

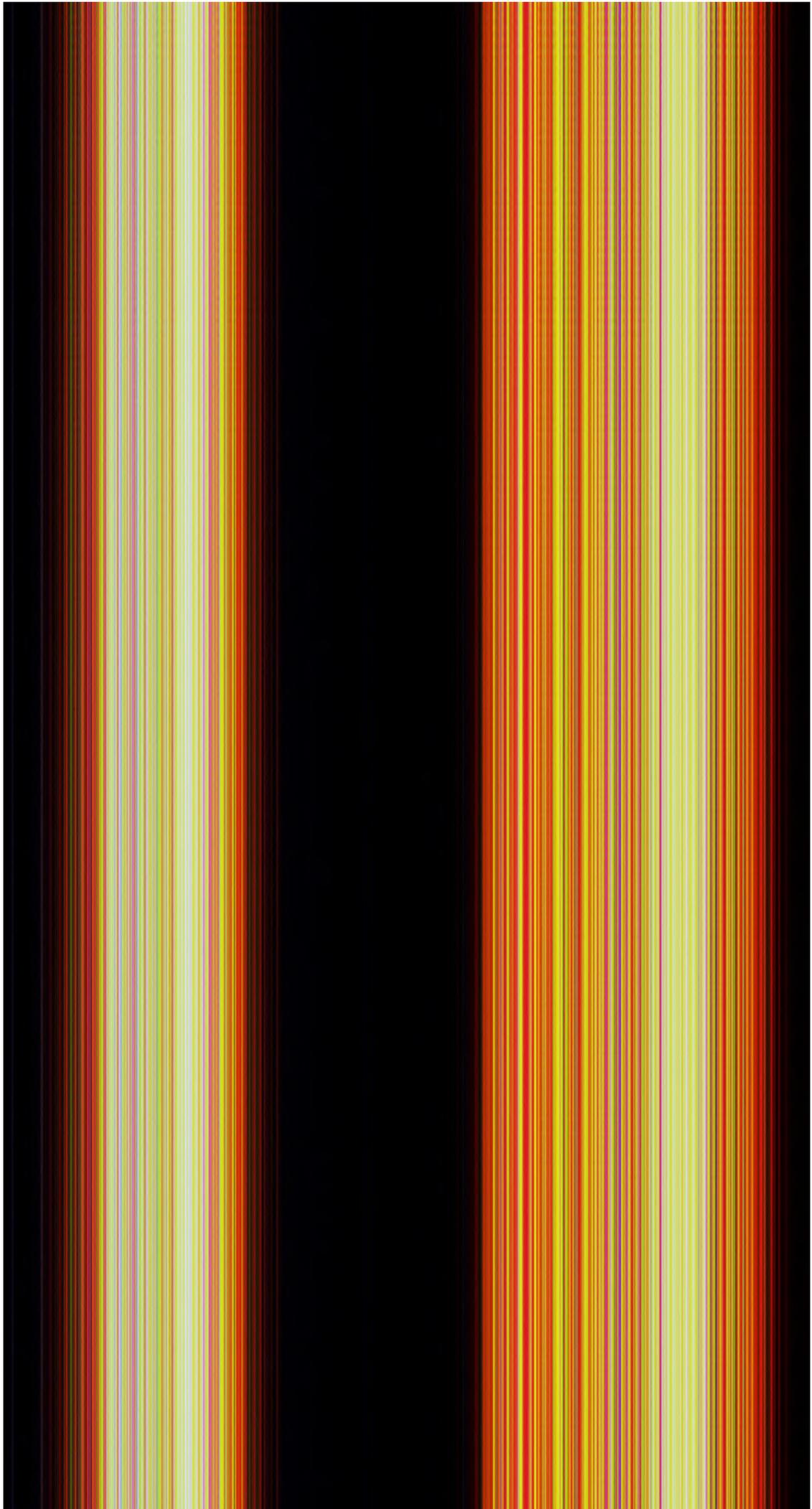
AR DE
TECA

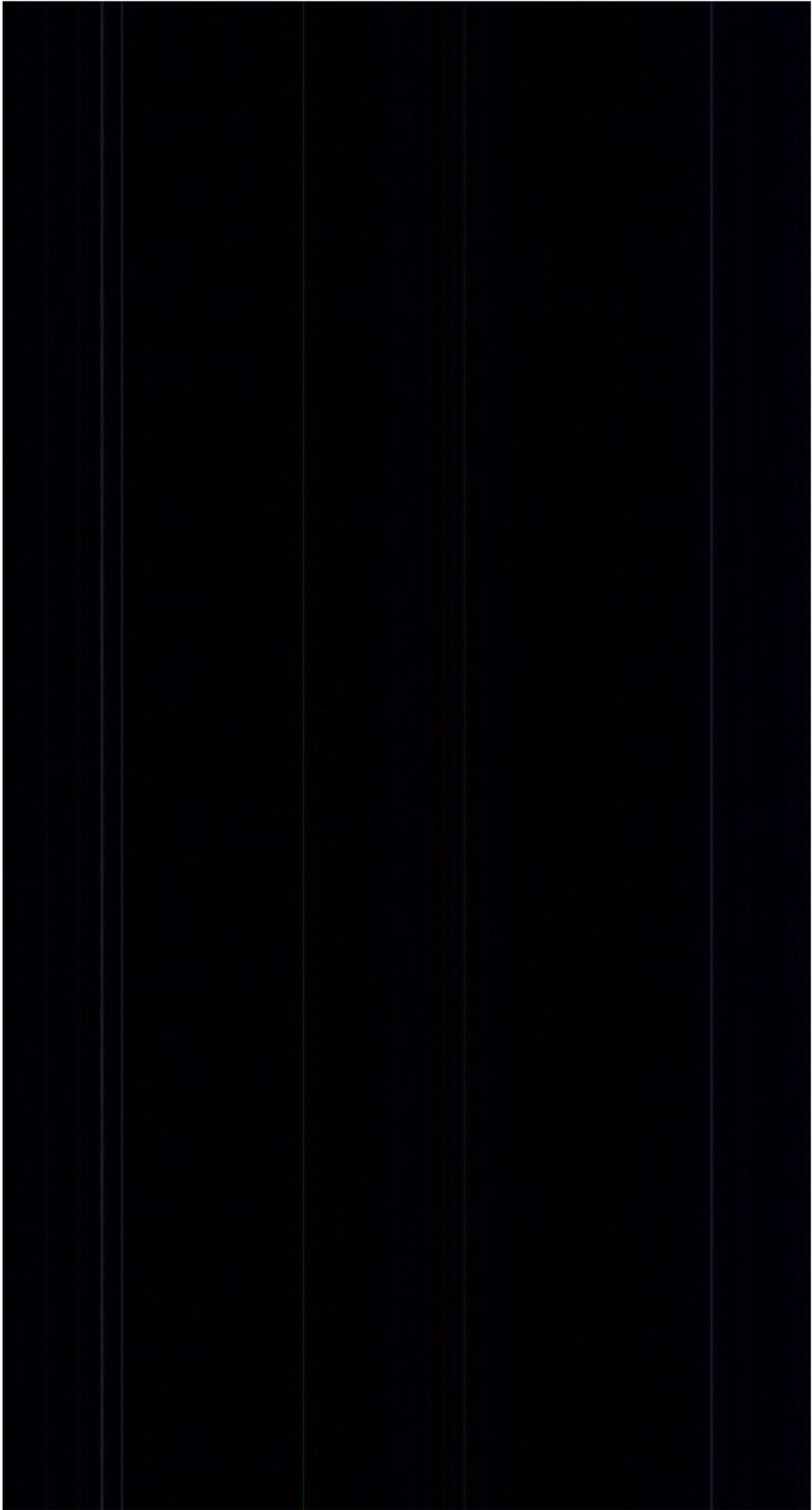
MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

