hacia la izquierda el disco 21, que cierra los orificios de comunicación de la entrada de aire 1 con la admisión del compresor 23.; de modo que aunque el compresor siga funcionando, la producción de aire comprimido será nula.

En el momento que exista consumo de aire comprimido en la instalación, bajará la presión, poniéndose a actuar primero el resorte 19 que abrirá la admisión y seguidamente 8 y 4, que desplazarán los diafragmas en sentido contrario hasta acelerar el motor si fuese necesario. Consecuentemente, la mayor o menor aceleración del motor, será proporcional al consumo de aire comprimido.

Tales reguladores son elementos de precisión, provistos de unos tornillos de reglaje (22), cuya manipulación está reservada al especialista.

#### COMPRESORES ROTATIVOS DE TORNILLO

Este tipo de compresores, que destacan por la sencillez de su diseño y simpleza de sus elementos, están expuestos incluso a menos averías que los anteriormente descritos, ya que sus piezas son menos numerosas, careciendo de las aletas. Constan de los siguientes elementos principales (Fig. 584):

Una "carcasa" en cuyo interior se alojan dos rotores helicoidales: un rotor "macho" que tiene cuatro lóbulos y gira un 50% más rápido que el rotor "hembra" que lleva seis acanaladuras donde se alojan los lóbulos del macho.

El funcionamiento es muy sencillo: se hace entrar el aire entre los rotores macho y hembra (Fig. 585). La compresión del aire se realiza al reducirse el espacio entre las canaladuras y lóbulos de los rotores al producirse el giro de éstos.

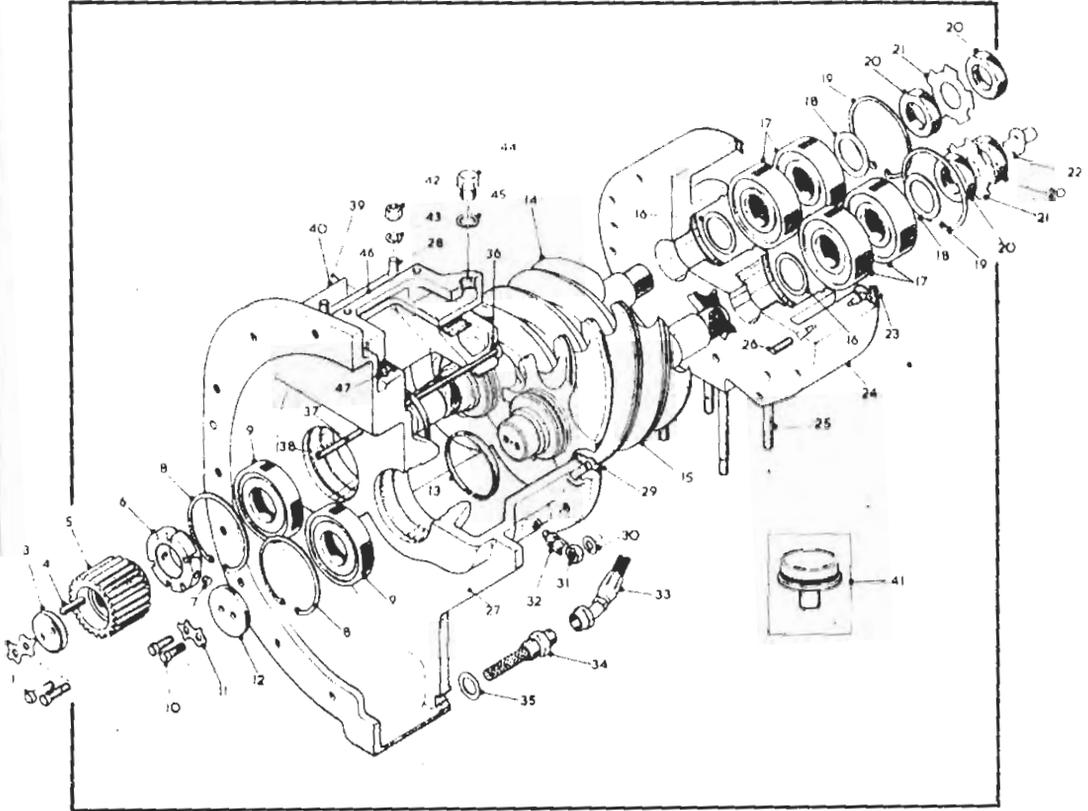


Fig. 584. Despiece de un compresor rotativo de tornillo (HOLMAN). 1.- Tornillo. 2.- Placa del freno. 3.- Retenedor. 4.- Chaveta. 5.- Piñón. 6.- Tuerca. 7.- Pivote. 8.- Frenillo. 9.- Rodamiento. 10.- Tornillo. 11.- Placa de freno. 12.- Retenedor. 13.- Anillo. 14.- Rotor (macho). 15.- Rotor (hembra). 16.- Disco. 17.- Rodamiento. 18.- Arandela. 19.- Frenillo. 20.- Tuerca. 21.- Placa de freno. 22.- Irinquete. 23.- Junta. 24.- Carcasa. 25.- Espárrago. 26.- Pasador. 27.- Carcasa. 28.- Espárrago. 29.- Junta. 30.- Arandela. 31.- Tuerca. 32.- Racor. 33.- Manguera. 34.- Filtro. 35.- Arandela. 36.- Espiga. 37.- Engrasador. 38.- Prisionero. 39.- Tornillo. 40.- Placa de fabricante. 41.- Filtro. 42.- Tuerca. 43.- Arandela. 44.- Tapón. 45.- Arandela de fibra. 46.- Adaptador. 47.- Junta.

Los sistemas de regulación, engrase y refrigeración, son similares a los explicados para los rotativos de aletas, por lo que omitimos su descripción. Igualmente, la instalación va provista de una "válvula de presión mínima", situada a la salida del aire en el calderín; su cometido es asegurar una eficaz lubricación. Una válvula de "descarga automática" anula la presión en la instalación al parar el motor.

#### OTROS ELEMENTOS DE LOS COMPRESORES PORTATILES

a) Depósito de almacenamiento o calderín (Fig. 582).- Pudiendo adoptar varias formas, es un recipiente de acero capaz de soportar presiones superiores a las 12 atmósferas, aunque en el caso que nos ocupa no se suelen emplear presiones superiores a las 8 atms. En los rotativos, sabemos que además sirve de depósito de aceite y lleva en su interior el separador de aceite. En todos los casos llevan un grifo

de purgado para evacuar cada mañana el agua condensada. Igualmente, en los rotativos, el calderín dispone de una mirilla o una varilla de nivel.

b) Válvula de seguridad.— Va situada directamente en el calderín o tubería de impulsión antes de llegar al mismo. Su cometido es proteger al equipo de cualquier grave sobrepresión, que pudiera suponer un riesgo patente de accidente. Dispone de una palanca para accionarla a mano diariamente y asegurarse de su correcto funcionamiento.

Si la válvula de seguridad se dispara en cualquier momento, debido a una presión excesiva en la instalación, se deben revisar los dispositivos de regulación en busca de algún reglaje incorrecto.

c) Válvula de presión mínima (Fig. 586).— Como ya hemos explicado, el aceite de engrase del compresor se almacena en el calderín del aire comprimido. Esta válvula va colocada en la misma pieza donde se montan los grifos de salida del aire. Su misión es impedir que el aire pueda salir del calderín hasta alcanzar una presión de unas 3 atmósferas, con el fin de garantizar una excelente lubricación.

Su funcionamiento es como sigue: cuando la presión del aire del depósito es muy baja, la fuerza del resorte hace subir al émbolo hasta cerrar la salida del aire hacia los grifos de admisión; al seguir aumentando la presión, ésta es superior a la fuerza del resorte y el émbolo baja, dejando libre el camino al aire.

d) Válvula de descarga automática (Fig. 587).— El calderín debe quedar exento de presión al parar el compresor. Este cometido suele realizarlo de forma automática una válvula del tipo de esfera, sobre la que actúan simultáneamente un resorte y el vástago de un émbolo, que recibe los impulsos del aire comprimido a través de una membrana, que le llegan desde el regulador volumétrico.

Así, mientras el compresor está funcionando, en el interior del regulador volumétrico existe una depresión que es transmitida por el conducto a la membrana, lo que origina una presión sobre la esfera que se suma a la que ejerce el resorte, e impiden la salida del aire comprimido desde

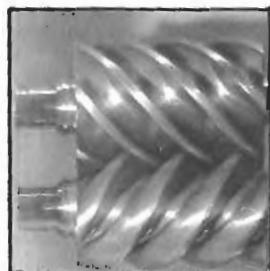


Fig. 585. Detalle del acoplamiento de los rotores macho y hembra (SAMUR).

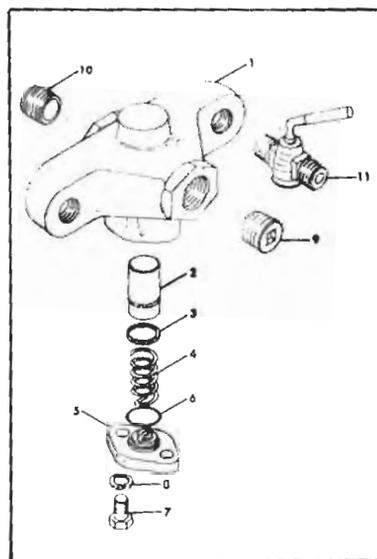


Fig. 586. Válvula de presión mínima (INGERSOLL RAND). 1.- Cuerpo de válvula. 2.- Émbolo de válvula. 3.- Junta. 4.- Muelle. 5.- Asiento del muelle. 6.- Junta. 7.- Tornillo. 8.- Arandela. 9.- Tapón. 10.- Entrada de aire comprimido del calderín.

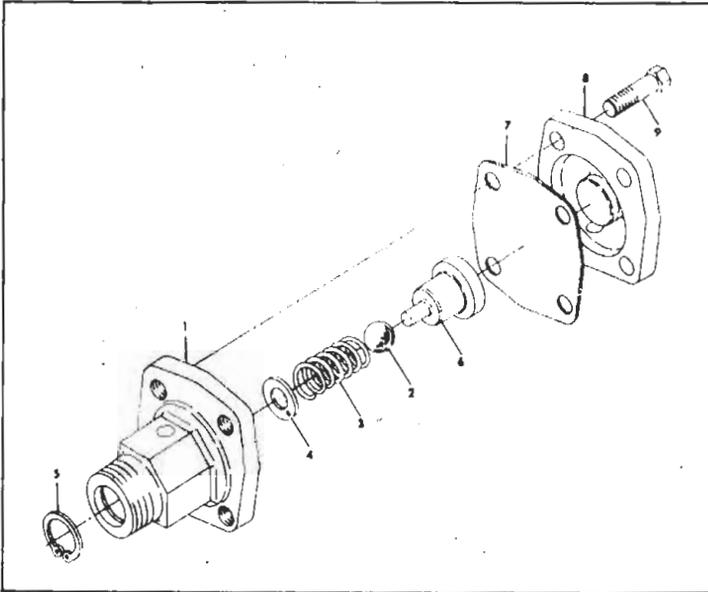


Fig. 587. Válvula de descarga automática (INGERSOLL RAND). 1.- Cuerpo de válvula. 2.- Esfera. 3.- Muelle. 4.- Asiento del muelle. 5.- Frenillo. 6.- Embolo. 7.- Membrana. 8.- Soporte. 9.- Tornillo.

el depósito. Al parar el compresor las presiones en el compresor y el depósito se equilibran, lo que origina una

presión positiva en el interior del regulador volumétrico, que es transmitida a la membrana y ésta a su vez acciona la válvula a través del émbolo venciendo la resistencia del resorte y despejando la salida del aire comprimido del calderín.

e) Purgadores.— Además de los grifos de accionamiento manual, para purgar el calderín; pueden existir condensadores de agua en los refrigeradores o reguladores. Tales condensadores van equipados con purgadores manuales o de evacuación automática del agua.

f) Aparatos de control.— El mas importante es un manómetro que indica la presión en el interior del calderín. Se ubica directamente sobre éste o en el cuadro de mandos del compresor.

g) Otros elementos.— En toda instalación portátil de aire comprimido, hemos de considerar los grifos de empalme, las mangueras y los engrasadores de línea. Las mangueras se desenrollarán y enrollarán girando el rollo sobre el suelo, debiéndose soplar por las mañanas antes de empalmar la herramienta neumática. El engrasador de línea es un pequeño depósito de aceite situado en la manguera a unos 5 m. de los martillos. Se mantendrán constantemente llenos de aceite especial para martillos neumáticos.

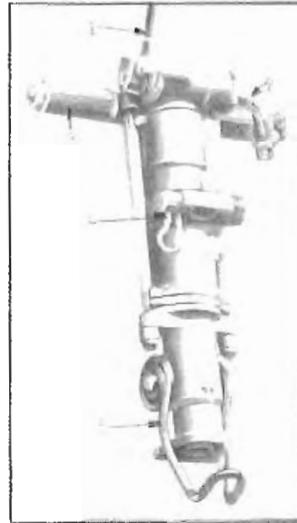


Fig. 588. Martillo perforador. 1.- Palanca de accionamiento. 2.- Codo de admisión. 3.- Empuñadura. 4.- Grifo de soplado intenso. 5.- Retén de barrena.

## MARTILLOS PERFORADORES Y ROMPEDORES

Un martillo es una herramienta de percusión empleada en la perforación de rocas (barrenos) o en la demolición de éstas, firmes o estructuras de hormigón. En general, son máquinas pequeñas, constituidas por un pistón que se desplaza alternativamente en el interior de un cilindro, golpeando el extremo del útil de trabajo al final del recorrido.

Los martillos los podemos clasificar de acuerdo a los siguientes criterios:

a) Por su accionamiento:

- Neumáticos o por aire comprimido.
- Hidráulicos o por aceite a presión.
- Mixtos: percusión neumática y rotación hidráulica.

b) Por sus movimientos:

- Rompedores: el útil solo dispone de movimiento de percusión.
- Perforadores: el útil combina los movimientos de rotación y percusión.

c) Por el método de utilización:

- Normales: los maneja directamente el operario.
- Montados: van dispuestos sobre un carro, bastidor o tractor.

De todos ellos vamos a referirnos a los martillos normales, "perforadores y rompedores", por ser éstos los más utilizados en los trabajos que nos ocupa. Como sabemos, en ambos casos son accionados por aire comprimido, cuya admisión y expulsión se controla por una válvula. Los perforadores llevan además un mecanismo que produce el giro automático de la barrena.

### MARTILLOS PERFORADORES (Fig. 588)

Son los empleados generalmente en perforaciones descendentes y que son manejados manualmente por el operario. El útil de trabajo de todos ellos son barrenas de distinta longitud, a las que hacen girar gracias al sistema de rotación con que cuentan.

De acuerdo a su peso, se distinguen estas categorías: "extraligeros" (menos de 7 Kg.); "ligeros" (7-18 Kg.); "medios" (18-22 Kg.) y "pesados" (22-30 Kg.).