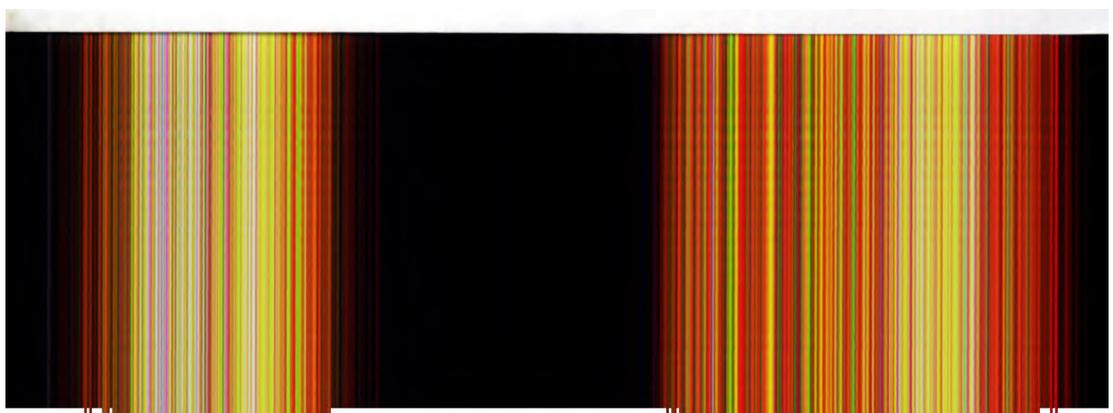
Jaime Gilardi



editorial IICA







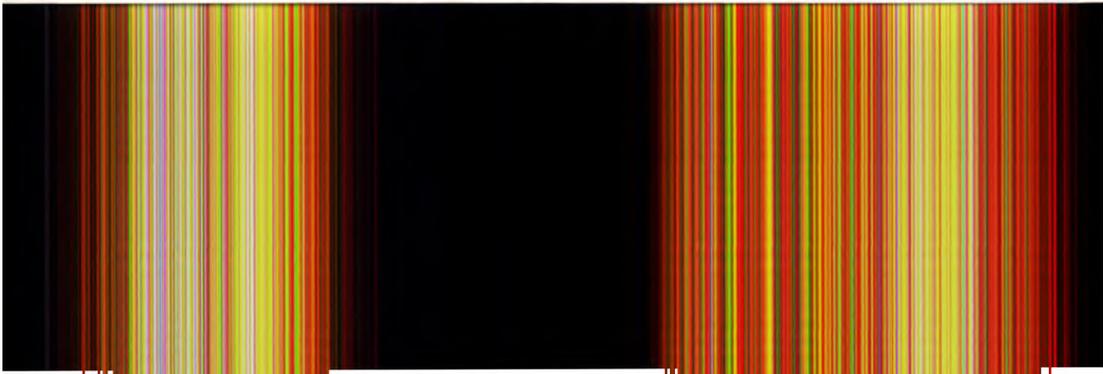


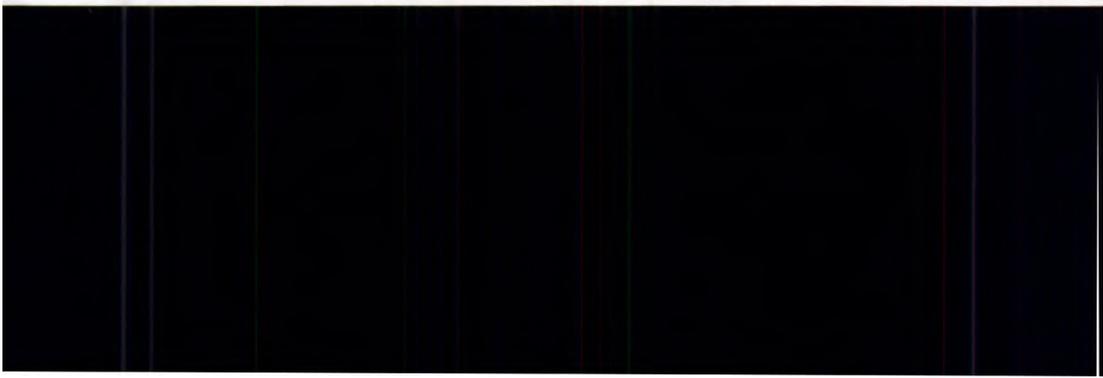
MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

This One



59DW-13Z-QUQE





MOTORES DE COMBUSTION INTERNA

JAIME GILARDI

Jefe del Departamento de Mecanización Agrícola
Universidad Nacional Agraria
La Molina, Lima, Perú

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA
AGRICULTURA
San José, Costa Rica
1985

This One



9XPH-GXB-ROBC

© Jaime Gilardi
© para esta edición, IICA, 1978

Primera edición: 1978
Primera reimpresión: 1982
Segunda reimpresión: 1985

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA –.

Diseño de cubierta: Víctor Ramiro Acosta y Mario Loaiza
Composición de texto: Zaida Sequeira
Editora de la obra: Matilde de la Cruz
Editor de la Serie: Julio Escoto B.

IICA
LME-33 Gilardi, Jaime
Motores de combustión interna. – 1a. ed.
2a. reimpresión. – San José, Costa Rica : IICA,
1985, c1978.
viii, 135 p. – (Serie de Libros y Materiales
Educativos / IICA ; no. 33)

ISBN 92-9039-027-1

1. Motores de combustión interna. I. Título.
II. Serie.

AGRIS N00



DEWEY 631.37

Serie de Libros y Materiales Educativos No. 33

Este libro fue publicado por el Servicio Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA –. La Serie de Libros y Materiales Educativos tiene como fin contribuir al desarrollo agrícola del continente americano.

San José, Costa Rica, 1985

CONTENIDO

	Página No.
PREFACIO	xi
 CAPITULO 1. TRACTORES (1)	
INTRODUCCION	1
CLASIFICACION DE TRACTORES	1
Por su diseño, su potencia, su tipo de trabajo, y por el combustible.	
PARTES DEL TRACTOR	5
El motor, el sistema de embrague, el convertidor de torsión, la caja de cambios, mando final, sistemas: de enfriamiento, de lubricación, y de distribución de válvulas.	
MOTORES DE EXPLOSION	7
Sistemas de carburación para motores de explosión, y de encendido para motores de explosión.	
MOTORES DE COMPRESION	8
Sistemas: de inyección para motores de compresión, eléctrico, hidráulico, de dirección, de frenos, de propulsión, y de amortiguación; chasis o bastidor; la polea; el eje de toma de fuerza; barra de tiro; placas de empuje.	
 CAPITULO 2. MOTORES (12)	
GENERALIDADES	12
PARTES DEL MOTOR	12
Bujfa, culata, empaque para la culata, "block", "carter" inferior, pistón, cilindro, biela, eje cigüeñal, eje de levas, botadores o buzos, válvulas, rotadores de válvulas, resortes de válvulas, asientos de válvulas, varillas de válvulas, balancines, la volante, polea del cigüeñal, respiradero.	

CAPITULO 3. TIPOS DE MOTORES (25)

CLASIFICACION DE LOS MOTORES	25
Por el sistema de enfriamiento, el tipo de combustible, los ciclos, el arreglo de las válvulas, la disposición de los cilindros, la compresión, el encendido, la velocidad de giro, y el tipo de pistón.	

CAPITULO 4. FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES. GRAFICAS Y MEDICIONES (31)

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA DE DOS TIEMPOS .	31
Explicación del funcionamiento	31
Bajada del pistón, subida del pistón, cálculo de la potencia de los motores de dos tiempos.	
FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS	35
Explicación de la operación de un motor Diesel	35
Bajada del pistón, subida del pistón, cálculo de la potencia.	
FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA DE CUATRO TIEMPOS.	37
Explicación del funcionamiento	38
Tiempo de: admisión, compresión, explosión, escape, y cálculo de potencia.	
FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE CUATRO TIEMPOS . . .	40
Explicación del funcionamiento	42
Tiempo de: admisión, compresión, combustión, escape, y cálculo de potencia.	
GRAFICAS Y MEDICIONES	43
GRAFICAS DE POTENCIA, TORQUE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE	43
Potencia: de régimen, intermitente, y bruta máxima; eficiencia: mecánica, y térmica; capacidad volumétrica o cilindrada, eficiencia volumétrica, índice de compresión.	
CALCULO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE	47

CAPITULO 5. MOTORES MULTICILINDRICOS (48)

ORDEN DE ENCENDIDO DEL MOTOR	48
Motor de un cilindro	48
Motor de dos cilindros	49
Motor de dos cilindros opuestos	51
Motor de cuatro cilindros en línea	52
Motores de tres y seis cilindros en línea	53
Motor de tres cilindros en línea, motor de seis cilindros en línea	
Motor de ocho cilindros en línea	56
Motor de ocho cilindros en "V"	56

CAPITULO 6. FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS (58)

ADELANTOS Y ATRASOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS 58
 Tiempo de: admisión, compresión, combustión-expansión, escape.

CAPITULO 7. SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO (62)

ENFRIAMIENTO POR AIRE 62
ENFRIAMIENTO POR AGUA 63
 Generalidades, termocirculación o convección, circulación con bomba a presión de una atmósfera, circulación con bomba a presión mayor que la atmosférica.
EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO 67

CAPITULO 8. SISTEMAS DE LUBRICACION (69)

INTRODUCCION 69
 Funciones que cumple el sistema de lubricación, partes de cada sistema, funcionamiento de los diferentes tipos de lubricación.
ACEITES 74
 Generalidades, viscosidad, aceite multigrado, aditivos, mantenimiento.

CAPITULO 9. SISTEMAS DE CARBURACION (77)

INTRODUCCION 77
PARTES DEL SISTEMA DE CARBURACION 77
 Tanque de combustible, llave de control, tuberías, vaso de decantación, bomba de gasolina, carburador, múltiple de admisión, filtro de aire, medidor del nivel de la gasolina, gobernador o regulador, gobernador centrífugo, gobernador neumático.
FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR 85
COMBUSTIBLES 87
 Características de un buen combustible, combustibles gaseosos y líquidos.

CAPITULO 10. SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRICO (89)

INTRODUCCION 89
PARTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR BATERIA 89
 Batería, conductores, interruptores, amperímetro, bobina, distribuidor, las bujías, funcionamiento del sistema.

Sincronización del sistema de encendido por batería	93
Sistema de encendido con magneto	94
Principio de generación de la corriente de bajo voltaje	94
Sincronización del magneto	96
Recomendaciones especiales	97
Adelantos y atrasos del encendido en ambos sistemas de encendido	97
Avance automático	99
Avance centrífugo o por pesas	100
Avance neumático	100

CAPITULO 11. SISTEMAS ELECTRICOS (102)

PARTES DEL SISTEMA. FUNCIONES	102
Batería, conductores o cables gruesos, amperímetro, chapa de contacto, solenoide del arrancador, motor de arranque o arrancador, bocina (claxon), interruptor de la bocina, bobina del encendido, distribuidor, bujías, interruptor manual de luces, regulador del voltaje y del amperaje, generador o dinamo, funcionamiento del circuito del generador o circuito de carga, alternador, reguladores de tercera escobilla.	

CAPITULO 12. SISTEMAS DE INYECCION (109)

INTRODUCCION	109
TIPOS DE BOMBA DE INYECCION	110
Bomba de inyección Bosch y similares	110
Bomba de inyección International Harvester	112
Bomba de inyección C.A.V.	113
SINCRONIZACION DE LAS BOMBAS DE INYECCION	114
Purga de los sistemas de inyección, inyectores, formas de inyección, gobernador o regulador de velocidad, arranque de los motores Diesel.	

CAPITULO 13. TRANSMISION, EMBRAGUES, CAJAS DE CAMBIO, CONVERTIDORES DE TORSION, MANDO FINAL (118)

TRANSMISION	118
EMBRAGUES	118
Embragues de: simple acción, doble acción, palanca, hidráulico y centrífugo.	
CAJAS DE CAMBIOS	121
Definición y descripción, caja de cambios epicíclica.	
CONVERTIDORES DE TORSION	122
MANDO FINAL	123
Mando final de los tractores de ruedas y de los tractores de orugas.	
SISTEMAS DE DIRECCION DE LOS TRACTORES AGRICOLAS	127
Propulsión total; sistemas: de frenos, de propulsión, y de enganche; polea; eje de toma de fuerza; y sistema hidráulico.	

***A MI ESPOSA ROSA D. DE GILARDI
POR SU AYUDA Y COMPRENSION***



PREFACIO

Esta obra fue escrita para utilizarla como texto en los cursos universitarios de Mecanización Agrícola, Motores y Tractores. También sirve como obra de consulta para operadores, mecánicos, jefes de talleres de entidades particulares y estatales, así como para centros de enseñanza de nivel medio. En ella se utilizó una terminología sencilla que no requiere experiencia anterior en la materia.

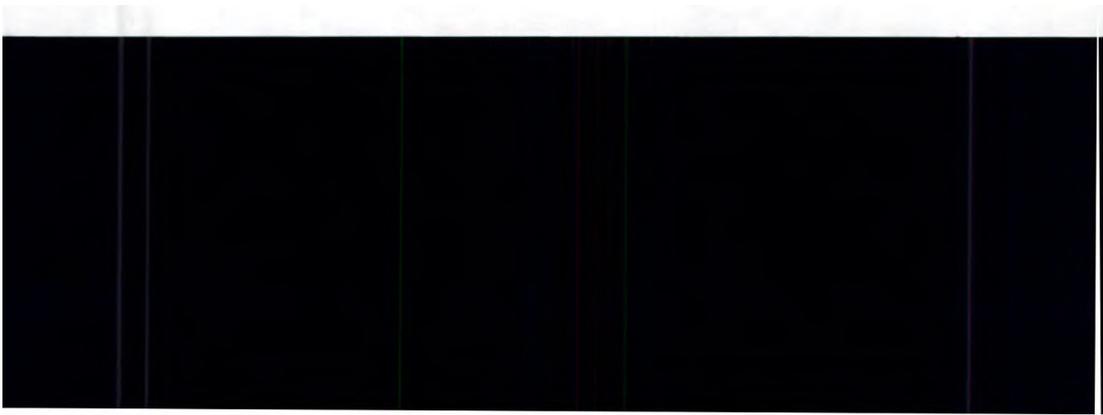
El buen aprendizaje de su contenido será de múltiples beneficios en todos aquellos países que operan maquinaria agrícola e industrial en tractores y motores estacionarios, ya que se adquirirán conocimientos técnicos, no sólo para que los usuarios los apliquen, sino para que los transmitan a otras personas, con el fin de que realicen un buen trabajo de mantenimiento, operación y reparación de sus motores y tractores.

*Este texto es un complemento del libro *Reparación de Motores de Tractores Agrícolas*, del suscrito, publicado por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, como parte de esta misma Serie de Libros y Materiales Educativos.*

Aprovecho estas líneas para expresar mi agradecimiento sincero al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y a la Fundación Kellogg, instituciones que me proporcionaron los medios para publicar este libro; al Sr. Alfredo Sánchez, autor de los dibujos y a todas las demás personas y entidades que han hecho posible esta publicación.

Jaime Gilardi R.

Junio 30, 1977



CAPITULO 1

TRACTORES

INTRODUCCION

El motor es la fuente de fuerza de los tractores y está destinado a desarrollar trabajos de tiro o de tracción, estacionarios, y de empuje. Como ejemplo del trabajo de tiro se tiene el acople de implementos en la barra de tiro estándar, tales como los arados y las rastras. El acople de un implemento en el enganche en tres puntos, como los arados integrales o de montaje y las rastras integrales. Los trabajos estacionarios los realiza por medio de la polea y el eje de toma de fuerza, como por ejemplo, el bombeo de agua, la operación de una trilladora estacionaria, un molino, etc. Los trabajos de empuje son típicos de los tractores a orugas, tales como el uso de hojas topadoras y de hojas destronadoras.

Los tractores modernos están dotados de sistemas hidráulicos para accionar el enganche en tres puntos, el sistema de dirección, el sistema de frenos y algunos implementos de montaje delantero y trasero, como las hojas topadoras, los "bulldozers", los cargadores frontales, las cucharas y otros.

Los tractores pueden clasificarse de acuerdo a varios aspectos. A continuación se presenta la clasificación más simple y funcional.

CLASIFICACION DE TRACTORES

Por su diseño

Se clasifican en tractores de 2, 3 y 4 ruedas y en tractores de orugas.

Los tractores de dos ruedas (Fig. 1) se llaman motocultores. Estos poseen un motor hasta de 10 H.P., generalmente son de un cilindro enfriado por aire; un chasis alargado hacia atrás que soporta los implementos y termina en manceras para su conducción y control. Estos tractores se adaptan muy bien para trabajar en pequeñas extensiones.

Los tractores de tres ruedas (Fig. 2) se llaman "cultivadores" y sus principales características son: tienen buen despeje vertical que facilita el pasaje del cultivo por debajo del eje posterior, una polea de montaje lateral o posterior, sistema hidráulico, eje toma de fuerza y ruedas simples o duales en el pivote anterior o eje delantero. Las ruedas posteriores son regulables en espaciamento a trocha. Este tipo de tractor está siendo reemplazado por el de cuatro ruedas de diseño alto.