En todos ellos es preceptivo, que la perforación se vaya limpiando de polvo y partículas de roca durante su trabajo; de lo contrario la barrena se atranca. Para esto utiliza una inyección de aire comprimido, que es conducida por un orificio perforado en toda la longitud de la barrena hasta la boca de ésta. Esta inyección de aire, puede ser de tres tipos:

- Inyección seca.- Consiste en una pequeña cantidad de aire que fluye constantemente durante el funcionamiento

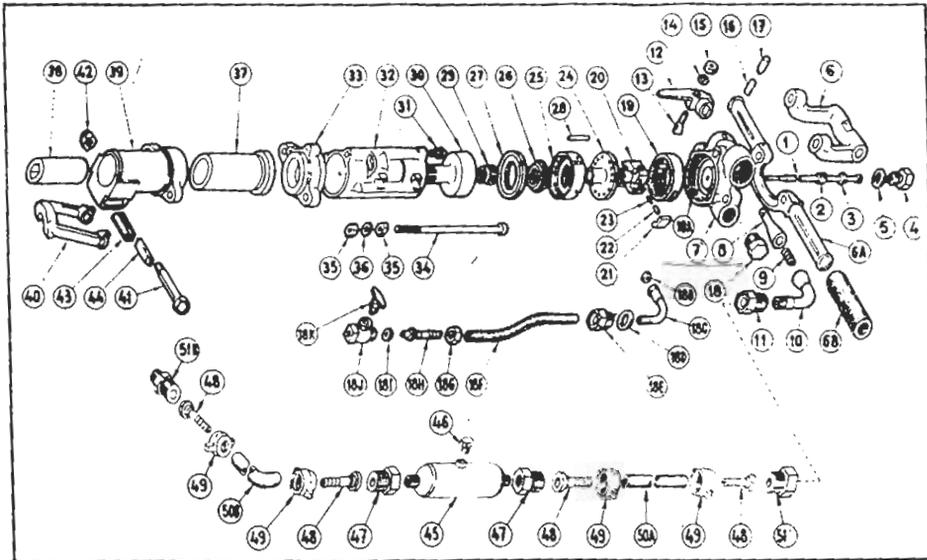


Fig. 589. Despiece de martillo perforador y sus accesorios (HOLMAN). 1.- Aguja húmeda. 2.- Retén de goma. 3.- Arandela. 4.- Tapón. 5.- Junta. 6.- Mango. 6A.- Mango recto. 6B.- 7.- Cabezal. 8.- Válvula. 9.- Muelle. 10.- Codo. 11.- Tuerca. 12.- Manilla. 13.- Cuña. 14.- Arandela. 15.- Tuerca. 16.- Muelle. 17.- Embolo. 18.- Tapón. 18A.- Tapón húmedo. 18B.- Retén. 18C.- Codo. 18F.- Manguito. 18G.- Tuerca. 18H.- Espiga. 18I.- Junta. 18J.- Cuerpo grifo. 18K.- Manilla completa. 19.- Matraca. 20.- Trinquete. 21.- Uña. 22.- Embolo. 23.- Muelle. 24.- Guía. 25.- Caja. 26.- Válvula. 27.- Tapa. 28.- Pasador. 29.- Tuerca de rotación. 30.- Pistón. 31.- Empaquetadura. 32.- Cilindro. 33.- Tapa intermedia. 34.- Perno. 35.- Arandela. 36.- Portabarrenas. 37.- Buje. 38.- Tapa. 39.- Retenedor. 40.- Retenedor. 41.- Perno. 42.- Tuerca. 43.- Amortiguador. 44.- Cuña. 45.- Engrasador de línea. 46.- Tapón. 47.- Adaptador. 48.- Espiga. 49.- Tuerca de orejas. 50A y 50B.- Manguera flexible. 51.- Adaptador.

del martillo hacia el interior de la barrena. El martillo lleva, además, un dispositivo que permite inyectar una gran cantidad de aire cuando este no funciona, para reforzar la cantidad de aire antes mencionada y lograr una perfecta limpieza del barreno.

- Soplo fuerte.- Los martillos llevan, a veces, un conducto obturado por una varilla. Si se extrae ésta se inyecta un chorro de aire supletorio que viene a reforzar la inyección seca. Se emplea en barrenos muy profundos, perforación de rocas blandas y otros casos similares.

- Inyección húmeda.- Al conducto dejado por la varilla mencionada en el caso anterior, puede conectarse una manguera de agua a una presión de 3-4 atms., con lo que se obtiene una inyección mixta de agua y aire comprimido.

De todo lo expuesto hasta ahora, deducimos que un martillo perforador realiza durante su funcionamiento las tres operaciones siguientes:

- Movimiento de percusión.



Fig. 590. Dos tipos de martillos rompedoras manuales (WACKER).

- Soplado a intensidades diversas.
- Movimiento de rotación de la barrena.

La figura 589 muestra el despiece completo de un martillo perforador de accionamiento normal o manual. A través de los conductos internos del martillo, el aire comprimido se canaliza hasta llegar a la cabeza del pistón y lo desplaza hacia abajo. Al final de su carrera descendente, el vás-



Fig. 591. Martillo rompedor hidráulico, montado sobre retroexcavadora.



Fig. 592. Martillo perforador pesado y de accionamiento mixto, montado sobre un tractor.

tago del pistón golpea la espiga o extremo de la barrena, que está alojada en el interior del manguito portabarrenas, lo que produce el movimiento de percusión; a la vez que dicho golpe contribuye a facilitar la subida del pistón por efecto del rebote.

Respecto al soplado, lo normal es que se disponga de la inyección seca explicada, complementada con un "soplado intenso", que se manda manualmente con la palanca 4 de la fig. 588.

Finalmente, hemos de hacer mención al movimiento de "rotación de la barrena", que es característico de estos martillos. Las piezas que intervienen en la consecución de dicho movimiento, según la figura 589, son las siguientes: matraca (19), trinquete (20), pistón (30), guía del manguito portabarrenas y manguito portabarrenas (37).

#### MARTILLOS RÓMPEDORES (Fig. 590)

Al igual que los martillos perforadores, los martillos rompedores son máquinas de percusión, accionadas por aire comprimido. Cada martillo consta de un cilindro por el que se desplaza alternativamente el pistón que golpea al útil de trabajo.

Una válvula de funcionamiento automático, permite que el aire comprimido pase a una u otra cara del pistón, lo que origina su movimiento alternativo.

A diferencia de los martillos perforadores, que durante su funcionamiento realizan los movimientos de percusión, soplado y rotación; los rompedores solo poseen el de percusión; movimiento que ejecutan con gran intensidad, concentrando toda su fuerza sobre el útil de trabajo empleado.

Resumiendo, podemos decir que un martillo rompedor neumático, tiene esencialmente el mismo funcionamiento que los perforadores, solo que los primeros carecen de los movimientos de rotación y no realiza la función de soplado. En consecuencia no existen los mecanismos que originan estas funciones.

Los modelos son variables en función del trabajo a que se destinan. El peso puede oscilar entre los 9 Kg. de los martillos mas pequeños empleados en minería y labores leves, a los 36 aproximadamente de los modelos manuales empleados en rotura de firmes, demolición de hormigón y rocas o apertura de zanjas, etc.

Existen también otro tipo de martillo rompedor montado en el extremo del sistema de brazos de retroexcavadoras o retropalas, en sustitución del cucharón invertido que, normalmente, disponen. Su funcionamiento es íntegramente hidráulico y su peso variable, puede aproximarse a los 500 Kg. (Fig. 591).

Estos últimos se emplean especialmente en aquellos lugares donde existe dificultad para emplear explosivos. Su utilización es cada día mas generalizada, tanto en la construcción de caminos, como en la apertura de zanjas, demolición de firmes, etc.

Por último, mencionamos los martillos perforadores montados sobre tractor (Fig. 592), con capacidad para perforaciones que pueden superar los 100 m. de profundidad.

El funcionamiento es mixto; así el movimiento de rotación de la barrena, que es empalmable, se realiza hidráulicamente desde el tractor. A diferencia de los martillos normales explicados, el verdadero martillo que realiza el movimiento de percusión, va montado en el extremo de la barrena y funciona neumáticamente, pues recibe el aire desde un compresor a través de un orificio existente en el interior de la barrena.

Se emplean en las voladuras de grandes bancos de roca y en la captación de aguas subterráneas.

### MOTOPERFORADORES

Debido a lo abrupto del terreno, en trabajos forestales puntuales, no siempre es posible la utilización de un compresor portátil; unas veces porque el trabajo a realizar no justifica el traslado de estas máquinas y otras, porque su acceso no es posible, siendo preciso en estos casos, la utilización de otras máquinas ligeras, tales como los "motoperforadores" (Fig. 593). Estas máquinas, cuyo peso puede oscilar entre 9 y 40 Kg., dependiendo de sus características, puede ser transportada sin dificultad hasta los lugares de trabajo a hombro de los operarios, con lo que se suprimen las dificultades de acceso que presentan los compresores portátiles.

Los motoperforadores constan de un motor de explosión de dos tiempos que acciona un "émbolo de trabajo", que según los casos, golpea o hace girar el útil empleado, pudiendo funcionar tanto como rompedor como perforador, aunque cier-

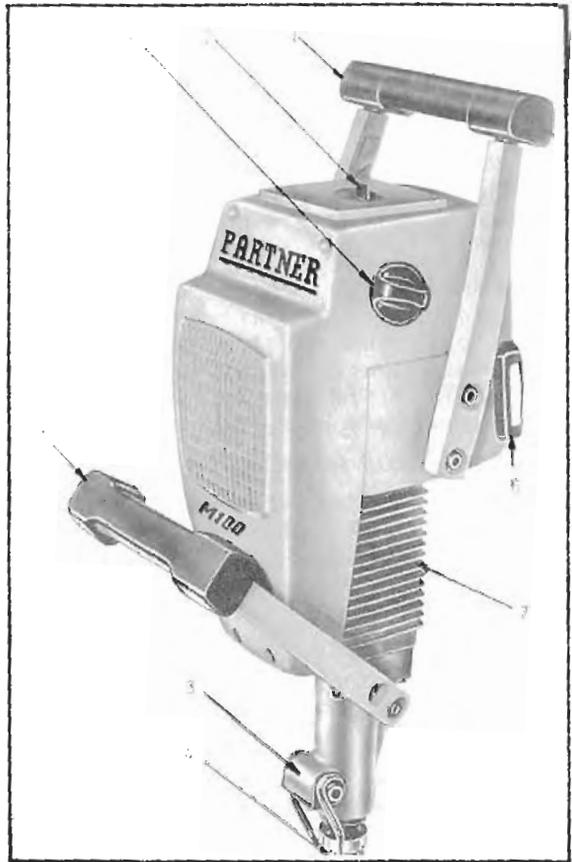


Fig. 593. Aspecto exterior de un motoperforador (PARTNER). 1.- Empuñaduras antivibratorias. 2.- Bomba de arranque. 3.- Portaherramientas. 4.- Herramienta. 5.- Depósito de combustible. 6.- Sistema de arranque. 7.- Cilindro.

tos modelos solo sean perforadores.

El motor es alimentado por un carburador especial que asegura su funcionamiento en cualquier posición de la máquina, aunque no es del tipo de membrana como el que emplean las motosierras.

La figura 594 nos muestra en sección, los elementos que componen un motoperforador.

Veamos a grandes rasgos, el funcionamiento de aquellos que realizan las tres funciones clásicas de perforación, percusión y soplado:

- Movimiento de percusión (Fig. 594).- Entre el pistón 15 y el émbolo de trabajo 16, se comprime la mezcla combustible que se inflama por la chispa de la bujía 7, provocando su explosión. La expansión de los gases hace que ambos pistones se separen, de modo que el pistón o émbolo de trabajo transmite su fuerza a la herramienta a la que golpea y por rebote, retrocede hasta su posición inicial, aunque en esta función pueda ser ayudado por una derivación de gases que se acumulan en su parte inferior a través de un

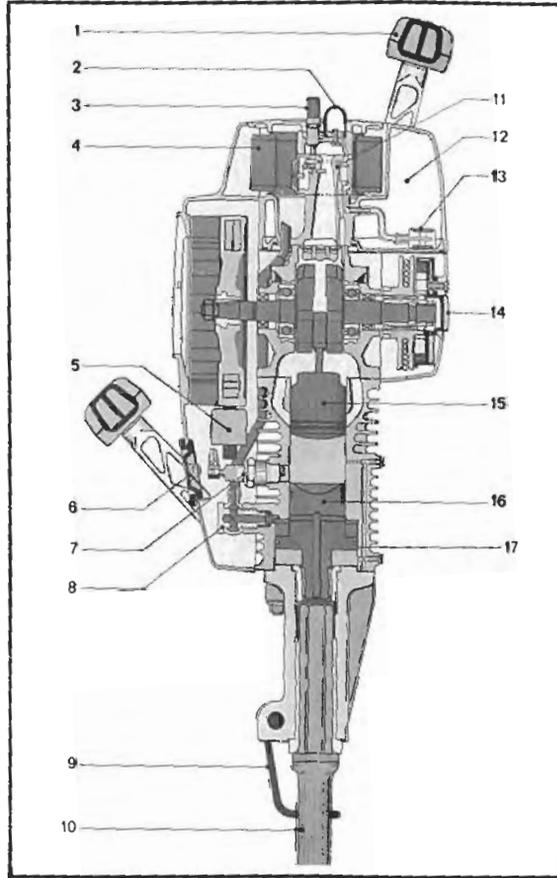


Fig. 594. Motoperforador seccionado (PARTNER). 1.- Espuñadura antivibrante. 2.- Bomba de arranque. 3.- Tornillo de combustible. 4.- Filtro de aire. 5.- Sistema de encendido electrónico. 6.- Interruptor de parada. 7.- Bujía. 8.- Válvula de descarga. 9.- Portaherramientas. 10.- Herramienta de trabajo. 11.- Carburador. 12.- Depósito de combustible. 13.- Filtro de combustible. 14.- Sistema de arranque. 15.- Émbolo del rotor. 16.- Émbolo de percusión o trabajo. 17.- Pestaña del émbolo de trabajo para la función de soplado y ascenso del émbolo.



Fig. 595. Diferentes herramientas o útiles de trabajo (PARTNER). 1.- Barrena de picá. 2.- Barrena para hielo. 3.- Barrena para asfalto. 4.- Pala. 5.- Barrena plana. 6.- Pie apisonador. 7.- Juego de cuñas. 8.- Util de percusión. 9.- Barrena perforadora de rocas.

conducto.

- Soplado. - El pistón de trabajo dispone de una pestaña en su falda que le hace que por su parte inferior se comporte como un émbolo independiente. La cámara que forma esta pestaña con el correspondiente ensanchamiento del cilindro, dispone de dos válvulas; una comunicada con el filtro de aire y la otra con el orificio interno de la barrena. Así en sus desplazamientos ascendentes y descendentes, se comporta como un compresor de válvulas de una etapa, inyectando un chorro constante de aire por el orificio de la espiga de la barrena.

- Movimiento de rotación. - El émbolo de trabajo presenta en su vástago unas acanaladuras rectas y otras inclinadas, que junto a dos trinquetes forman el mecanismo de rotación, que se encarga de dar un pequeño giro a la barrena cada vez que el pistón retrocede. En algunos modelos (PION-JAR), para pasar de rompedor a perforador basta con girar una palanquita que fija el mecanismo a la carcasa. En otros modelos hay que montarle toda la caja de rotación.

Por último, en la figura 595 se representan los distintos útiles de trabajo que emplean tanto los moperforadores como los martillos neumáticos. Para la perforación se emplean barrenas (9), con la boca de mayor diámetro que el resto, donde lleva una pastilla de widia, que presenta un alto poder antidesgaste. Todos los útiles se sujetan a la máquina por una pestaña, denominada "collar", dispuesta cerca del extremo opuesto a la boca. La parte del útil que penetra en el portabarrenas de la máquina se denomina "espiga".