Los tractores de cuatro ruedas (Fig. 3) son por lo general de diseño bajo, poseen cuatro ruedas regulables en distanciamento y se utilizan principalmente para labores de tiro (sin considerar el cultivo) y también como máquina estacionaria y en otras labores agrícolas.

Algunos tractores de diseño alto* permiten labores de cultivo. Los tractores de oruga (Fig. 4) son propulsados por motores Diesel, potentes, su sistema de transmisión está dotado de convertidores de torsión y debido a su gran superficie de contacto con el suelo, a través de las orugas, pueden desarrollar gran esfuerzo de tracción sin patinar. Su trabajo está orientado para labores que requieren apreciables esfuerzos de tiro o de empuje, como por ejemplo: araduras profundas, tiro de rastras pesadas y operaciones de desmonte.

Por su potencia

Los tractores pequeños o livianos desarrollan una potencia de hasta 20 H.P. Los medianos, desde 20 H.P. hasta 60 H.P. y los tractores pesados, más de 60 H.P.

Hay que tener en cuenta que la potencia en el motor de un tractor se reduce hasta en un 40% por pérdidas de rozamiento y propulsión hasta llegar a la barra de tiro, y esto debe considerarse a su compra, para evitar la adquisición de tractores que después no puedan realizar la labor por falta de fuerza y potencia en la barra de tiro. También hay pérdidas por altitud sobre el nivel del mar y por labores contrapendientes.

Por su tipo de trabajo

Se clasifican en tractores hortícolas, frutícolas, industriales, viñateros, agrícolas, cargadores y de jardín.

Por el combustible

Se clasifican en tractores gasolineros, petroleros, a queroseno, y a gas.

(*) Los tractores "high crop".

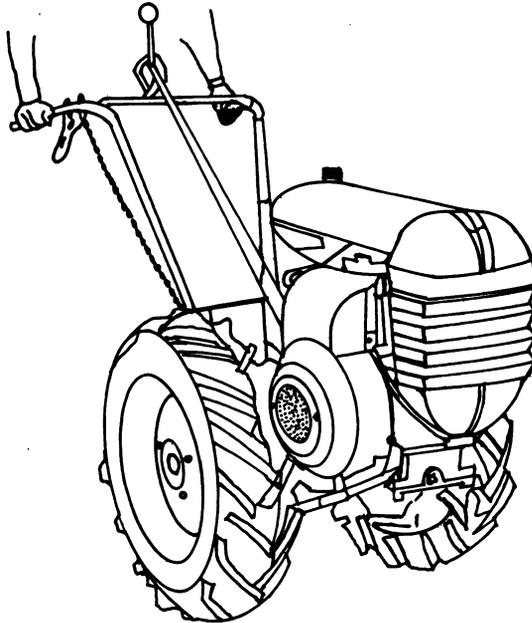


Fig. 1. Tractor de dos ruedas o de jardín.

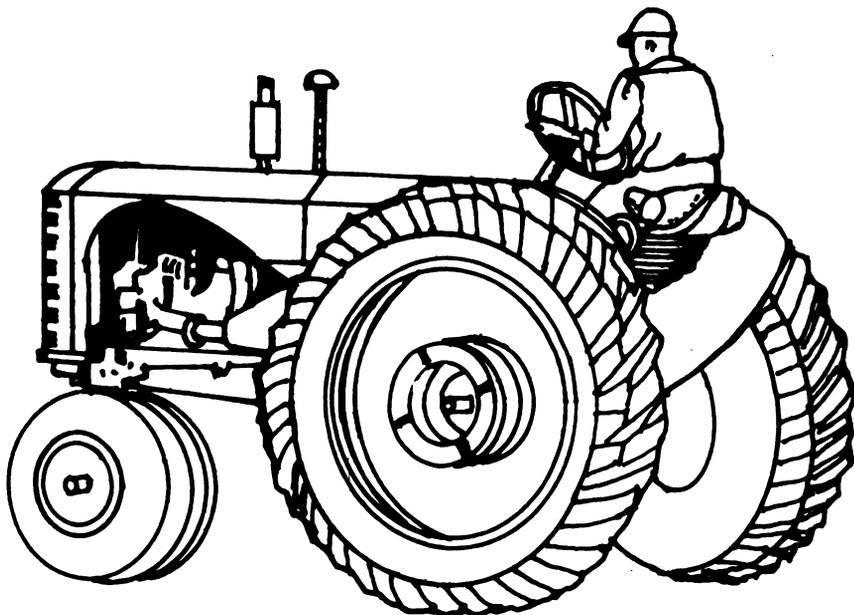


Fig. 2. Tractor de tres ruedas o cultivador.

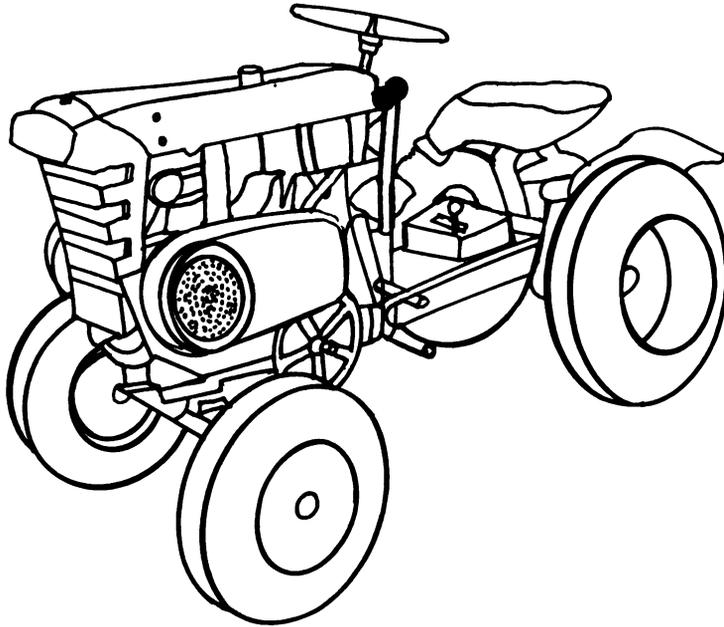


Fig. 3. Tractor de cuatro ruedas.

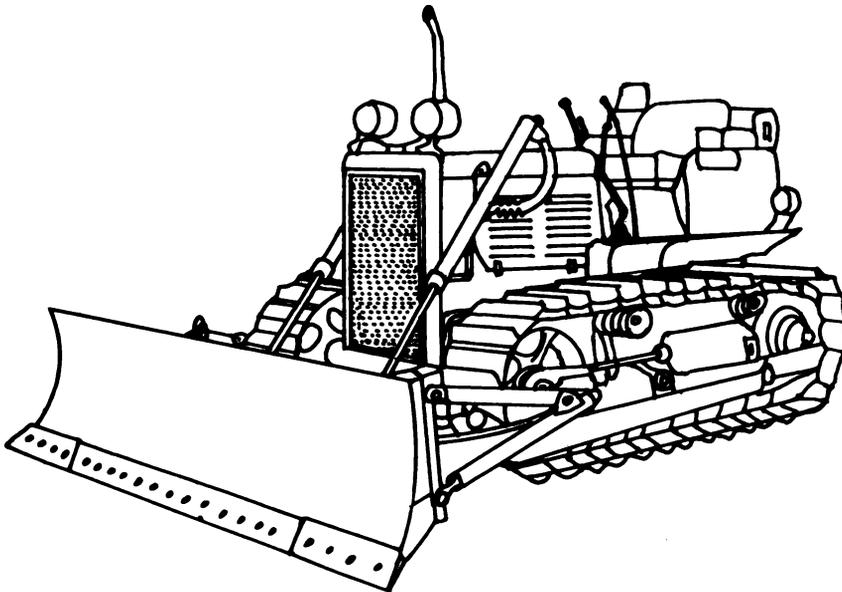
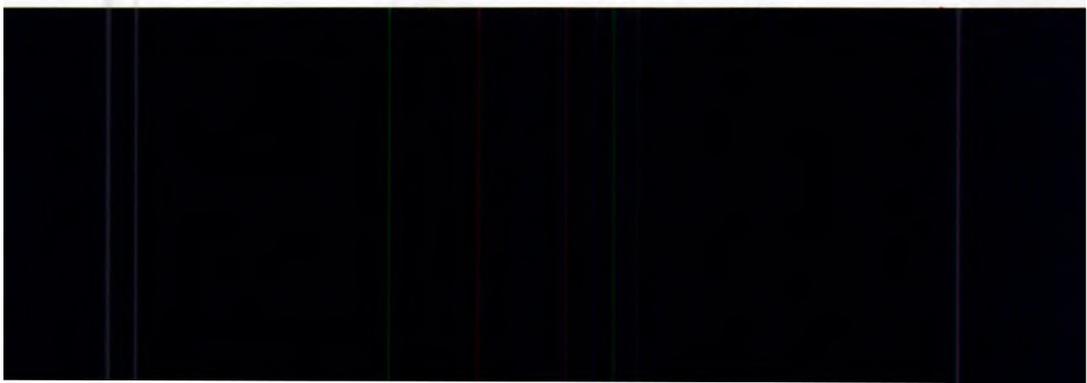


Fig. 4. Tractor de orugas.