Las barrenas perforadoras son huecas y empalmables.

## **SEXTA PARTE**

***MANTENIMIENTO, CONTROL,  
TÉCNICAS DE CONDUCCIÓN,  
ASPECTOS ECONÓMICOS Y  
NORMAS DE SEGURIDAD.***



## CAPITULO XXXIII

ENTRETENIMIENTO Y CONSERVACION

Para que las máquinas proporcionen unas prestaciones adecuadas durante el periodo de vida útil previsto en su fabricación y se eliminen, en gran medida, las indeseadas averías; es preciso realizar en ellas una serie de cuidados periódicos, tales como sustituir lubricantes y filtros, engrasar los ejes y articulaciones, atender la batería, drenar el sistema de alimentación de combustible, etc. En el presente capítulo, nos limitaremos a exponer unas reglas generales sobre las operaciones de conservación y los periodos en que se suelen realizar. No obstante, aconsejamos al operador que en cada caso particular, debe consultar el MANUAL DE INSTRUCCIONES de su máquina, que le indicará la forma de realizar cada operación, el periodo de atención y, lo que es muy importante, la ubicación de los engrasadores, niveles, taponés, etc.; así como el lubricante específico de cada mecanismo.

La investigación ha logrado obtener unos lubricantes de tan excelente calidad, que ha permitido prolongar los periodos de cambio, duplicándolos en muchos casos. Como ejemplo, el aceite del cárter del motor de un automóvil, hace unos años se debía sustituir cada 3000 Km., ha pasado a 10.000 Km. actualmente en la mayoría de las firmas.

Como, independientemente de la calidad del aceite empleado, en el deterioro del mismo también influyen otros factores, tales como el estado del motor (baja compresión, fugas, refrigeración defectuosa,...), el momento teórico del cambio puede variar de unos motores a otros. Así, aunque el fabricante indique un periodo aproximado para sustituirlo, ciertas firmas de maquinaria emplean un sistema de control por "rayos infrarrojos" para determinar cuando hay que cambiar el lubricante. Para ello, periódicamente y sirviéndose de una pistola provista de una sonda recambiable, se extraen muestras de lubricante que posteriormente son analizadas por un ordenador. Este método detecta, igualmente, la presencia de contaminantes y partículas metálicas, por lo que cuando éstas se encuentran en mayor proporción de lo normal e identificando su naturaleza, se pueden prevenir costosas averías interviniendo antes de que éstas se produzcan.

Antes de exponer un programa tipo de mantenimiento, vamos a tratar los combustibles y lubricantes, incidiendo especialmente en los aceites para motor.

LUBRICANTES

Los lubricantes que normalmente se emplean en maquinaria forestal, son los siguientes:

- Aceites para motores de cuatro tiempos (gasolina y Diesel).

- Aceites para motores de dos tiempos (2T).
- " " engranajes o transmisiones mecánicas.
- " " servotransmisiones y convertidores de par
- " " circuitos hidráulicos.
- " " compresores y martillos neumáticos.
- Grasa.

#### ACEITES PARA MOTORES DE CUATRO TIEMPOS

Los cometidos que cumple el aceite en el motor son los de "lubricar, proteger, limpiar, refrigerar y hermetizar".

"Lubricar" es disminuir la fricción y el desgaste entre las piezas en movimiento, intercalando una fina película de aceite entre sus superficies; evitando o rebajando a límites admisibles los desgastes "mecánicos". En el motor existen dos zonas a lubricar: la de combustión (camisas, pistones, bulones y segmentos) y la del cárter (cigüeñal, cojinetes y bancada).

Las partículas procedentes del desgaste mecánico unidas a las de origen químico (cenizas, carbonilla, lodos,...) y a las de polvo que, eventualmente, puedan penetrar al cárter, vía filtro de aire o respiraderos, tienen efectos muy negativos para el motor; pues unas y otras se unirán al aceite provocando desgastes por "abrasión" y formando barros, que a la larga taponarán los conductos de engrase. El aceite debe tener, pues, capacidad para diluir las partículas químicas, siendo el filtro de aceite el encargado de retener las sólidas (limaduras, polvo,...).

La combustión genera reacciones químicas que producen compuestos de diversa naturaleza; sumados al combustible no quemado, se incorporan al aceite alterando su estructura hasta hacerlo apto para que ataque por "corrosión" a los órganos internos del motor. En los motores Diesel, en cuyo combustible se encuentra azufre (S), durante la combustión se producen ácidos sulfúrico ( $SO_4H_2$ ) y sulfuroso ( $SO_2H_2$ ), ambos con una excelente capacidad de atacar los metales.

Como la condensación de ambos ácidos se facilita al trabajar el motor a temperaturas bajas, es condición indispensable que el termostato del circuito de refrigeración funcione correctamente, para que el motor trabaje a su temperatura "normal". Por tanto, el cometido de "proteger" se refiere a la capacidad del aceite para neutralizar los ácidos y otros compuestos químicos. Dicha capacidad viene determinada por su "índice de alcalinidad" o TBN (Total Base Number).

El combustible no quemado, debido a una inyección defectuosa en los motores Diesel o hacer funcionar al de gasolina con una mezcla rica, especialmente en las arrancadas en frío; puede lavar el aceite de las paredes del cilindro y contaminar el aceite. Si los recorridos son cortos, la gasolina no se evapora diluyendo y permaneciendo en el lu-

bricante hasta deteriorarlo y provocar desgastes en el motor.

La contaminación por agua, puede provenir de una fuga en las camisas o junta de culata, pero lo normal es que sea por condensación cuando el motor funciona durante recorridos cortos en tiempo frío. Además de un engrase defectuoso, al ser mas densa que el aceite, a motor parado se deposita en el fondo del cárter, falseando el nivel. Cuando el motor funciona durante un periodo largo, ésta se evapora descendiendo bruscamente el nivel de aceite, con el consiguiente riesgo de "gripado" del motor. Cuando el aceite contiene agua, adquiere un color blanquecino lechoso, que se adhiere en la parte alta del motor (tapa de balancines, tapón de llenado,...).

Consiguientemente, todo aceite de motor debe ir provisto de una serie de "aditivos", tales como los antidesgaste, antifricción, mejoradores del índice de viscosidad, antiestrupe, antioxidantes, anticorrosivos y detergentes.

El aceite al lubricar las partes "calientes" del motor, colabora en su refrigeración, pasando el calor al aceite. Como la carbonización del aceite es por efecto de las altas temperaturas, en motores de cierta potencia, especialmente si van provistos de turboalimentador, se monta un intercambiador de calor para su refrigeración.

Con el uso el aceite se va ensuciando y perdiendo sus cualidades, pues el filtro solo tiene capacidad para retener ciertas partículas sólidas, por lo que existe la necesidad de cambiarlo periodicamente. Sin embargo no es fácil determinar exactamente cuando se debe cambiar, pues su deterioro depende de varios factores, entre los que se encuentran:

a) Estado del motor.- Un motor viejo deteriora antes el lubricante que uno nuevo, debido a su peor compresión, refrigeración menos eficaz y a la suciedad interna. Un mantenimiento incorrecto (ausencia de reglajes, no cambiar los filtros,...) colabora positivamente en el envejecimiento del aceite.

b) Condiciones de trabajo o servicio.- Los motores sometidos a sobrecargas alternativas, los que trabajan en lugares polvorientos y los sometidos a frecuentes paradas, degradan mas rapidamente el lubricante que aquellos otros que trabajan a un régimen medio durante largos periodos.

c) El combustible utilizado.- En especial, hay que tener presente el contenido de azufre en el gas-oil. Así CATERPILLAR aconseja reducir los periodos de cambio a la mitad cuando el contenido de azufre se encuentra entre el 0,4 y el 1% ó a un cuarto si pasa del 1%.

d) Marca del motor.- Cada fabricante aconseja un periodo teórico de cambio. Como ya hemos explicado lo mas adecuado en maquinaria forestal pesada es realizar análisis periódicos con infrarrojos para determinar el momento del cambio en cada caso.

### Viscosidad del aceite

La "viscosidad" puede definirse como "la mayor o menor resistencia que opone un líquido a pasar por un orificio". Cuanto mas tarde en pasar será mas "viscoso". Si tarda poco tiempo se dice que es "fluido". Consecuentemente, VIS-COSIDAD y FLUIDEZ son dos características contrapuestas y ambas modificables por efecto de la temperatura.

Actualmente, para expresar la viscosidad de los aceites se ha adoptado internacionalmente la Norma S.A.E. (Society Automobile Enginners de EE.UU.). Esta norma asigna un número de grado S.A.E. a cada viscosidad. Así, un aceite S.A.E. 50 es mas viscoso que un S.A.E. 30. En los motores Diesel esta numeración oscila en intervalos de 10 en 10, mientras que en los de gasolina pueden hacerlo de 5 en 5.

En nuestro clima, lo normal es emplear un S.A.E. 40 en verano y un S.A.E. 20 ó 30 en invierno. Cuando a las siglas S.A.E. le acompañan dos números separados por una "W", se trata de aceites "multigrado" o todo clima. Así un S.A.E. 20W40, se puede emplear indistintamente en verano o en invierno en el mismo motor, pues en el primer caso se comportaría como un S.A.E. 40 y en el segundo caso como un S.A.E. 20. En vehículos ligeros, los aceites multigrado son los de empleo mas generalizado.

### Tipos de servicios

La calidad de un lubricante se mide por ensayos efectuados sobre motores en bancos de prueba durante larga duración y con fuerte carga, seguido después del desmontaje de los motores para verificar las piezas mas propensas a desgastarse, a la corrosión y al gripado y evaluar su eficacia.

De acuerdo con la dureza de trabajo a que están sometidos los motores, se consideran tres tipos de servicios:

a) "Servicio ligero".- Entendiéndose por tal al que realiza un motor atmosférico sometido a una aceleración media, con una velocidad moderada y que funciona continuamente durante largo tiempo. En el caso de los motores Diesel, el gas-oil tendrá un contenido bajo en azufre. Necesitan protección contra la corrosión y depósitos a alta temperatura.

b) "Servicio medio".- Sería el correspondiente a un motor de gran potencia, sometido a una aceleración media o elevada y con frecuentes detenciones y arranques. En los Diesel el contenido de azufre en el gas-oil, puede ser mas alto que en el caso anterior.

c) "Servicio severo".- Es el que realiza un motor de gran potencia, sometido a una aceleración muy elevada, con recorridos largos y altas velocidades; o bien, recorridos cortos con paradas frecuentes. También se considera "servicio severo" el de los motores turboalimentados que trabajen en ambientes polvorientos, utilizando gas-oil con alto contenido en azufre. El tipo de trabajo de la maquinaria forestal pesada, en general, se incluye en este servicio.

Normas o especificaciones de los aceites

Las calidades de los aceites de motor, son determinadas por diferentes Normas que los clasifican en varias categorías o "especificaciones", según el servicio para el que son aptos. Las utilizadas en nuestro País son:

a) Normas A.P.I. (American Petroleum Institute).- Dividen a los aceites de motor en dos categorías: la "S" para motores de gasolina y la "C" para los Diesel. A cada una de estas iniciales se acompaña de una letra siguiendo el abecedario, que corresponde al servicio que cumple.

Desde nuestro punto de vista, son las más fáciles de interpretar y memorizar, por lo que aconsejamos su utilización.

Los servicios que cumple cada una de ellas son los siguientes:

<u>Servicio</u>	<u>Motor de gasolina</u>	<u>Motor Diesel</u>
Ligero	SA	CA
Medio	SB	CB, CC
Severo	SC, SD, SE, SF	CD

b) Normas MIL (Military Lubricant).- Las especificaciones MIL se designan por estas siglas, seguidas de una -L- y el número específico al servicio que corresponde al lubricante en cuestión, a veces seguida de una letra mayúscula. Ejemplos: MIL-L-2104C ó MIL-L-46152.

c) Normas CCMC (Comité de Constructores de Automóviles del Mercado Común).- A los aceites para los motores de gasolina los designa con una "G" y a los Diesel con una "D". En ambos casos se acompaña la letra con uno de los números 1, 2 ó 3, según la calidad correspondiente a cada servicio. La especificación D3, más exigente que la API CD, y la SHPD (Super High Performance Diesel), son para intervalos espaciados de cambio. La PD1 es especial para motores turboalimentados.

Son, igualmente, de fácil interpretación, tendiendo a desplazar a la primeras en nuestro País, si bien aquellas son muy populares y utilizadas en la práctica, por lo que presumiblemente, seguirán empleándose en el futuro.

En el cuadro adjunto se exponen las equivalencias aproximadas entre las diferentes especificaciones de las tres normas anteriores.

**Aceite Motor  
Multigrado  
20W-40  
Diesel**

**Para todas las estaciones del año, aun a temperaturas extremas.**

Extraordinario comportamiento en motores Diesel de aspiración normal y Diesel sobrealimentados. Supera al Serie 3.

**Nivel de Calidad:**

MIL-L-2104 D

Daimler Benz P-227.1

MIL-L-46152 B

Calidad Europea: CCMC-D3

Servicios API: CD/SF

Fig. 596

## EQUIVALENCIAS APROXIMADAS ENTRE LAS DIFERENTES ESPECIFICACIONES DE LUBRICANTES

A.P.I. (American Petroleum Institute)	M.I.L. (Military Lubricant)	C.C.M.C. (Comité de Constructores de Automóviles del Mercado Co mún)
SA, SB, SC. (2)	-----	-----
SE	MIL-L-45.199 B	61
SF (3)	MIL-L-46.152 B	62 y 63
CA y CB (2)	MIL-L-2.104 A (1)	-----
CC	MIL-L-2.104 B (1)	D1
CC	MIL-L-46.152	D1
CD	MIL-L-2.104 C	D2
CD	MIL-L-45.199 B	D2
SHPD (3)	-----	D3 (3)

(1) Especificación a extinguir.

(2) Los lubricantes que cumplan exclusivamente estas normas no son aptos para los motores modernos.

(3) La especificación D3, mas exigente que la A.P.I. CD, y la SHPD (Super High Performance Diesel) son para intervalos espaciados entre cambios.

d) Normas específicas de los constructores.- Ciertos constructores de maquinaria o automóviles (CATERPILLAR, FORD, MERCEDES, ...), establecieron sus propias normas a las que debían ajustarse los lubricantes empleados en sus fabricados. Actualmente al evolucionar y adoptarse las tres normas anteriores, éstas podemos decir que han pasado a un segundo plano en los aceites de motor; si bien, algunas siguen figurando en los envases de lubricantes. Por otra parte, en aceites para servotransmisiones, circuitos hidráulicos, etc., siguen de actualidad.

Como ejemplo de tales especificaciones, están las SERIES 1ª, 2ª y 3ª de CATERPILLAR, que corresponden a los servicios ligero, medio y severo, respectivamente. Obsoleta por la propia Caterpillar, el "serie 3ª", sigue siendo popular entre camioneros y maquinistas.