PARTES DEL TRACTOR

A continuación se presentan las partes de los tractores (Fig. 5) indicándose la función principal, así como algunas otras características de importancia.

El motor

Produce la fuerza, el movimiento y la potencia que se requiere para mover las ruedas, las orugas, el eje de toma de fuerza, el sistema hidráulico, la polea, y ejercer la tracción de implementos por medio de la barra de tiro. Su montaje es delantero. Se utilizan motores de 2 a 6 cilindros de combustión interna (Diesel y a gasolina). También hay motores a queroseno y a gas. Estos últimos casi no se utilizan en América Latina.

El sistema de embrague

Es un mecanismo de accionamiento mecánico o hidráulico que sirve para conectar o desconectar el movimiento del motor hacia la transmisión. Generalmente, consta de 1 ó 2 discos de fricción de acción mecánica, bañados en aceite o secos.

El convertidor de torsión

Es un mecanismo hidráulico o de engranajes epicíclicos que se utilizan para proveer mayor fuerza de tracción al tractor en forma rápida cuando las exigencias del trabajo lo requieran.

La caja de cambios

Está compuesta de engranajes fijos y deslizantes que al combinarse entre ellos, ofrecen hasta 12 alternativas de fuerza y velocidad en los rangos de alta y baja. En los tractores (a diferencia de otros vehículos), los cambios se realizan con el tractor parado (sin desplazarse), salvo que el sistema sea tipo "select" o "speed" u otro similar que se puede cambiar sobre la marcha. Hay que tener presente que en la caja de cambios no se aumenta la potencia, sólo la fuerza o velocidad.

Mando final

Es la última parte de la transmisión y comprende: el piñón de ataque, la corona, el diferencial, los ejes laterales y la reducción final. Su función permite la adecuación de las ruedas posteriores durante las curvas, la reducción de velocidad y la propulsión de las ruedas posteriores y las orugas.

- | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Motor | 11. Rueda delantera y dirección | 21. Freno. Control |
| 2. Embrague y volante | 12. Batería | 22. Sistema hidráulico. Control |
| 3. Convertidor de torsión | 13. Tablero de instrumentos | 23. Enganche de tres puntos |
| 4. Caja de cambios | 14. Timón de dirección y caña | 24. Pivote frontal (Dirección) |
| 5. Mando final | 15. Asiento | 25. Faros delanteros |
| 6. Sistema de enfriamiento y radiador | 16. Toma de fuerza | 26. Tapabarros |
| 7. Sistema de lubricación | 17. Polea posterior | 27. Barra de tiro |
| 8. Sistema de distribución de válvulas | 18. Ruedas posteriores | 28. Escape |
| 9. Rejilla | 19. Pesas | 29. Cubo |
| 10. Filtro de aire | 20. Control bloqueo del diferencial | 30. Tanque de combustible |

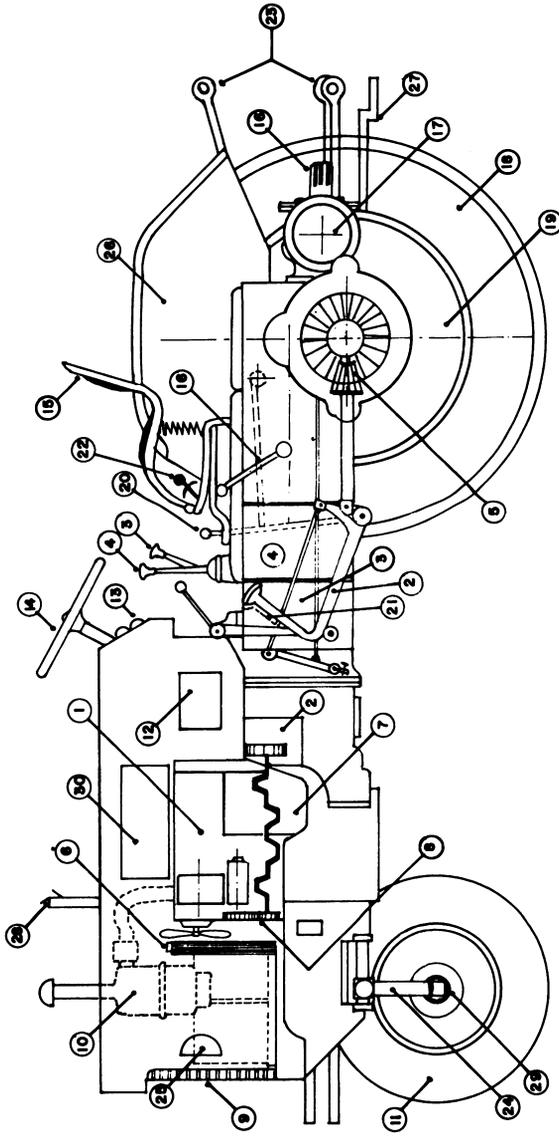


Fig. 5. Partes del tractor (BM).

Sistema de enfriamiento

Lo componen el radiador, la bomba de agua y otras partes. Su finalidad es mantener la temperatura del agua alrededor de 85°C, que el tiempo de calentamiento sea rápido (función del termostato) y que no sobrevengan sobrecalentamientos dañinos. El enfriamiento de los motores pequeños se realiza, generalmente, por medio de la corriente de aire producida por un ventilador o una turbina.

Sistema de lubricación

Lo componen el "carter", la bomba de aceite, los filtros y otras partes, que tienen por objeto: contribuir con el enfriamiento; lubricar todas las partes móviles; disminuir la fricción; disminuir el desgaste; mantener limpio el motor extrayendo limallas, gomas y otras suciedades y evitar el óxido y la corrosión interna.

Sistema de distribución de válvulas

Comprende los engranajes de distribución del cigüeñal y del eje de levas (Fig. 6). Este sistema garantiza la sincronización entre los movimientos del pistón y de las válvulas. La sincronización se obtiene enfrentando las respectivas marcas de los engranajes y regulando la luz de las válvulas según se indique en el manual del tractor.

MOTORES DE EXPLOSION**Sistema de carburación para motores de explosión**

Comprende al carburador y las líneas de alimentación de combustible y de aire. Este sistema está encargado de preparar la mezcla de gasolina y aire en una proporción de 1 a 15 y variarla de acuerdo a las exigencias del trabajo en: mezcla rica para el arranque y la marcha en mínima; mezcla pobre para velocidades intermedias; y mezcla rica para velocidades altas.

Sistema de encendido para motores de explosión

Es exclusivo para los tractores a gasolina y a queroseno; contiene varias partes eléctricas y magnéticas; está encargado del salto de la chispa en las bujías, (20.000 voltios), que salte con cierto adelanto (3° a 6° en la costa), y que sea distribuida en los cilindros según el orden de encendido que es invariable para cada motor. El adelanto de la chispa debe variar según la velocidad del motor y según la altura sobre el nivel del mar.

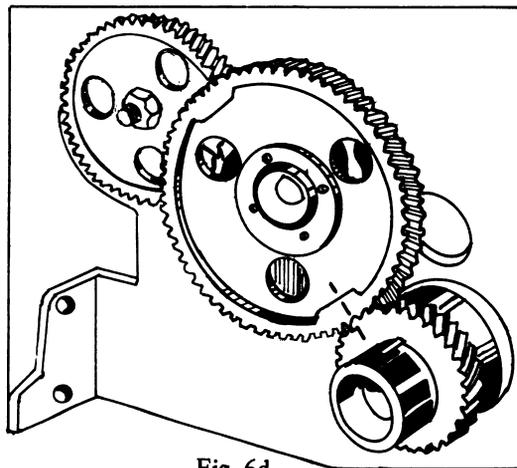
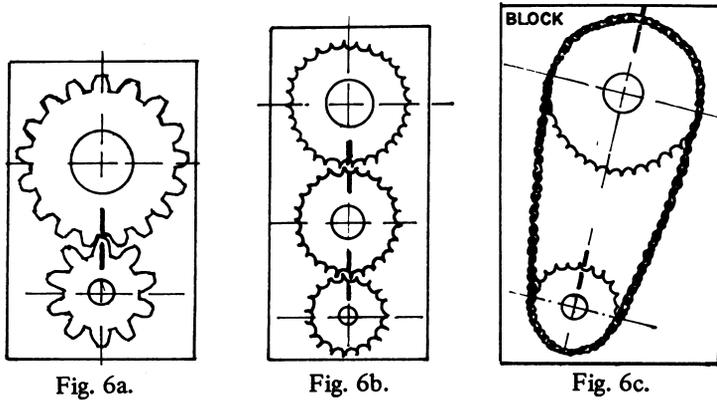


Fig. 6. Engranajes de distribución.
 Fig. 6a. Sincronización de dos engranajes de distribución;
 Fig. 6b. Sincronización con engranaje intermedio;
 Fig. 6c. Sincronización por cadena;
 Fig. 6d. Sincronización de engranajes de un motor Diesel.

MOTORES DE COMPRESION

Sistema de inyección para motores de compresión

Es exclusivo de los motores Diesel; consiste de un sistema de alimentación de combustible Diesel a alta presión (300-500 atmósferas). Su función es hacer que todos los cilindros reciban, en igual cantidad, combustible dosificado en su oportunidad (adelantado), que esté finamente atomizado y que puedan variarse los volúmenes

inyectados para controlar la aceleración del motor. El sistema de inyección es el más preciso, pero tanto su adquisición como su mantenimiento, son costosos. La inyección debe estar perfectamente sincronizada respecto a la posición del pistón y a la velocidad del motor.

Sistema eléctrico

Está compuesto de todos los conductores, artefactos e instrumentos que producen energía eléctrica (corriente continua), la almacenan, la regulan, la distribuyen y la miden en tal forma que abastezca de corriente eléctrica al arrancador, a las luces, y a todos los aparatos que la necesiten.

Sistema hidráulico

Está constituido de una bomba hidráulica que genera presión de aceite, filtros, mangueras, válvulas, pistón y cilindro hidráulico. Su función es elevar la fuerza aplicada para desarrollar trabajos que requieran gran esfuerzo. No es más que una aplicación del principio de Pascal, en que la presión resultante está en razón directa con la superficie comprimida (área de la sección del cilindro) y a la presión desarrollada por la bomba hidráulica. Este sistema opera la dirección, los frenos, el enganche en tres puntos y los implementos de montaje delantero.

Sistema de dirección

Está compuesto de la volante o timón, el eje o la caña, el gusano sinfín, el sector y las varillas, las barras y las articulaciones, con el objeto de realizar el giro parcial de las ruedas delanteras del tractor para cambiar de dirección. El sistema puede ser mecánico o hidráulico. El tractor de orugas tiene un sistema de dirección actuado por embragues direccionales que desconectan la propulsión de cada oruga.

Sistema de frenos

Es el encargado de detener el giro de las ruedas del tractor o de las estrellas propulsoras del tractor de orugas para detener el vehículo. Los frenos pueden ser mecánicos o hidráulicos y ser accionados juntos o individualmente (referido a las ruedas o a las orugas).

Sistema de propulsión

Está compuesto por la transmisión y por las ruedas y las orugas, según sea el tipo de tractor. Intervienen en la dirección y en los frenos y además, ejercen la tracción del vehículo para que por medio

de la barra de tiro pueda desarrollar la fuerza en los tres puntos de enganche así como en la barra portaherramientas, para efectuar determinado trabajo.

Sistema de amortiguación

Este sistema está conformado en los tractores de rueda por las ruedas neumáticas y el eje frontal oscilante. En los tractores de orugas está conformado por las ruedas delanteras tensoras, las orugas, las articulaciones posteriores del chasis y por muelles de hojas tipo ballesta que están montados transversalmente entre las dos orugas.

Chasis o bastidor

Prácticamente no existe en los tractores a ruedas, ya que estos utilizan el mismo monobloque, la caja de embrague, y la caja de transmisión para absorber los golpes y las vibraciones, así como para soportar todo el peso del tractor. Se podría hablar de un semichasis, en todo caso, compuesto de vigas paralelas al motor y dispuestas a cada lado de éste.

El tractor de orugas posee un soporte para el tren móvil donde se montan los carriles para cada oruga. En la Fig. 7 puede apreciarse este mecanismo.

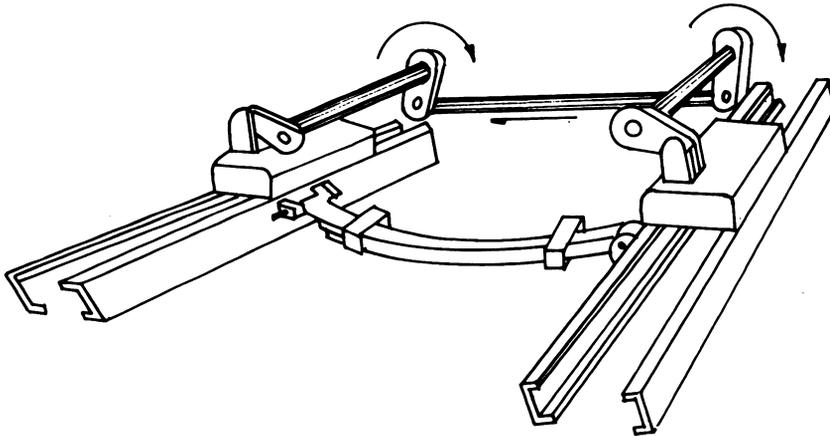


Fig. 7. Marco de tren móvil (chasis) de un tractor de orugas tipo oscilante.

La polea

Parte cilíndrica y giratoria, montada al lado derecho o en la parte posterior del tractor que tiene por objeto proporcionar movimiento y

fuerza para propulsar máquinas estacionarias y algunos tipos de sembradoras. La velocidad de giro es variable y depende de la aceleración del motor. La fuerza y movimiento la transmite una faja de lona rencauchada en capas con jebe resistente y flexible.

El eje de toma de fuerza

Es un eje que normalmente está montado en la parte posterior del tractor; hay también de montaje delantero y de montaje medio inferior. Su función es proporcionar fuerza y movimiento a máquinas conducidas que pueden ser estacionarias o remolcadas por el tractor. Los tractores modernos vienen equipados con ejes de toma de fuerza (P.T.O.) de 540 R.P.M. y 1000 R.P.M. Estos pueden ser de accionamiento independiente de la velocidad de desplazamiento del tractor o proporcional a la misma. Este eje se utiliza en cosechadoras, embaldadoras de forraje, segadoras de pasto, rastrillos de descarga lateral, y otros.

Barra de tiro

Es la parte posterior del tractor y sirve para enganchar: máquinas de tiro o de remolque, máquinas de montaje semiintegral, máquinas de montaje integral, la barra portaherramientas para operar ciertos tipos de máquinas, y herramientas agrícolas.

Placas de empuje

Algunas máquinas industriales tienen que ser empujadas por tractores para que realicen sus labores, tales como: las traillas, que son máquinas rodantes. Por esto los tractores deben estar dotados de una placa de acero, fuerte, que les permita realizar dicha operación. Estas placas se colocan con pernos a la parte delantera del tractor y pueden ser retiradas si no se usan.

CAPITULO 2

MOTORES

GENERALIDADES

Los motores que se utilizan en los tractores y en otros vehículos son de combustión interna, es decir, la mezcla carburante se quema dentro del cilindro para producir trabajo mecánico. La energía primaria es la química, la cual está contenida en forma potencial en el combustible. La combustión del combustible y del aire es originada por una chispa eléctrica en los motores a gasolina, a queroseno y a gas, o por autocombustión, en los motores Diesel. La gran cantidad de energía liberada por la combustión (energía calórica) ocasiona un gran aumento de presión dentro del cilindro, la que se utiliza para mover al pistón recíprocante de un motor convencional (Fig. 8) o el rotativo del motor Wankel (Fig. 9), el cual está en la fase de prueba en automóviles. El pistón realiza un movimiento recíprocante y comunica su movimiento al eje cigüeñal por intermedio de un brazo de conexión llamado biela. La biela efectúa el movimiento oscilante o basculante y el eje cigüeñal el movimiento rotatorio. Producido el movimiento rotatorio en el cigüeñal, éste queda a disposición de la transmisión y a otras partes del tractor por medio del sistema de embrague.