En los envases debe figurar una tablita con las diferentes especificaciones que cumple el aceite que contienen (Fig. 596). La idea de que existen aceites exclusivos para motores de gasolina o Diesel, actualmente no es válida, pues cualquier lubricante de motor cumple especificaciones "S" o "C" según las normas A.P.I. y "G" o "D" según las CCMC. No obstante, cuando un aceite es para Diesel, suele ofrecer un servicio severo (CD) para éstos, pero no suele cumplir la especificación mas alta (SF) para los de gasolina, aunque logicamente, existen excepciones.

## ACEITES PARA MOTORES DE DOS TIEMPOS (2T)

Son aceites exclusivos para la mezcla aceite-gasolina.

empleada como combustible en los motores de dos tiempos. Proporciona excelente resultado en motosierras, desbrozadoras, motoperforadores, motobombas, etc.

Se presenta en botes pequeños, cuyo contenido corresponde a 5 l. de gasolina.

#### ACEITES PARA TRANSMISIONES

Los lubricantes empleados para el engrase de engranajes en cajas de cambios, diferenciales, reductores, etc.; deben asegurar la lubricación, protección contra las oxidaciones y la refrigeración de estos mecanismos. Su estructura es diferente a los aceites de motor, pues al no producirse "combustión" alguna, no necesitan de los "aditivos" de aquéllos. Sin embargo, han de oponer una enorme resistencia a que la película lubricante se rompa cuando está sometida a las presiones extremas existentes entre dos dientes engranados, sobre los que, en un momento determinado, se concentra todo el par de la máquina. Por esta razón, van provistos de aditivos "extrema presión" (E.P.), que mejoran la consistencia de la película.

Las viscosidades más empleadas son la SAE 90 E.P. y la SAE 140 E.P.. Si bien, al aumentar aquí el número, también aumenta la viscosidad; los grados no son equivalentes a los de motor. Así la viscosidad de un SAE 90 E.P. es similar a la de un SAE 50 de motor.

Las Normas A.P.I. establecen seis categorías, que van del API-GL-1 al API-GL-6. El primero sería para un servicio muy ligero y el segundo para servicio extremadamente severo.

Un caso particular, lo constituyen los aceites empleados en servotransmisiones y convertidores de par; pues han de tener una excelente capacidad para irradiar calor y una gran resistencia a deteriorarse por fricción, pues el "par" entre el motor y el tren de rodaje se transmite a través del propio aceite, por lo que ha de estar sometido a un resbalamiento interno continuo.

Sus especificaciones corresponden a las normas de los propios fabricantes. Por ejemplo, los aceites empleados para este fin en las máquinas CATERPILLAR han de cumplir la norma TO-2, específica de este fabricante; si bien dicha norma, suelen cumplirla varios aceites de motor que cumplen la especificación API CD, de los fabricados en España.

#### ACEITES PARA CIRCUITOS HIDRAULICOS

Son lubricantes muy fluidos, especialmente indicados para emplear en los sistemas hidráulicos (servodirecciones, elevadores, transmisiones hidrostáticas, grúas hidráulicas, etc.). Su viscosidad suele coincidir con un SAE 10, incluso menor. Los fabricantes suelen denominarlos por nombres o normas específicas: HYDO, TELEX, ARIES, ORION, etc.

#### ACEITES PARA COMPRESORES ROTATIVOS

Desempeñan en estas máquinas las funciones de engrase

y refrigeración. También reciben nombres exclusivos, tales como MERAK-A y MERAK-C. No figuran en sus envases la siglas SAE de viscosidad, siendo bastantes fluidos todos ellos. Los compresores de válvulas pueden emplear aceites de motor, aunque existen también lubricantes específicos para los mismos.

#### ACEITES PARA MARTILLOS NEUMATICOS

En la lubricación de éstas máquinas, bien directamente o mediante engrasadores de línea, se emplean aceites viscosos exclusivos para este uso. Se designan por nombres particulares de cada uno, siendo especialmente popular el "KARLOR VERKOR".

#### GRASAS

Es el lubricante empleado para el engrase de rótulas, engranajes exteriores, cojinetes, ejes, etc. Se aplican a presión con pistola de accionamiento manual o neumático, por lo que la máquina va provista de sus correspondientes "engrasadores".

Las características mínimas que ha de cumplir una buena grasa, son:

- No deben fundirse a menos de 150°.C.
- Su viscosidad será lo suficientemente baja, para poder aplicarse con pistola.
- No debe desprenderse al contacto con el agua.

Actualmente se emplean grasas provistas de bisulfuro de mofledno, que permiten prolongar los periodos de lubricación.

#### COMBUSTIBLES

Los dos únicos combustibles que se emplean en maquinaria son la gasolina y el gasóleo o gas-oil. La primera en los motores de explosión de dos y cuatro tiempos; el segundo, en los Diesel.

La gasolina debe tener un grado de "volatidad" adecuado, ser resistente a la detonación -en evitación del picado de biela- y estar exenta de agua y suciedad.

El "picado" se produce cuando el motor utiliza gasolina con un índice de octano mas bajo que el requerido por la relación de compresión del mismo. El "índice de octano" de la gasolina se determina comparándola con una mezcla de dos derivados del petróleo: el octano y el eptano. El primero presenta una gran resistencia al picado o detonación. El segundo, por el contrario, presenta una resistencia bastante mas baja.

Se dice que la gasolina tiene un índice de 90 octanos, cuando posee las mismas propiedades antidetonantes, en las pruebas de laboratorio, que una mezcla de 90 partes de octano y 10 de eptano.

La gasolina es una mezcla muy compleja de hidrocarburos y su índice de octano, no es mas que una de las múltiples características que afectan al comportamiento del motor.

El gasóleo es un combustible mas pesado que la gasolina y que se obtiene por destilación del petróleo bruto, en una etapa posterior a la de obtención de la gasolina.

La facilidad de ignición del gasóleo o gas-oil, se mide por el índice de cetano; concepto similar al índice de octano de la gasolina. Al cetano ( $C_{16}H_{35}$ ) se le da el índice 100, pues presenta una gran facilidad de ignición; asignándole valor cero (0) al alfa-metil-naftaleno, que tiene la propiedad contraria.

De las diferentes características del gas-oil, una de las mas importantes es su contenido en azufre (S), que debe ser lo mas bajo posible; oscilando el comercializado en España para automoción, sobre el 0,6 %. Como en la cámara de combustión existe presión, temperatura y aire húmedo para que aparezca ácido sulfúrico ( $SO_4H_2$ ), al reaccionar en la combustión el azufre del gas-oil. Cuanto mayor sea el contenido de azufre en el gasóleo, mas compuestos sulfurosos apareceran, deteriorando en primer lugar el lubricante del motor y en segundo lugar a sus órganos internos.

Como la condensación de compuestos sulfurosos se facilita al trabajar con el motor a temperaturas bajas, es condición indispensable que el termostato del sistema de refrigeración funcione correctamente. La utilización de un aceite para servicio severo (A.P.I. CD ó CCMC D2 y D3), es igualmente importante para neutralizar los ácidos y evitar ataques a segmentos y camisas.

Las máquinas se repostarán al finalizar la jornada de trabajo; así se evitarán condensaciones de agua en el sistema de alimentación del combustible, pues ésta repercutiría perniciosamente en todos los elementos por donde pase. Su contenido en el gasóleo no debe ser superior al 0,05 %.

Por último, veamos las normas básicas que debemos cumplir durante la manipulación del combustible:

- Si se emplean bidones, éstos se guardarán en locales cerrados o al menos bajo techado para protegerlos de las inclemencias meteorológicas.

- Si los bidones se dejan en la intemperie, se colocarán acostados o inclinados, con el tapón de llenado en su parte mas alta, para evitar posibles entradas de agua. En cualquier caso, nunca se deben de llenar totalmente, dejando una pequeña cámara de expansión, especialmente en tiempo caluroso.

- Utilizar un surtidor, bomba o regadera adecuada para repostar. Extremar en cualquier caso, la limpieza para evitar contaminación por polvo o cuerpos extraños. Limpiar el contorno del tapón de llenado antes de abrirlo, dejando el tapón invertido durante la operación de repostado.

### ENTRETENIMIENTO PERIODICO

A continuación, exponemos como ejemplo, un programa de mantenimiento. No obstante, como las operaciones y periodos pueden variar de unos constructores a otros, incluso entre modelos o tipos diferentes de una misma firma comercial, reiteramos el ceñirse al *MANUAL DE INSTRUCCIONES* en cada caso.

#### a) Cuidados de entretenimiento diario:

##### a.1.- Antes de empezar el trabajo

- Comprobar y reponer si fuese necesario el nivel de aceite del cárter del motor.

- Comprobar y reponer el nivel de agua o líquido refrigerante en el radiador. Emplear anticongelante en tiempo de heladas.

- Decantar las impurezas del aceite del filtro de aire si éste es en baño de aceite y si se trabaja en ambiente polvoriento.

- Purgar los calderines de aire comprimido.

- Soplar las mangueras de aire comprimido en los compresores y reponer el nivel de los engrasadores de línea con aceite especial para martillos neumáticos.

- Efectuar una breve revisión visual en torno a la máquina a fin de detectar posibles eventualidades que deban ser subsanadas prontamente (fugas, pinchazos en los neumáticos, cortes en las cubiertas, tornillos flojos, etc.).

##### a.2.- Después de terminar el trabajo

- Repostado de combustible.

- Lubricación con pistola a presión de los puntos de atención, diaria.

- Vaciar los depósitos de aire comprimido.

#### b) Cada 50 horas o semanalmente:

- Lubricación con pistola a presión de los puntos de atención semanal.

- Comprobar el nivel de electrolito en la batería y reponer con agua destilada. Untar los bornes con vaselina y limpiar externamente, si fuese necesario.

- Comprobar la presión de los neumáticos o la tensión de las cadenas.

- Revisar y purgar, si fuese necesario, los vasos de decantación del sistema de alimentación.

- Revisar la tensión de la correa del ventilador.

- Limpiar exteriormente el radiador y su parrilla.

#### c) Cada 100 horas de funcionamiento:

- Revisar los reglajes del freno y embrague, ajustándo-

los si fuese necesario.

- Revisar el apriete de abrazaderas y tuercas, especialmente en los lugares donde se aprecien fugas de agua, lubricante o combustible.

d) Cada 250 horas:

- Cambiar el aceite del cárter del motor, bomba de inyección y filtro de aire, si éste no es del tipo seco.

- Sustituir el elemento filtrante del aceite del motor.

e) Cada 500 horas:

- Cambiar el filtro de combustible.

- Ajustar los taqués.

f) Cada 1.000 horas:

- Cambiar aceites de los elementos de transmisión (caja de cambios, servotransmisión, convertidor, reductores, diferenciales,...)

- Cambiar aceite del sistema hidráulico, caja de dirección y cabrestante.

- Sustituir los elementos filtrantes del filtro de aire, transmisión y sistema hidráulico.

- Limpiar internamente el circuito de refrigeración y cambiar el líquido refrigerante.

### CONTROL DE TRABAJO Y REVISIONES

Para controlar el tiempo de funcionamiento, rendimientos y consumo de las máquinas, es aconsejable que el maquinista rellene un parte diario de trabajo, similar al adjunto. En él se reflejan las horas que marque el horómetro al empezar y finalizar la jornada; las horas de funcionamiento, que es la diferencia de los datos del horómetro durante la jornada. Igualmente se deben reflejar las horas "reales" de trabajo, que no suelen combinar con las del horómetro, pues por lo general éste no registra el tiempo que está en ralentí, ni cuando el motor esté parado (enganche de madera, revisión,...). También se anotan los rendimientos, consumos

#### PARTÉ DIARIO DE TRABAJO

<b>HORAS DE HOROMETRO</b>		Máquina .....
ANTERIOR	<input type="text"/>	Maquinista .....
FIN JORNADA	<input type="text"/>	Parte diario del ... de ... de 19...
<b>Horas Funcionamiento</b>	<input type="text"/>	Lugar de trabajo .....
Trabajos realizados (Observaciones) .....		
<b>CONSUMOS:</b>		
Gas-oil (litros) .....	Aceite hidráulico (litros) .....	
Aceite (litros) .....	Valvolina (litros) .....	
Grasa (kilos) .....		
V.º B.º El Monitor,		El Alumno,

de combustible y lubricante y las incidencias ocurridas durante la jornada, que hayan causado interrupción en la producción.

En cuanto al control de revisiones y cambios de lubricantes, se aconseja emplear un parte de revisiones, del que igualmente se acompaña un modelo. Se llevará un parte para cada máquina, debiéndose rellenar una columna vertical en cada revisión.

Este parte permite determinar rápidamente las operaciones realizadas en cada revisión; si éstas se hicieron en los periodos recomendados y, lo que es muy importante, determinar las horas o Kilómetros a los que hay que realizar la próxima revisión y las operaciones a realizar.

### **PARTE DE CONTROL DE REVISIONES Y CAMBIOS DE LUBRICANTES EN MAQUINARIA**

**VEHÍCULO O MÁQUINA:**

**CLAVE O NÚMERO:**

ORGANO	Periodo aconsejado:	Ref. filtros, tip. aceite, ..	Horas o Kms.:	Horas o Kms.:	Horas o Kms.:	Horas o Kms.:
			Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
Cárter del motor						
Filtro de aceite del motor						
Bomba de inyección						
Filtro de aire						
Caja del inversor						
Embrague principal						
Embragues de dirección						
Convertidor de par						
Filtro del convertidor						
Aceite sistema hidráulico						
Filtro sistema hidráulico						
Caja de cambios						
Servotransmisión						
Reductor central						
Reductores finales						
Diferenciales						
Filtro de combustible						
Aceite del cabrestante						
Vaso de decantación						
Tensión correa alternador						
Presión ruedas						
Tensión cadenas						
Reglaje de taqués						
Líquido de frenos						

Significado de las iniciales: C= cambiar, R= revisar, Rg= reglar, A= ajustar, D= drenar.

## CAPITULO XXXIV

CODIGO DE SEÑALIZACION Y TECNICAS DE CONDUCCION

El manejo de maquinaria pesada en un medio difícil, en general, como son los montes españoles (pendiente, terrenos rocosos, masas espesas,...), entraña no pocas dificultades, constituyendo una actividad peligrosa y especializada que requiere de una sólida formación profesional de los operarios, para que los rendimientos sean aceptables y las condiciones peligrosas desciendan a límites tolerables. A grandes rasgos, un buen maquinista debe reunir las siguientes características:

a) Poseer una salud y aptitudes físicas normales (oído, vista, reflejos, fuerza,...) y carecer de minusvalías de tipo síquico (predisposición a tensiones nerviosas; no padecer ataques epilépticos o vértigo,...).

b) Ser precabido, prudente y tener capacidad de toma de decisiones y análisis de situaciones. **NO TENER MIEDO.**

c) Mantener una aptitud positiva ante la prevención de accidentes (mantener en buen estado los elementos de seguridad de su máquina, utilizar el equipo de protección personal, conocer y cumplir las normas específicas de seguridad en su actividad,...).

d) Conocer las posibilidades de su máquina, especialmente en lo referente a la estabilidad transversal y longitudinal, capacidad de subida o frenado y adherencia.

e) Conocer el funcionamiento general de los órganos de su máquina, así como el mantenimiento y el correcto manejo de los mandos.

f) Saber interpretar la lectura de los aparatos de control y los símbolos pictográficos dibujados en su máquina.

g) Conocer las técnicas de conducción en todo terreno y saber aplicar las mas adecuadas en cada caso.

Veamos en este capítulo, los dos últimos apartados:

CODIGO DE SEÑALIZACION

Al ser la maquinaria forestal importada mayoritariamente, hace unos años las inscripciones en los instrumentos de control (termómetros, vacuómetros, manómetros,...), normalmente venían en un idioma desconocido por los maquinistas y conductores. Esto complicaba su interpretación, restaba efectividad a los aparatos y, lo que era mas grave, por desconocimiento se podrían ocasionar costosas averías; al carecer, de hecho, el operario de la información necesaria.

El problema lo han subsanado los fabricantes, al adoptar un código de señalización que facilita enormemente su comprensión. Dicho código consiste en unos símbolos pictográficos que se utilizan para la identificación de los aparatos de control y otros elementos de la máquina (tapones, palancas, interruptores,...).

Antes de entrar en los símbolos propiamente dichos,

pongamos especial atención en los colores empleados en los instrumentos de control. Normalmente, la escala de un manómetro o termómetro suele tener una zona de color blanco o amarillo, otra verde y otra roja. Cuando la aguja se sitúa en la zona blanca o amarilla, nos indica "precaución"; cuando está en la zona verde indica "normalidad de funcionamiento"; si marca la zona roja indica "peligro".

En cuanto al código de señalización, lo primero que hemos de considerar son los diferentes compartimentos o conjuntos mecánicos que existen en la máquina y asignar un símbolo a cada uno de ellos.

Así, en cualquier máquina pesada se pueden encontrar los órganos mecánicos enumerados en la figura 597 y asignar un símbolo a cada uno de ellos; estos están representados en la citada figura.

A continuación, se consideran los productos, corriente, etc. que lleva cada uno de ellos, e igualmente se les asigna un símbolo. Así, los símbolos que se utilizan para designar a los del motor son los representados en la figura 598

De forma análoga, se han de considerar las diferentes variantes del mecanismo. Por ejemplo, en los frenos existen las representadas en la figura 599.

Por último se determina qué es lo que tenemos que controlar en cada producto y asignar otro símbolo a cada cosa. Tomando como ejemplo el aceite, interesa controlar los conceptos de la figura 600, en la que figuran también los símbolos asignados.

De este modo, combinando los símbolos anteriores se forman señales que permiten la identificación de varios conceptos de un aparato o mecanismo con una señal única. Veamos un ejemplo:

En el manómetro de presión del aceite del sistema hidráulico, no aparecen por separado éstos símbolos:

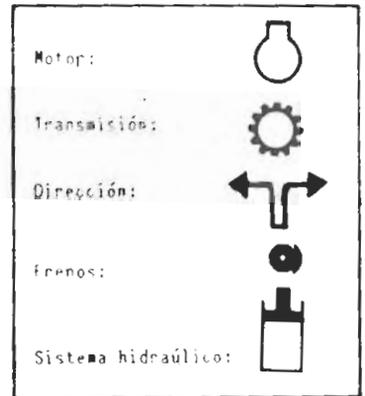


Fig. 597

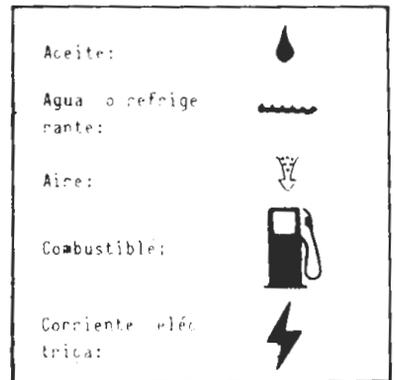


Fig. 598

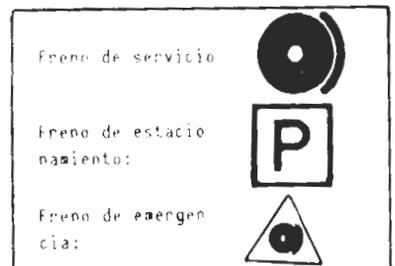


Fig. 599

En este caso, se emplea esta otra señal, donde aparecen los tres:



En la figura 601 se pueden observar varias de estas señales.

Pongamos atención a los dos símbolos de la figura 602. El primero, usado con la palabra "advertencia", advierte de la posibilidad de lesiones; el segundo, niega lo que indica.

En las figuras 603, 604, 605, 606 y 607, se representan las señales más comunes tanto en maquinaria específica forestal pesada como en la de movimiento de tierras.

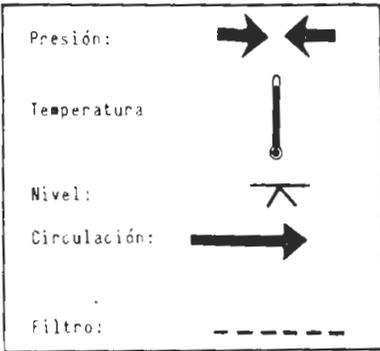


Fig. 600



Fig. 601

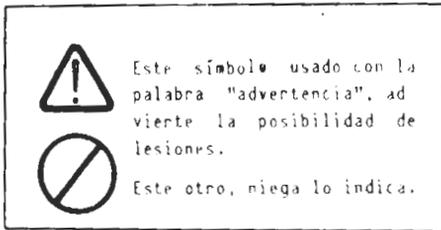


Fig. 602

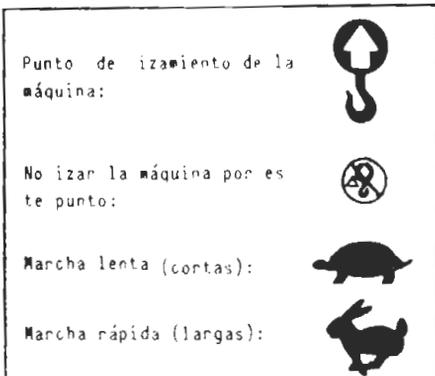


Fig. 604

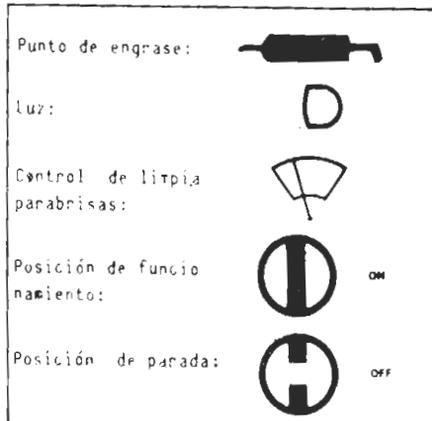


Fig. 603

Encendido del motor		Temperatura aceite del freno	
Interruptor de parada del motor		Hoja bulldozer. Regulación del ángulo izquierdo	
Control de la transmisión (Palanca de cambios)		Hoja bulldozer. Regulación del ángulo derecho	
Filtro de aceite del hidráulico		Hoja bulldozer en posición flotante	
Frenos conectados		Hoja bulldozer en su posición mas baja	
Frenos desconectados		Elevación de la hoja bulldozer	
Caudal o circulación de aire		Hoja fija	
Batería		Hoja inclinada a la izquierda	
Freno presión de aceite.		Hoja inclinada a la derecha	

<p>Inclinación hacia dentro del Ripper (escarificador o subso-lador)</p> 	<p>Motor parado</p> 
<p>Inclinación hacia afuera del Ripper</p> 	<p>Filtro de combustible</p> 
<p>Ripper fijo</p> 	<p>Nivel de combustible</p> 
<p>Bajada del Ripper</p> 	<p>Presión de alimentación del combustible</p> 
<p>Subida del Ripper</p> 	<p>Nivel del refrigerante</p> 
<p>Cabrestante recogiendo cable</p> 	<p>Presión del refrigerante</p> 
<p>Cabrestante soltando cable</p> 	<p>Temperatura del refrigerante</p> 
<p>Presión del aceite de la ser-votransmisión o convertidor</p> 	<p>Avance de la máquina</p> 
<p>Temperatura del aceite de la transmisión o convertidor</p> 	<p>Retroceso de la máquina</p> 

Nivel máximo		Interruptor de emergencia	
Nivel mínimo		Engrasas con aceite	
Horómetro		Presión de los neumáticos	
Cerrar (bloqueado)		Bloqueo del diferencial	
Abrir (desbloqueado)		Desbloqueo del diferencial	
Bocina		Fuera las manos	

Fig. 607

### TECNICAS DE CONDUCCION EN MONTE

La conducción en "todo terreno", difiere en gran medida de su homóloga en carretera. En la primera, las condiciones físicas del camino cambian constantemente; mientras que en la segunda, son relativamente invariables.

Entre los casos particulares de la conducción en monte, dos son los más corrientes:

- Superación de fuertes pendientes.
- Conducción sobre barro o nieve.

Veamos las técnicas más adecuadas en cada uno de estos casos:

a) Superación de pendientes. - La pendiente o "inclinación del terreno", es un factor limitante de primer orden en la conducción de vehículos o máquinas "todo terreno":

tanto en lo referente a la capacidad de agarre del tren de rodaje de la máquina, como a su estabilidad. Hemos de distinguir dos formas diferentes de acometer la pendiente: longitudinalmente; o sea, siguiendo en la ladera la línea de "máxima pendiente"; o de forma transversal o a "media ladera".

La primera regla a seguir en ladera, es que siempre que sea posible, se acometerá ésta siguiendo la línea de máxima pendiente (Fig. 608). Esto es debido a que cualquier máquina forestal o vehículo todo terreno (Land Rover, Nissan, Suzuki, Jeep, Lada, Aro, etc.), tienen capacidad para superar pendientes longitudinales del 100 %. Sin embargo, la estabilidad de la unidad queda comprometida con pendientes transversales superiores al 30-35 %; especialmente, si la superficie presenta irregularidades, existen obstáculos o cuando se arrastran cargas.

En la superación de pendientes longitudinales y ascendentes, con vehículos o máquinas provistos de transmisión directa, se debe aplicar la siguiente técnica:

- Hacer un estudio previo del terreno, para decidir el recorrido mas adecuado y evitar, en lo posible, la pendiente transversal.

- Conectar la tracción a las cuatro ruedas (4X4) y embragar una velocidad corta en la caja de cambios.

- Acometer la pendiente a medio gas, evitando las oscilaciones pronunciadas en las revoluciones del motor, a fin de no romper el equilibrio "capacidad de agarre del vehículo-adherencia del terreno".

- Cuando el vehículo "patine" y no pueda ascender, pisar los pedales de embrague y freno a tope e inmediatamente conectar la marcha atrás, o situar la palanca del inversor en posición de retroceso. Bajar la pendiente reteniendo con el motor y ayudándose con el freno si fuera preciso; pero no descender nunca con el motor desembragado y solo rete-

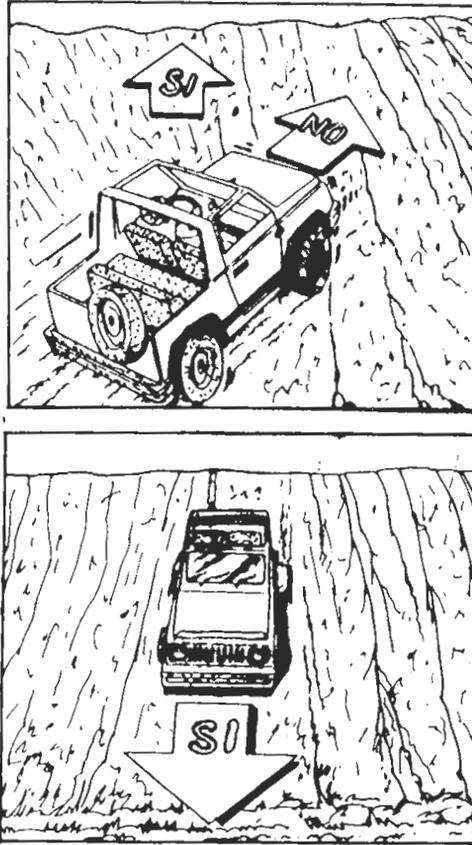


Fig. 608. Siempre que sea posible, las subidas y bajadas pronunciadas se pasarán siguiendo la línea de máxima pendiente.

niendo con el freno. Igualmente, los descensos se realizarán siguiendo la línea de máxima pendiente y evitando las laderas transversales. Si se desciende de cara, se llevará embragada una velocidad corta.

Cuando la máquina va provista de convertidor de par, el ascenso se realiza como en las de transmisión directa, pero los descensos han de realizarse obligatoriamente en 1ª, manteniendo el motor ligeramente acelerado (pie derecho) y ayudándose con el freno (pie izquierdo). Si el vehículo tiende a patinar y no va provisto de diferencial controlado o bloqueo automático, se conectará el bloqueo, manteniendo la dirección recta mientras esté conectado.

En los desplazamientos a media ladera, hemos de tener presente:

- Que la pendiente del terreno sea inferior a la admitida por la máquina o vehículo, para no comprometer su estabilidad transversal.

- Si la máquina es articulada y la pendiente pronunciada, realizar los cambios de sentido en varias maniobras y girando hacia arriba la dirección, a fin de que el centro de gravedad del vehículo no quede fuera del mismo y se facilite el vuelco.

- Si se arrastra una carga con cabrestante, soltar ésta en los puntos mas peligrosos, recogiénola una vez se hayan superado.

- En todo momento se circulará a una velocidad reducida, extremándose las precauciones si existen obstáculos.

b) Conducción sobre nieve o barro.- En ambos casos, la superficie del terreno sobre la que se apoya el rodaje de la máquina, se caracteriza por:

- Su bajo "poder portador", por lo que las ruedas tienden a hundirse, formándose las clásicas "roderas".

- Su baja "adherencia", que facilita el patinamiento y el desplazamiento lateral del vehículo.

Con tales condiciones, la técnica a seguir es la siguiente:

- En condiciones muy adversas, utilizar cadenas adecuadas en las ruedas motrices. En cualquier caso, los dibujos o labores de las cubiertas deben encontrarse en buen estado.

- Siempre que la pendiente del terreno y potencia del vehículo lo permitan, embragar una marcha ni muy corta ni muy larga. Ejemplo, la 2ª en un vehículo ligero "todo terreno".

- Circular con el motor a un ritmo regular de revoluciones y a medio gas, evitando los acelerones y las retenciones, a fin de mantener el equilibrio entre la capacidad de agarre del vehículo y la adherencia del firme.

- Evitar las detenciones innecesarias, pues los arran-

ques en estos casos suelen ser problemáticos, tendiendo al patinaje por la ausencia de inercia.

- Controlar con la dirección los derrapes transversales. Si el vehículo tiende a irse hacia la derecha por su parte trasera, girar la dirección en ese mismo sentido para contrarestar el derrape. Nunca en sentido contrario. Si el vehículo no obedece, detenerlo y en marcha atrás procurad situarlo en la posición adecuada. Operad de igual modo en los derrapes hacia la izquierda.

- Cuando se produzca un atasco, colocar ramas o piedras debajo de las ruedas, para facilitar su salida. Si el vehículo es articulado, practicar la técnica de "marcha en pato"; o sea, girando alternativamente la dirección a izquierda y derecha a la vez que se hacen girar las ruedas. Si va provisto de cabrestante, atar el cable a un árbol o tocón, accionándolo a la vez que se hacen girar las ruedas en el sentido del tiro, con lo que saldremos fácilmente del atasco.