PARTES DEL MOTOR

A continuación se detallarán las partes generales de un motor a gasolina y en la Fig. 10 se da una lista de las piezas. Las partes especiales de los motores Diesel y otros también se indicarán en la misma relación.

Bujía

Es un artefacto eléctrico compuesto de dos electrodos separados entre los que salta una chispa eléctrica de alto voltaje (20.000 voltios más o menos). Esta chispa origina la combustión de la mezcla carburante comprimida en la cámara de combustión. La bujía va enroscada

en la culata del motor y se usa en motores a gasolina, a queroseno y a gas.

Culata

Es una tapa superior del motor que se fabrica de fierro fundido; interiormente es hueca, es decir, tiene una cámara que contiene el agua de refrigeración. Además de contener a la bujía, aloja a las válvulas, cuando el motor es de válvulas a la culata o de cabeza. Contiene las guías de las válvulas, que por lo general, son cambiabiles. Por su parte inferior e interna presenta una superficie lisa o cóncava que junto con la parte superior del cilindro, y con la cabeza del pistón, forman la cámara de combustión. Lateralmente presenta orificios grandes que son los pasajes de mezcla carburante hacia las válvulas de admisión y orificios de escape que comunican con las válvulas de escape. Verticalmente presenta diversos orificios para los pernos que la sujetan con el "block".

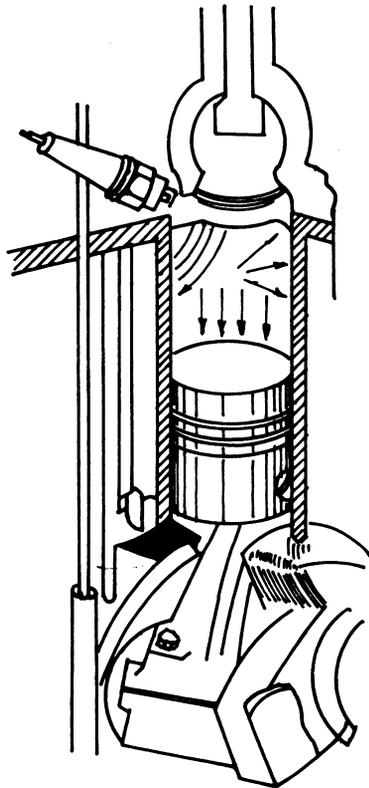


Fig. 8. Pistón recíprocante de un motor mostrando la aplicación de la presión sobre su superficie.

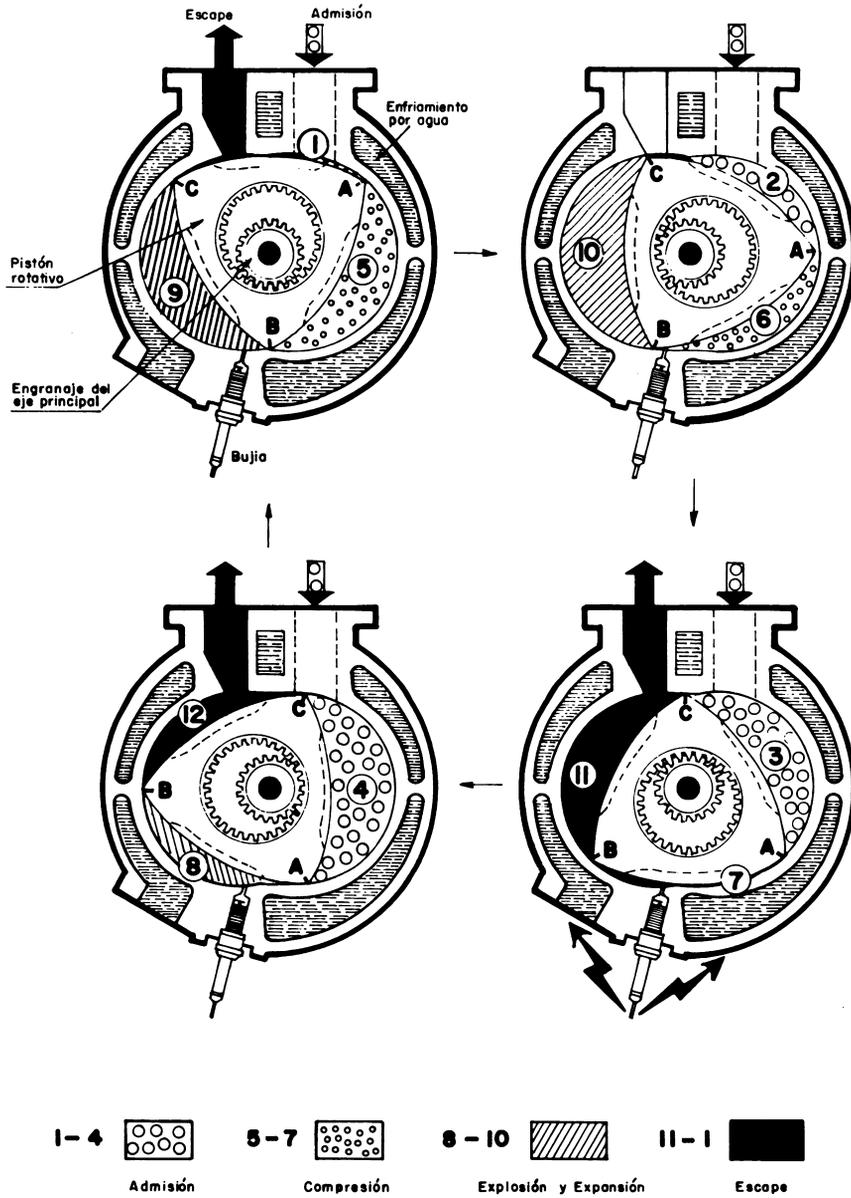


Fig. 9. Motor Wankel a gasolina. Ciclo.

Empaque para la culata

Está confeccionado con material de asbesto (Fig. 10 No. 11) el cual va cubierto con planchas de cobre o latón en sus partes superior e inferior. Este empaque sirve para realizar un ajuste hermético de la culata con el "monoblock". En algunos países como Perú, se fabrican estos empaques si se lleva la muestra.

"Block"

Es la parte estructural del motor que sirve para sostener y alojar las demás piezas que se describirán a continuación. Se fabrica de fierro fundido, igual que la culata, y tiene una cámara de agua interna que aloja al agua de refrigeración; también tiene comunicación con la cámara de agua de la culata. El "monoblock" contiene internamente a los cilindros, los pistones, la biela, el eje cigüeñal, el eje de levas, los engranajes de distribución, los buzos, las varillas y la red de lubricación. Externamente soporta a la bomba de agua, a la polea, al "carter" inferior, al sistema de embrague, al filtro de aceite, a la bomba de gasolina, al distribuidor, etc. El "monoblock" de los motores Diesel es más fuerte y pesado que los de gasolina.