## CAPITULO XXXV

ASPECTOS ECONOMICOS

En los capítulos anteriores, hemos visto que la inmensa mayoría de los trabajos selvícolas se pueden realizar con el empleo de máquinas adecuadas. Sin embargo, resta decir que éstas son medios caros, cuya adquisición supone una inversión y su utilización unos gastos de distinta índole. En cualquier caso, una y otros, deben ser pagados con el propio trabajo de la máquina, por lo que los costes totales han de ser inferiores al valor de producción de la unidad para que el medio sea viable en términos económicos.

Cuando en una empresa forestal, se trata de cambiar los métodos de trabajo; bien por mecanizar una operación o fase que tradicionalmente se ha realizado por medios manuales: o bien sustituir unos medios mecánicos obsoletos, por otros tecnológicamente más actualizados; se debe realizar un minucioso estudio de las diferentes posibilidades, rendimientos y costes, a fin de elegir aquel que mejor convenga a sus necesidades.

A modo orientativo, en tales casos, proponemos seguir el siguiente proceso:

- Determinar los distintos tipos de máquinas que pueden utilizarse en la mecanización de la fase en cuestión.

- Elegir el tipo más adecuado.

- Hacer estudios económicos de los diferentes modelos existentes en el mercado, correspondientes al tipo elegido.

- Seleccionar dos o tres modelos de los que por sus características (potencia, estabilidad, seguridad,...) sean los más aconsejables a nuestras necesidades y que a su vez ofrezcan una favorable y similar relación gastos de utilización/unidad de producción.

- Contractar entre los modelos seleccionados otros factores, tales como la disponibilidad de repuestos; número y ubicación de los talleres de la firma, periodos de entretenimiento y facilidad para realizar el mismo, precio, elementos de seguridad (frenos de emergencia, protecciones, avisadores,...), accesorios de confort (asiento anatómico, cabina insonorizada, aire acondicionado,...), subvenciones, facilidades de pago, línea y presencia de la máquina y, lo que es muy importante, prestigio de la firma referente a la calidad de sus productos; por lo que si la máquina no es conocida, es aconsejable pedir información a otros usuarios que ya dispongan de ella. Evaluando finalmente todos estos conceptos, estaremos en condiciones de elegir el modelo más conveniente a las necesidades de la entidad.

En cualquier caso, un factor preferente es la potencia adecuada; siendo preferible, por ejemplo, la adquisición de una máquina de 90 H.P. a otra de 130 H.P., cuando la continuidad del trabajo de la unidad no esté asegurada durante

todo el año. Pues la segunda, además de aumentar extraordinariamente la inversión, debería estar inactiva un mayor número de días. Logicamente, en el supuesto de que la primera fuese suficiente para realizar el volumen de producción requerido.

En aquellos casos que el volumen de trabajo no sea suficiente para amortizar una máquina, se debe recurrir a alquilarla temporalmente o a su adquisición en forma de cooperativa por varios propietarios.

De todo ello deducimos la importancia que tiene el conocer, lo mas aproximadamente posible, los "costes" que inciden en la utilización de maquinaria, a fin de determinar su rentabilidad, la incidencia que va a tener en el contexto general de la empresa y si ésta debe acometer o no la adquisición de la misma.

#### IDEA GENERAL DE LOS COSTES

El empleo de una máquina conlleva poseerla y mantenerla, para lo que es necesario adquirirla y realizar los servicios necesarios para su correcto y óptimo funcionamiento.

Consecuentemente, se generan unos costes denominados fijos, derivados de la adquisición y otros costes variables u operacionales, que irán en función de su mayor o menor utilización.

Son costes FIJOS:

- Amortización.
- Intereses del capital invertido.
- Seguros.
- Impuestos.

Son costes VARIABLES u OPERACIONALES:

- Combustible.
- Lubricantes.
- Mano de obra.
- Mantenimiento y reparaciones.

a) Amortización. - Con este término se denomina al coste derivado de la recuperación de la inversión realizada. Dicho de otro modo, viene a ser la evaluación económica de la depreciación de la máquina. Siendo la "depreciación" la desvalorización que se produce en la misma como consecuencia de múltiples factores, tales como el envejecimiento o el quedarse tecnológicamente anticuada.

Aunque aquí hemos incluido a la amortización dentro de los costes fijos, ésta suele considerarse así cuando el uso de la máquina es reducido y como coste variable en el caso de una mayor utilización.

En la amortización intervienen muy directamente la vida útil de la máquina, pudiendo expresarse ésta en horas (H) o en años (N). La vida útil de la maquinaria forestal se

suele expresar en horas, dándole el valor de 10.000-12.000 h. en las máquinas pesadas y de 2.500-3.000 h. a la maquinaria ligera provista de motor de dos tiempos a gasolina (motosierras profesionales, desbrozadoras, motoazadas, ...).

Otro factor a considerar en la amortización es el "valor residual"; o sea, el de venta como usada o de "segunda mano". A pesar de existir diferentes métodos para calcular el valor residual, la realidad es que su estimación real no es tarea fácil y va a depender, principalmente, de la edad de la máquina, estado general de la misma como consecuencia del trato recibido durante su utilización, situación del mercado y "prestigio" entre los usuarios de la firma o el modelo concreto de la misma. Como norma general, se puede considerar que al final de la vida útil de una máquina, su valor residual corresponde al 10 % de su valor de adquisición.

Existen varios métodos para calcular la amortización, siendo el de "la línea recta" el más sencillo de aplicar y en el que se considera una depreciación lineal o constante del valor de la misma.

Se expresa con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{Va - Vr}{H}$$

A = Amortización.

Va = Valor de adquisición.

Vr = Valor residual.

H = Vida útil en horas.

b) Interés. - Si el dinero gastado en la adquisición de una máquina, lo tuviésemos invertido en un Banco, por ejemplo, todos sabemos que nos va produciendo un "interés". Es lógico, pues, que en las inversiones en maquinaria, el interés sea también tenido en cuenta.

En cualquier caso, su cálculo siempre será aproximado, pues nunca se van a conocer con exactitud algunos de los factores que intervienen; tales como el valor residual de la máquina o los cambios en el tipo de interés a lo largo del periodo de amortización.

Para el método de amortización explicado, se calcula el interés sobre la inversión media a lo largo de la vida útil:

$$I = \frac{Va + Vr}{2} \times i$$

I = Interés correspondiente a la inversión.

i = % de interés aplicado.

Va = Valor de adquisición.

Vr = Valor residual.

La repercusión media del interés por cada hora de funcionamiento, se obtendrá dividiendo el valor de I entre la vida útil (I:H).

c) Seguro e impuestos. - Los seguros responden a la necesidad de cubrir diferentes riesgos, tales como los de la propia máquina, operarios propios, los daños causados a ter-

ceros, incendios, robo, etc.

Las máquinas autopropulsadas, especialmente las autorizadas para desplazarse por vías públicas, deben disponer al menos de la modalidad denominada "obligatoria". La cuota anual puede ser tremendamente variable, pues va en función del valor de la máquina y del tipo de riesgos que cada póliza cubra.

Para efectos de cálculos, se suele tomar un porcentaje comprendido entre el 1 y el 2,5 % del valor de adquisición. No obstante, para cada caso particular se debe consultar a una entidad aseguradora a fin de aproximarse en los cálculos al valor real.

En impuestos, hemos de considerar dos grupos:

- El Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.), que va en función del valor de adquisición y se paga una sola vez al adquirir la unidad. Suele incluirse en el valor de adquisición (Va) para efectos de cálculo.

- Los impuestos que se abonan anualmente en concepto de tenencia y circulación de la máquina.

d) Combustibles. - Es uno de los costes operacionales mas variables. Sus valores se expresan según especificaciones oficiales, previos ensayos de laboratorio. No obstante, para un mismo motor el consumo puede diferir bastante de ir montado en una máquina u otra. Así un motor de 90 H.P. consume menos combustible por hora (l/h) si va montado en un skidder que en un bulldozer, por ejemplo. La variación se debe tanto al sistema de transmisión y rodaje, como a las condiciones específicas de trabajo. El bulldozer va sobre orugas y cuando trabaja lo hace constantemente acelerado; mientras que el skidder va sobre neumáticos y permanece al ralentí o ligeramente acelerado al menos durante los tiempos de enganche y desenganche de los fustes. Consecuentemente, el consumo sería mayor en el bulldozer que en el skidder.

De ahí que a veces no sean extrapolables los resultados de los ensayos en laboratorio a la maquinaria forestal; por lo que el consumo medio se debe obtener controlando la máquina en los mas variados trabajos al menos durante un par de semanas, de modo que dividiendo la cantidad de combustible gastado (l) por el número de horas trabajadas (h), obtendríamos el consumo medio en l/h.

e) Lubricantes. - En este apartado intervienen tanto los aceites que consume la máquina por desajuste o fugas, como los correspondientes a los cambios de lubricantes previstos en el plan de mantenimiento de la unidad, así como la grasa gastada en la lubricación de articulaciones, cojinetes, etc.

Para los aceites, el consumo medio en l/h se obtiene dividiendo la capacidad de cada depósito o cárter (motor, transmisión, reductores, hidráulicos, ...) por el periodo de cambio en horas. Sumando el valor de cada uno de ellos y multiplicando el total por el precio medio del litro de

aceite, se obtendrá el coste correspondiente a este concepto.

Si la máquina está en perfectas condiciones y las fugas se reparan al poco de aparecer, el valor anterior se puede incrementar entre el 5 y el 10 %, para compensar las reposiciones de nivel entre cambios.

En cuanto a la grasa, se puede decir que una máquina moderna consume entre 150 y 250 gm. de grasa cada 50 horas de trabajo.

f) Mano de obra.- En este concepto, entrarían tanto los salarios y cargas sociales del maquinista, ayudante si existe y la parte proporcional del personal técnico, administrativo y de mantenimiento, en su caso. Por ejemplo, si una empresa que tiene 20 máquinas, cuenta con una plantilla de 20 maquinistas, 1 mecánico de mantenimiento, un administrativo y un jefe de equipo; el coste que soportaría cada unidad sería el de un maquinista, mas  $1/20$  del gasto correspondiente a los tres últimos.

Cuando la máquina es manejada por su propietario, éste coste baja bastante; pues suele ser él mismo quien realiza los otros cometidos que conlleva (mantenimiento, contabilidad, ...). Sin embargo, también en este caso se debe considerar el coste de dicha mano de obra.

La cuantía de este concepto varía de un año a otro, de acuerdo a lo establecido en los convenios colectivos de este personal, los impuestos empresariales y el valor de las cotizaciones a la Seguridad Social.

g) Reparaciones y mantenimiento.- El mantenimiento de la unidad suele ser realizado por el propio maquinista, por lo que el coste de mano de obra y los lubricantes gastados ya han sido contemplados en los e y f. Sin embargo si habrá que contabilizar el valor de los materiales gastados; tales como filtros, juntas, agua destilada, cables de acero, chokers, cantoneras y puntas de ripper, etc.

El concepto de reparaciones es con diferencia la "variable" mas difícil de evaluar, pues en la aparición de averías intervienen distintos factores, con mayor o menor incidencia. Entre ellos están:

- La calidad del producto.
- El llevar un mantenimiento periódico adecuado.
- El manejo correcto de la unidad.
- El trabajo específico a realizar (tierra, roca, carga, ...).

El primero puede ser inherente al fabricante, incluso de algunos modelos determinados. Así la experiencia nos ha demostrado que dos máquinas similares, cuidadas igualmente y manejadas por los mismos operarios, pero de distinto fabricante; una de ellas puede tener hasta cuatro veces mas averías que la otra.

Igualmente, un operador formado profesionalmente, que conozca los principios de funcionamiento y el manejo correcto de su unidad, evitará múltiples averías, en especial aquellas provocadas por descuidos en el mantenimiento o desconocimiento en el funcionamiento (baterías, culatas y juntas averiadas por calentamiento, gripado,....).

El trabajo específico es otro factor de primer orden, pues lógicamente un bulldozer trabajando sobre terreno rocoso se deteriorará antes que otro que lo haga sobre terreno blando. De acuerdo a este factor, los propios fabricantes dan unos valores estimativos de vida útil bien diferentes, siendo para este ejemplo de 8.000 horas en el primer caso y de 12.000 en el segundo, los dados por CATERPILLAR.

Nuestra experiencia nos ha demostrado que en maquinaria forestal, si se elige la mas adecuada y se maneja y cuida normalmente, el coste de reparaciones no es superior al 25 % del valor de adquisición:

$$Vr = \frac{Va}{4}$$

- Vr= Coste de reparaciones.

- Va= Valor de adquisición.

#### RESUMEN

Volviendo al principio del tema, antes de adquirir una máquina nos interesa saber el coste real de utilización de la misma. De este valor y del de su producción media, podremos deducir:

- La rentabilidad de la máquina para una determinada fase y su incidencia en el contexto general de la empresa.
- El coste de la unidad de producción (metro cúbico de madera en cargadero, Ha. de reforestación,...).

Pues bien, el coste horario se obtiene calculando por separado, cada uno de los costes "fijos" y "operacionales" expresados en pts/h.. El coste final por hora de utilización será la suma de todos ellos.

## CAPITULO XXXVI

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

El hombre en su lucha por mejorar los métodos productivos, paralelamente a la realización mas humana y factible del trabajo, a partir de la Revolución Industrial de finales del siglo XVIII, ha venido ideando, construyendo y perfeccionando, diferentes medios mecánicos que han culminado en las distintas máquinas tratadas en este trabajo y que, en menor o mayor medida, intervienen en la realización de trabajos forestales.

La continua utilización de tan variados medios, generalmente provistos de elementos peligrosos (ejes en movimiento, cadenas o discos de corte, cables sometidos a enormes tensiones,....); en unas condiciones climatológicas, generalmente adversas y sobre un terreno de condiciones desfavorables; unido a la inevitable y directa intervención humana, determinan constantes situaciones de riesgo que ante ciertas circunstancias pueden desatar su potencialidad y materializarse en accidentes; ocasionando pérdidas de distinta índole, como son los daños materiales a la empresa y, lo que es mas grave, lesiones o la muerte de los operarios.

En términos estadísticos, los trabajos selvícolas en general, son de los mas peligrosos, superados en nuestro País, solamente por los de la minería. Así de un colectivo en torno a los 35.000-40.000 trabajadores, se vienen produciendo anualmente entre 5.400 y 6.000 accidentes; lo que supone un porcentaje de un 15 %; o sea, anualmente de cada siete trabajadores forestales, uno sufre un accidente. Cabe resaltar que a pesar de los riesgos implícitos a estos trabajos, tal cota de accidentabilidad se ve favorecida por el frecuente empleo de trabajadores temporeros, carentes de una mínima formación profesional y a la realización de trabajos a "destajo".

Tal situación además de ocasionar cuantiosas pérdidas económicas al País, son numerosas las personas que anualmente dejan su vida en nuestros montes y otras muchas, quedan por vida marcados por secuelas físicas o psíquicas. Por todo ello, se ha de tomar conciencia de que la "seguridad en el trabajo" es misión de todos: Administración, Sindicatos, Empresarios, Técnicos, Cargos intermedios y Obreros. Aunque quienes mejor pueden colaborar en reducir tan escalofriantes cifras son los Cargos Intermedios (Capataces, Encargados, Técnicos Especialistas,...), pues su conocimiento del trabajador y del trabajo le permite actuar sobre ambos reduciendo y eliminando en gran medida los riesgos y, consecuentemente, los accidentes.

Desde el punto de vista jurídico, la misma Constitución Española, establece en su artículo 40.2, que "los poderes públicos velarán por la seguridad e higiene en el trabajo". En cumplimiento de dicho precepto constitucional, la seguridad e higiene en el trabajo viene contemplada tanto en el Esta-

tuto de los Trabajadores, como en los Convenios Colectivos y otras disposiciones reguladores de caracter laboral.

Es pues, un derecho del trabajador ejercer su función en unas condiciones aceptables de seguridad y, a su vez, un deber el mantener actitudes favorables hacia la misma en su propio beneficio y en el de sus semejantes. Sin embargo, las cifras aludidas demuestran que por parte de unos y otros existe una manifiesta insensibilidad, que hace posible que la accidentabilidad del sector forestal, sea porcentualmente mucho mayor en España que en otros países europeos, como Suecia o Finlandia.

De poco sirve que los fabricantes consigan máquinas provistas de excelentes accesorios de seguridad, si los operarios los anulan intencionadamente, no se reparan cuando se deterioran, se emplean técnicas inadecuadas o se trabaja con temeridad. Por consiguiente, sigue existiendo en el sector forestal la necesidad de implantar técnicas de seguridad adecuadas, para luchar de forma efectiva contra los accidentes a fin de rebajar su número a niveles similares a los alcanzados en otros países de Europa. Para ello la seguridad en la empresa se debe acometer de forma integrada, incidiendo en estos cuatro frentes:

a) Formación.- Debiera ser preceptivo que a los nuevos trabajadores que se incorporan al sector, se les impartiera un cursillo específico sobre aspectos generales de seguridad y específicos sobre la actividad que vayan a realizar. Igualmente se debieran realizar periódicamente otros cursillos o seminarios a los trabajadores fijos en la empresa.

En esta ardua tarea, que en España vienen realizando los Gabinetes Técnicos Provinciales de Seguridad e Higiene en el Trabajo; podemos prestar una eficaz e importante colaboración los Centros o Escuelas de Capacitación Forestal, tanto incluyendo los contenidos de la seguridad en el trabajo en los programas de enseñanzas regladas, como impartiendo cursillos específicos a los trabajadores del sector forestal.

b) Información.- La información periódica sobre diferentes aspectos de la seguridad en el trabajo es, igualmente, un método eficaz para que el trabajador tome conciencia de la gravedad del problema y adopte actitudes favorables hacia la seguridad. En este apartado se pueden incluir:

- Campañas con carteles colocados en sitios visibles de los centros de trabajo.

- Publicación periódica en los tablones de anuncios, de las estadísticas de accidentabilidad en el Sector y en la propia empresa.

- Edición de periódicos sobre el tema y su distribución a los trabajadores.

- Publicación de normas concretas sobre determinadas actividades a fin de que los operarios afectados las conozcan y cumplan.

c) Protección.- Con este término, englobaríamos tanto

a las protecciones de máquinas e instalaciones, como a las prendas de protección personal de los operarios.

Los elementos móviles de las máquinas pueden circunstancialmente producir lesiones a los operarios, por lo que deben ser conocidos a fin de adoptar medidas que eliminen o atenúen tales agresiones. En estos casos, lo más normal es utilizar "resguardos" o "protectores" a modo de barreras fijas e impenetrables que separan al operario de la zona de riesgo. Cuando no es posible la protección de una zona de riesgo, como es el caso de los espacios laterales de los semichasis en las máquinas articuladas, se debe recurrir a la "señalización" de la zona.

Igualmente, las zonas de operación de las máquinas o sus puestos de conducción, requieren protecciones en la mayor parte de los casos.

El equipo de "protección personal", son aquellas prendas o material de seguridad que el trabajador debe llevar puestas cuando su trabajo implique un riesgo de accidente y éste no se haya podido eliminar técnicamente. Por las características del trabajo forestal en general, el equipo de "protección personal", junto a la ejecución de técnicas de trabajo adecuadas, es uno de los recursos más empleados en la lucha contra el accidente.

Todos los elementos de protección personal, deben estar homologados según las normas MT españolas.

d) *Prevención.*— Si bien los tres apartados anteriores van encaminados hacia la prevención de accidentes; con el término "prevención", queremos aludir al comportamiento profesional del trabajador, favorable a las técnicas de seguridad. Es pues, el colofón final, de todo programa de seguridad e implica un cambio de actitudes del operario, que le lleva a asumir y cumplir las normas de seguridad en su trabajo.

El incluir aquí las normas específicas de cada una de las máquinas tratadas en esta obra, nos llevaría a extendernos más de los objetivos que pretendemos aquí, por lo que a continuación nos vamos a limitar a aquellas de carácter general.

#### NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD PARA EL MANEJO Y UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA FORESTAL

1ª Dotar a cada máquina de los elementos de seguridad necesarios (cabina antivuelco, agarraderos para subirse y apearse, rejillas antiroturas de cables, protectores en las tomas de fuerza, etc. en maquinaria pesada; freno de cadena, protector de mano, tacos antivibratorios, etc., en la motosierra).

2ª Emplear durante el trabajo el equipo adecuado de protección personal (casco, guantes, protectores auditivos, ropa ceñida y botas de seguridad).

3ª Utilizar las técnicas de trabajo más adecuadas, cum-

pliendo en todo momento las normas de seguridad específicas de cada tipo de máquina (skidder, dozer, motosierra, desbrozadoras, grúas de carga, etc.). Dichas normas suelen facilitárselas los mismos fabricantes.

4ª No se deben transportar personas ni dentro ni fuera de la máquina, a excepción de aquellos casos donde exista el correspondiente asiento.

5ª Mantener limpios de barro u otra sustancia resbaladiza, el piso, pedales y estribos de la máquina.

6ª Las máquinas deben ser conducidas por personal especializado. En caso de aprendizaje, el alumno debe estar auxiliado y bajo control del profesor o experto respectivo.

7ª Antes de poner en funcionamiento el motor de la máquina, realizar los servicios diarios de mantenimiento y asegurarse de que la palanca de mando de la transmisión se encuentra en neutro.

8ª Mantener en todo momento la velocidad adecuada, de acuerdo a la pendiente, obstáculos, carga y otras condiciones de trabajo.

9ª Los operarios deben encontrarse fuera del radio de acción de la máquina. Al accionar el cabrestante, éstos deben encontrarse a una distancia de la máquina superior a la existente entre la parte mas lejana de la carga y ésta.

10ª No repostar fumando o con el motor funcionando.

11ª El embrague del motor, durante el inicio de la marcha, se hará de forma progresiva. Durante los cambios de marcha, el pedal de embrague se pisará a fondo cuando la transmisión es directa; en caso de la servotransmisión, se pondrá el motor en ralentí durante la operación.

12ª Si la máquina no va provista de turboalimentador, llevará un dispositivo "antichispas" en el tubo de escape, en evitación de incendios forestales.

13ª En el ascenso y descenso de fuertes pendientes, se circulará con una velocidad corta embragada y utilizando poco el freno. En estos casos, y siempre que sea posible, se seguirá la línea de máxima pendiente, evitando las laderas transversales.

14ª No hacer funcionar el motor en locales poco ventilados.

15ª Las máquinas ligeras provistas de útil cortante, se apoyarán sobre el suelo para su puesta en marcha.

16ª No acercarse a las desbrozadoras centrífugas mientras la toma de fuerza del tractor esté conectada y el elemento de corte girando. Los operarios deben encontrarse fuera de la zona de proyección de la misma, durante el trabajo.

17ª No llevar los pies constantemente apoyados en los pedales de embrague o freno.

18ª Los ajustes o reparaciones deben realizarse con el motor parado, a no ser que la operación lo requiera, en

cuyo caso, se extremarán las precauciones, manteniendo las manos alejadas del ventilador, correas y otros elementos giratorios.

19ª Si la máquina emplea cables, mantener a éstos y sus accesorios en buen estado y perfectamente lubricados.

20ª Al terminar la jornada o al realizar alguna reparación en los compresores o instalaciones de aire comprimido, el calderín debe quedar vacío y exento de presión.

21ª Al abandonar la máquina debe pararse el motor, embregar una velocidad, trabar el freno de estacionamiento y dejar los implementos hidráulicos en la posición de reposo. Si las necesidades del trabajo obligan a dejar el motor funcionando; poner la palanca de mando de la transmisión en neutro y cerciorarse del eficaz estacionamiento de la unidad mediante el respectivo freno y la hoja bulldozer.

22ª En la época invernal, el circuito de refrigeración llevará el correspondiente anticongelante.

23ª En la utilización de máquinas para tratamientos fitosanitarios, cumplir las normas de seguridad específicas de la manipulación de productos tóxicos.

24ª En la utilización de vehículos contraincendios, respetar las directrices del responsable de organización de las tareas de extinción, debiéndose cumplir en todo caso, las normas básicas generales para la extinción de incendios forestales.

25ª Al arrancar el motor y antes de pararlo se debe mantener unos momentos en ralentí. Extremar esta precaución en los motores turboalimentados.

26ª Los aprendices no manejarán las máquinas en lugares que entrañe cierto riesgo de accidentes, hasta que no estén familiarizados con todos sus mandos y dominen a la perfección los ejercicios de arranque y parada en pendiente.

27ª Antes de recoger el cable del cabrestante arrastrando una carga, se debe anclar debidamente la máquina.

28ª En la saca por arrastre, al superar un obstáculo, librar un paso estrecho o remontar un tramo de pendiente muy pronunciada, se dejará la carga atrás, volviéndose a recoger con el cabrestante una vez pasado el peligro.

29ª No subirse o apearse de la máquina en movimiento.

30ª En el tajo debe existir un botiquín con el material necesario para curar heridas, hacer torniquetes y algunos medicamentos básicos (aspirinas, pomadas para quemaduras y picaduras de insectos, etc.).

31ª En el trabajo debe haber al menos dos personas, para que en caso de accidente puedan auxiliarse entre sí. Si bien deben trabajar a una distancia razonable.

32ª Las máquinas pesadas deben ir equipadas de un extintor contra incendios. En caso de ignición y si se carece de éste, sofocar el fuego empleando mantas o tierra.

33ª Los operarios no deben entrar en el área de acción

de una máquina si antes no ha sido avisado el maquinista y éste ha dado su visto bueno.

34<sup>a</sup> En las máquinas de ruedas, emplear cadenas cuando exista barro o nieve que les haga patinar o resbalar.

35<sup>a</sup> No pasar con las máquinas muy cerca del borde de un cortado, cuando exista peligro de resbalamiento de la máquina o corrimiento del terreno.

## INDICE

INTRODUCCION .....	7
HISTORIA .....	11

### 1.<sup>a</sup> PARTE: MOTORES

#### CAPITULO I

*CLASIFICACION DE LOS MOTORES, ASPECTOS TEORICOS Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.* Clasificación (27). Aspectos teóricos (29). Calibre (29). P.M.S. y P.M.I. (29). Relación de compresión (30). Potencia (30). Par motor (33). Consumos específicos y real de combustible (34). Principios de funcionamiento (36). Motor Diésel de cuatro tiempos (37). Motor de explosión de cuatro tiempos (38). Motor de explosión de dos tiempos (39). Motor Diésel de dos tiempos (41). Motores de varios cilindros (41).

#### CAPITULO II

##### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL MOTOR DIESEL

Bloque (49). Culata (49). Junta de culata (50). Tapa de balancines (51). Pistón o émbolo (51). Segmentos (51). Bulón (52). Cigüeñal (53). Volante (54). Cáster (54). Colectores (55).

#### CAPITULO III

##### DISTRIBUCION

Elementos de mando (58). Arbol de levas (60). Válvulas (60). Balancín (62). Reglaje de taqués (63).

#### CAPITULO IV

##### LUBRICACION DEL MOTOR

Introducción (65). Sistemas de engrase (65). Colador (68). Bomba de aceite (68). Válvula de descarga (68). Filtro de aceite (69). Aparatos de control (70). Nivel de aceite (71). Enfriador de aceite (72). Ventilación del cáster (72). Aceites para motor (73). Cambio de aceite (74). Investigación de averías en el engrase (75).

#### CAPITULO V

##### SISTEMA DE REFRIGERACION

Refrigeración por agua (77). Conductos en bloque y culata (79). Bomba de agua (79). Ventilador (79). Termostato (80). Aparatos de control (82). Racores (83). Gri-fos de vaciado (83). Postenfriador (84). Enfriadores de aceite (84). Líquido refrige-

rante (85). Refrigeración por aire (86). Causas de calentamiento en los motores refrigerados por agua (87). Investigación de averías en la refrigeración por agua (88). Limpieza interna del circuito y puesta de anticongelante (89).

## CAPITULO VI

### SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR DIESEL

Depósito (92). Bomba de alimentación (92). Filtro de combustible (95). Retorno del gas-oil (96). Bomba de inyección (96). Mantenimiento del sistema de alimentación (106). Purgado del sistema de inyección (108).

## CAPITULO VII

### SISTEMA DE ADMISION

Filtro de aire (109). Indicador del filtro de aire (110). Conducciones (111). Sobrealimentadores (112). Intercambiador de calor o postenfriador (115). Mantenimiento del sistema de admisión (116).

## CAPITULO VIII

### SISTEMA ELECTRICO

Ideas generales sobre corriente eléctrica (119). Ley de Ohm (121). Potencia eléctrica (122). Inducción (123). Equipo eléctrico (124). Batería (125). Batería sin mantenimiento (128). Conservación de la batería (131). Dínamo (132). Disyuntor-regulador (135). Alternador (136). Motor de arranque (137). Aparatos de control (139).

## CAPITULO IX

### SISTEMAS DE ARRANQUE EN FRIO

Doble inyección (141). Calentadores o bujías de incandescencia (142). Calentador al colector de admisión (143). Combustibles muy inflamables (143).

## CAPITULO X

### MOTORES DE EXPLOSION

Carburación (146). Carburador (148). Bomba de alimentación (153). Inyección de gasolina (154). Encendido (157). Avance automático del encendido (164). Cambio de platinos y puesta a punto del encendido (166). Encendido electrónico (167). Motores de dos tiempos (169). Carburación (172). Encendido electromagnético de los motores de dos tiempos (177).

## II PARTE: CHASIS

### CAPITULO XI

#### ELEMENTOS DEL CHASIS (181)

### CAPITULO XII

#### TRANSMISION O TREN DE FUERZA

*Embrague (186). Embrague de disco (186). Embrague de discos múltiples (188). Embrague hidráulico (192). Convertidor de par (193). Divisor de par (197). Servo-transmisión (199). Transmisión directa (204). Caja de cambios de engranajes deslizantes (204). Caja de cambios de toma de constante o collar deslizante (210). Puente trasero (206). Diferencial (213). Bloqueo del diferencial (214). Reducción final (215). Transmisión en vehículos todo terreno (218). Lubricación de la transmisión directa (220). Transmisión hidrostática (220).*

### CAPITULO XIII

#### SISTEMA DE FRENOS

*Freno de zapatas (221). Freno de cinta (225). Los frenos según su función (228). Utilización y entretenimiento (229). Reglaje de zapatas y purgado del circuito (230).*

### CAPITULO XIV

#### SISTEMA DE DIRECCION

*Dirección en los tractores de ruedas (231). Entrenimiento de la dirección (235). Dirección en los tractores de cadenas (236).*

### CAPITULO XV

#### TREN DE RODAJE

*Tren de rodaje de las máquinas de ruedas (239). Neumáticos para trabajos forestales (244). Nomenclatura (245). Modificación de las características en los tractores de ruedas (246). Entrenimiento de los neumáticos (249). Arreglo de pinchazos en los neumáticos (250). Tren de rodaje en los tractores de cadenas (252). Tensión de las cadenas (257). Ajuste hidráulico de la tensión de las cadenas (258).*

### CAPITULO XVI

#### SISTEMA HIDRAULICO

*Generalidades sobre hidrostática (259). Elementos del sistema hidráulico (261). Elevador hidráulico (266).*

## CAPITULO XVII

## CABLES DE ACERO

*Estructura (269). Características (269). Corte de cables (274). Accesorios (274). Construcción de chokers (277). Empalmes (278). Manejo y entretenimiento de los cables (280).*

## III PARTE

**MAQUINAS UTILIZADAS EN VIVEROS, REPOBLACIONES FORESTALES, CUIDADOS CULTURALES DE LAS MASAS Y EXTINCION DE INCENDIOS**

*Generalidades ..... 283*

## CAPITULO XVIII

## TRACTORES Y MOTOCULTORES

*Tipos de tractores (285). Enganche de aperos al sistema tripuntal (287). Motocultores o motocultivadores (288).*

## CAPITULO XIX

## APEROS PARA EL LABOREO DE TIERRAS

*Subsoladores (291). Arados de vertedera (292). Regulación (295). Arados de discos (296). Regulación (297). Rotovator (298). Regulación (299). Cultivadores y gradas (300). Regulación (302).*

## CAPITULO XX

## MAQUINAS PARA ABONADOS, TRATAMIENTOS Y RIEGOS

*Abonadoras (303). Atomizador, lanzallamas y espolvoreador de mochila (305). Otros espolvoreadores (306). Equipos de riego por aspersión (307).*

## CAPITULO XXI

## MAQUINAS PARA LA PREPARACION DEL TERRENO

*Retroexcavadora (309). Plantación con retroexcavadora (314). Ahoyadores (314).*

## CAPITULO XXII

## DESBROZADORAS Y PODADORAS

*Desbrozadoras portátiles (318). Mantenimiento (321). Método de trabajo (321). Desbrozadoras accionadas por la toma de fuerza del tractor (322). Consideraciones a tener presentes durante el trabajo (324). Enganche y regulación (325). Mantenimiento (325). Hoja desbrozadora (325). Sierra trepadora (326). Funcionamiento (327).*

## CAPITULO XXIII

## SEMBRADORAS Y PLANTADORAS

*Sembradoras (329). Plantadoras (331).*

## CAPITULO XXIV

## MAQUINARIA EMPLEADA EN LA LUCHA CONTRA INCENDIOS

*Vehículos contraincendios (333). Manejo de un equipo contraincendios (337).*

## IV PARTE

**Máquinas utilizadas en EXPLOTACION FORESTAL**

*Generalidades ..... 341*

## CAPITULO XXV

## MAQUINAS PARA EL APEO, DESRAMADO Y TRONZADO

*Motosierra (343). Motor (344). Depósito de combustible (345). Dispositivo de arranque (346). Embrague (347). Piñón de arrastre (348). Cadena de corte (349). Rodaje de la cadena nueva (351). Mecanismo tensor (352). Sistema de lubricación (353). Dispositivos y accesorios de seguridad (355). Arranque de la motosierra (356). Cuidados de mantenimiento diario (357). Trabajo de la motosierra (357). Taladoras de árboles (359). Procesadoras (361).*

## CAPITULO XXVI

## MAQUINAS DESCORTEZADORAS

*Partes que forman una planta de descortezado (366). Funcionamiento de la descortezadora (371).*

## CAPITULO XXVII

## MAQUINAS PARA LA SACA

*Tractores forestales o skidders (373). Método de trabajo (385). Autocargadores (388). Tractores agrícolas dotados de implementos para la saca (391). Otros medios mecánicos de saca (393).*

## CAPITULO XXVIII

## MAQUINAS UTILIZADAS EN EL APROVECHAMIENTO DE SUBPRODUCTOS

*Saca de leñas con skidder (400). Astilladoras (403). Rajadoras mecánicas (405). Rajadoras hidráulicas (406).*

## CAPITULO XXIX

## MAQUINAS PARA EL TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA

*Camiones (409). Grúa hidráulica (412). Cargadores autopropulsados de pinza (417).*

## V PARTE

**Máquinas utilizadas en la construcción de CAMINOS FORESTALES**

*Generalidades ..... 423*

## CAPITULO XXX

## HOJAS EXPLANADORAS O "DOZER"

*Bulldozer (425). Angledozer (427). Tiltadozer (428). Tipdozer (429). Accesorios especiales (430). Escarificadores (430). Cabina de seguridad (432).*

## CAPITULO XXXI

**TRAILLAS, MOTOTRAILLAS, DUMPERS, PALAS CARGADORAS,  
MOTONIVELADORAS Y COMPACTADORES**

*Traíllas y mototraíllas (433). Dumpers (433). Palas cargadoras (436). Motoniveladora (438). Rodillos compactadores (441).*

## CAPITULO XXXII

## EQUIPOS PARA LA PERFORACION DE ROCAS

*Compresores (445). Compresores de válvulas (446). Compresores rotativos de aletas (450). Compresores rotativos de tornillo (456). Otros elementos de los compresores portátiles (457). Martillos (460). Motoperforadores (464).*

## VI PARTE

**MANTENIMIENTO, CONTROL, TECNICAS DE CONDUCCION,  
ASPECTOS ECONOMICOS Y NORMAS DE SEGURIDAD**

## CAPITULO XXXIII

## ENTRETENIMIENTO Y CONSERVACION

*Lubricantes (469). Aceites para motores de cuatro tiempos (470). Equivalencias aproximadas entre las diferentes especificaciones de aceites de motor (474). Aceites para motores de dos tiempos (474). Aceites para transmisiones (475). Aceites para circuitos hidráulicos (475). Aceites para compresores rotativos (475). Aceites para martillos neumáticos (476). Combustibles (476). Entretenimiento periódico (478). Control de trabajo y revisiones (479).*

## CAPITULO XXXIV

## CODIGO DE SEÑALIZACION Y TECNICAS DE CONDUCCION

*Código de señalización (481). Técnicas de conducción en monte (486).*

## CAPITULO XXXV

## ASPECTOS ECONOMICOS (491)

## CAPITULO XXXVI

## PREVENCION DE ACCIDENTES

*Prevención de accidentes (497). Normas generales de seguridad para el manejo y utilización de maquinaria forestal (499).*

## RELACION ALFABETICA DE MARCAS O FIRMAS

## DE LAS QUE SE HAN CONSULTADO FOLLETOS O INFORMACIONES:

ABENCOR	HIAB	PETER
AGRATOR	HOLMAN	PETTIBONE
AGRIA	HOMELITE	PEUGEOT
AGRIC	HUSQVARNA	PIVA
AKEMANS	INGERSOLL-RAND	RENAULT
BCS	I.P.V.	SACHS
BETICO	JOHN DEERE	SAMUR
BOSCH	JONSEREDS	SIFER
BRUNETT	KBF	SOLER
C.A.V.	KOCKUM	STIHL
CAMBIO	KUBOTA	TECFORM
CAMPEON	KYNOS	TIMBERJACK
CATERPILLAR	LOKOMO	TRACTOMOTOR
DEUTZ	MANN	UNIMOG
DOLMAR	MB-TRAC	UNIVERSAL
ELEKTROMEKAN	MICHELIN	URO
ERJO	MERCEDES BENZ	UTB
FARMI	MWM-DITER	VALPADANA
FIAT-ALLIS	NORCAR	VALON KONE
FIRESTONE	OREGON	VARTA
FISKARS	ÖSA	VENTURA
FORD	PARTNER	VOLVO B.M.
FRISCH	PASQUALI	WEBB.
FORESTA	PEGASO	
HALCON	PEL-JOB	

**Agradecemos la colaboración prestada a las siguientes FIRMAS COMERCIALES:**

**AGRATOR S.A.** (Vitoria).  
**AGRIA HISPANIA, S.A.** Amorebieta (Vizcaya).  
**AGRIC, S.A.** Masías de Voltregá (Barcelona).  
**ANDREAS STIHL, S.A.** (Madrid).  
**ARBOL DIESEL** Ubeda (Jaén).  
**BCS IBERICA, S.A.** Terrasa (Barcelona).  
**BIURRARENA Soc. Coop. Ltda.** Astigarraga (San Sebastian).  
**BLANCO, S.A.** (Zaragoza).  
**CASLI, S.A.** (Madrid).  
**COMERCIAL DE SUMINISTROS, S.A.** (Bilbao).  
**COMERCIAL URTEAGA HNOS. S.A.** Beriain (Navarra).  
**COMPAIR IBERICA, S.A.** (Madrid).  
**COVERNA, S.A.** (Madrid).  
**DESOTO INTERNACIONAL, S.A.** (Madrid).  
**ESTEBAN MORALES RUIZ,** Mancha Real (Jaén).  
**FABRICA DE MOTORES, S.A. "FAMOSA"** (Barcelona).  
**FINANZAUTO-CATERPILLAR,** (Madrid).  
**FIRESTONE HISPANIA, S.A.** (Bilbao).  
**GAIMA, S.A.** (Lugo).  
**HIAB-VALMAN, S.A.** Torrejón de Ardoz (Madrid).  
**IMEX, S.A.** (Barcelona).  
**INTERNACO, S.A.** Ordenes (La Coruña).  
**KYNOS, S.A.** (Madrid).  
**MAFSA.** Puente Nuevo (Lugo).  
**MANUEL VENTURA.** Vilablareix (Gerona).  
**MAQUINARIA Y FUNDICIONES DE ACERO, S.A.** (Zaragoza).  
**MERCEDES BENZ ESPAÑA.** (Madrid).  
**METSA.** (Madrid).  
**PETER AGRICOLA, S.A.** (Zaragoza).  
**PEWAG.** (Madrid).  
**ROTATOR, S.A.** (Madrid).  
**SUMINISTROS AUXILIARES.** (Madrid).

**TALLERES A. GARCÍA E HIJOS, S.L.** (Burgos).  
**TECNICA FORESTAL MECANIZADA "TECFORM", S.A.** Santimponce  
 (Sevilla).  
**TRACTOR FIAT, S.A.** (Madrid).  
**TRACTOMOTOR, S.A.** (Lérida).  
**TRENZAS Y CABLES DE ACERO, S.A.** (Madrid).  
**VEHÍCULOS ESPECIALES URO, S.A.** Santiago de Compostela (La  
 Coruña).

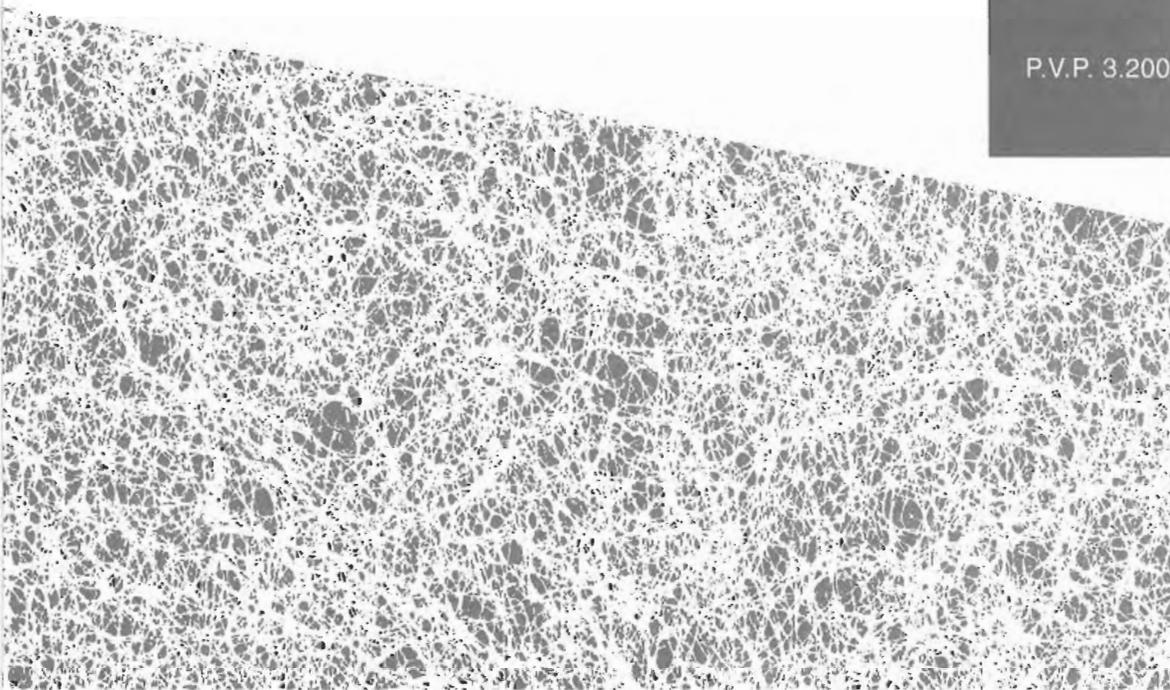
## BIBLIOGRAFIA

"**CABLES DE ACERO**" René Meume. Edic. URMO S.A. Bilbao, 1.966.  
 "**EL TRACTOR**", Ministerio de Agricultura. Madrid, 1.979.  
 "**NEUMÁTICOS PARA TRANSPORTE**" M. A. Alcalde. Edic. EUHA, S.A.  
 Madrid, 1.984.  
 "**TECNICAS DE FORESTACIÓN**", Varios autores. ICONA. Madrid, 1.975.  
 "**MOTORES DIESEL**" Centro de Asesoramiento y Formación de Finanzauto,  
 S.A. Madrid, 1.974.  
 "**MAQUINARIA DE EXPLOTACIÓN FORESTAL Y SU UTILIZACIÓN**", A.  
 Valladares Conde. Ministerio de Agricultura. Madrid, 1.974.  
 "**APUNTES DE MAQUINARIA FORESTAL**", R. Nieto y E. Gallego. Escuela  
 de Capacitación Agraria. Almazán (Soria), 1.973.  
 "**INFORMACIONES TÉCNICAS**", Varios autores. Centro de Asesoramiento  
 y Formación de Finanzauto, S.A. Madrid.  
 Revistas Técnicas: "**TÉCNICA MECÁNICA**", Edc. CEAC. (Barcelona);  
 "**PRODUCCIÓN**", Finanzauto, S.A. (Madrid) y "**MAQUINARIA FORESTAL**",  
 Tradita Editores, S.A. Madrid.

*Este libro sirve de apoyo a las actividades docentes que, sobre la materia, se imparten en el Centro de Capacitación y Experimentación Forestal de Cazorla (Jaén); siendo a su vez un instrumento útil a cualquier persona relacionada profesionalmente con el tema, ya que en él encontrarán respuesta a muchas de las interrogantes que la práctica les plantea. Pensando en ellos se han incluido varias hojas de descomposición sobre realizaciones concretas, en las que se describen detalladamente todo su proceso.*

*En él se tratan tanto los órganos mecánicos de las máquinas y su funcionamiento (motor, transmisión, rodaje, elementos de trabajo,...), como las unidades empleadas en los diferentes trabajos forestales (reforestación, cuidados culturales de las masas, aprovechamientos, extinción de incendios y construcción de vías de acceso).*

*Más de seiscientas ilustraciones facilitan la comprensión del texto.*



P.V.P. 3.200