"Carter" inferior

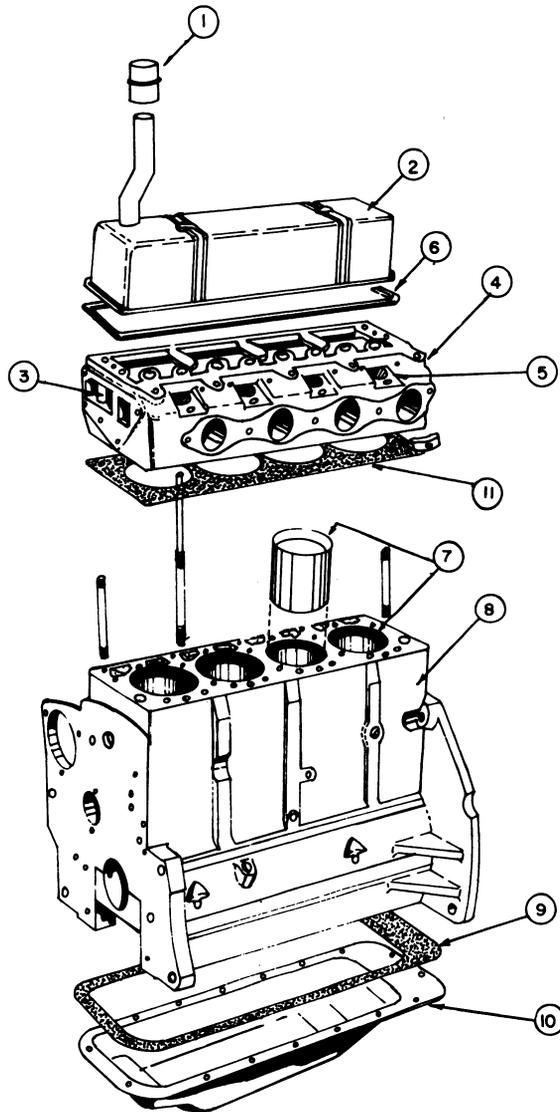
Esta pieza se llama simplemente "carter". Es la tapa inferior del motor que contiene aceite en los motores de cuatro tiempos y sirve de cámara de bombeo en los motores de gasolina de dos tiempos. Se fabrica de acero fundido, fierro fundido y también de aleaciones ligeras.

Pistón

Es una pieza cilíndrica hueca; se fabrica de fierro fundido o de una aleación de aluminio. Su diámetro externo es apenas ligeramente menor que el diámetro interno del cilindro donde se aloja (0,004" - 0,008"). El pistón posee 2 ó 3 ranuras donde se insertan los anillos de compresión o superiores (Fig. 10 No. 12) y 1 ó 2 ranuras inferiores donde se alojan los anillos aceiteros (Fig. 10 No. 13) que son los que controlan la lubricación del cilindro. Los anillos de compresión son sólidos y su función es la de realizar un buen ajuste entre el pistón y el cilindro.

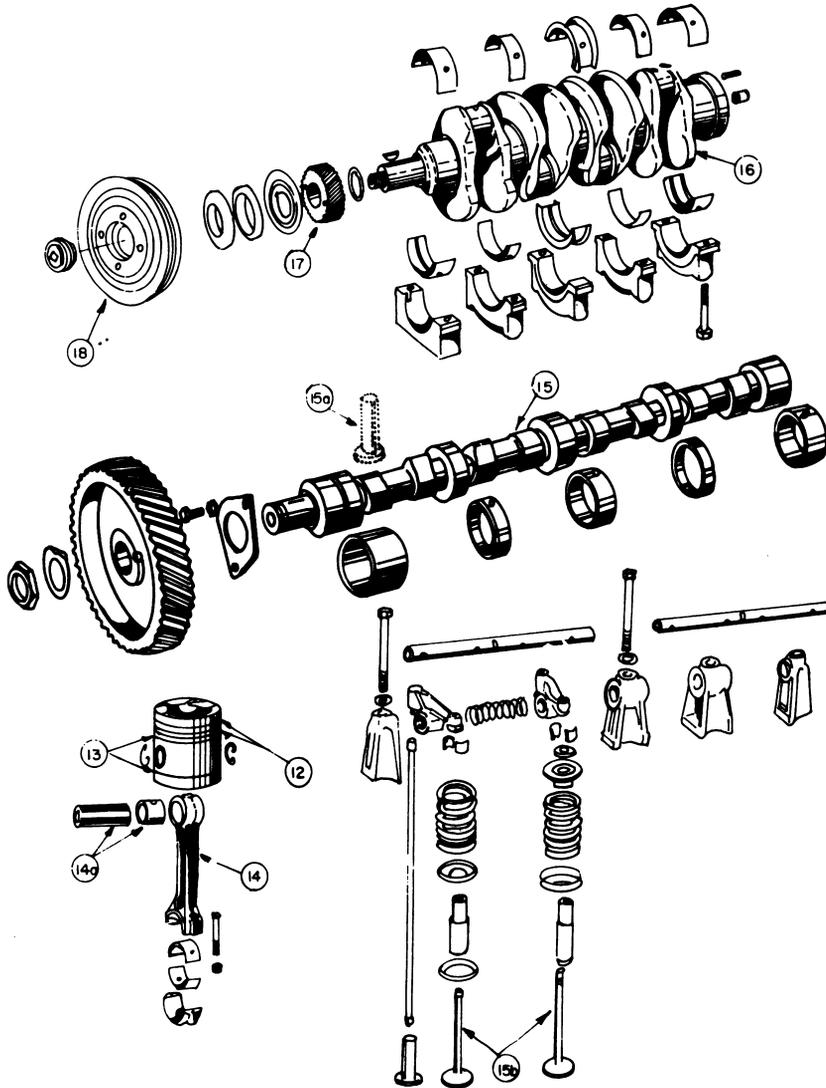
Los anillos aceiteros están provistos de ranuras u orificios en toda su periferia y por allí pasa el aceite que lubrica el cilindro internamente. El pistón posee orificios para que pase un pin de acero que conecta con la parte superior de la biela (articulación móvil).

La parte superior o cabeza es la que recibe toda la presión de la combustión (de 600 a 800 libras/pulg²), presión que produce el mo-



- | | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Tapa del respiradero | 7. Cilindro o camisa |
| 2. Tapa de la culata (válvulas) | 8. Block |
| 3. Cámara de agua | 9. Empaque del carter |
| 4. Culata o cabeza del cilindro | 10. Carter |
| 5. Orificios para las bujías | 11. Empaque de la culata |
| 6. Empaque de la tapa de las válvulas | |

Fig. 10. Partes básicas de un motor a gasolina (Case).



- 12. Anillos de compresión
- 13. Anillos aceiteros
- 14. Biela con sus cojinetes y tapa
- 14a. Pin y cojinete
- 15. Eje de levas con sus cojinetes y engranaje de sincronización

- 15a. Botadores
- 15b. Válvulas con varillas, sus guías, resortes, seguros, y ejes con balancines
- 16. Cigüeñal con sus cojinetes y tapas
- 17. Engranaje del cigüeñal
- 18. Polea del cigüeñal

Fig. 10. (Continuación)

vimiento del pistón alejándose de la cámara de combustión. El pistón recorre dentro del cilindro desde su punto más alto (Punto Muerto Superior) o P.M.S., hasta su posición más baja (Punto Muerto Inferior) o P.M.I.; dicha distancia se denomina carrera. La carrera del pistón, el área del pistón, la presión media de la combustión y la velocidad de giro del eje cigüeñal determinan la potencia del motor, como se verá más adelante.

Los pistones de los motores Diesel tienen cavidades en la cabeza para producir turbulencia de aire durante el tiempo de compresión.

Los pistones de los motores de gasolina de dos tiempos tienen una prominencia para empujar los gases quemados.

Cilindro

Es una pieza cilíndrica contenida en el "monoblock". Se fabrica de hierro fundido maquinado y pulimentado. Su función es la de alojar al pistón para que se realicen los tiempos del ciclo. El cilindro puede ser parte de la misma fundición del "monoblock", en cuyo caso se llama simplemente cilindro. También se fabrica aparte otro tipo de cilindro que se denomina camiseta (Fig. 10 No. 7), siendo la camiseta más versátil que el cilindro, en mantenimiento y reparación. La luz entre el cilindro y el pistón varía de 0,005" a 0,008" y permite la dilatación.

Biela

Es una pieza de acero forjado (Fig. 10 No. 14) que sirve para conectar el pin del pistón (Fig. 10 No. 14) con el codo del eje cigüeñal. En su extremo superior tiene un orificio pequeño que contiene una bocina de bronce (Fig. 10 No. 14a.) la que ajusta en el pin del pistón. En el extremo inferior tiene un orificio grande que contiene las dos mitades del cojinete de metal blando o "Babbitt"; estos casquillos o cojinetes de fricción se ajustan en el codo del cigüeñal con una luz de 0,002" a 0,004", que sirve para la dilatación y la circulación del aceite de lubricación.

La biela puede tener un canal longitudinal interno el que abastece de aceite a presión al cilindro a través de los pequeños orificios transversales que contiene.

Eje cigüeñal

Es un eje de aleaciones de acero (Fig. 10 No. 16) muy resistente y capaz de absorber las reacciones propias ocasionados por el torque producido en cada explosión y transmitido por cada biela.

Posee un centro de giro llamado "bancada" y tiene un codo por cada cilindro, llamado excéntrica o manivela. La bancada soporta al cigüeñal en sus respectivos cojinetes de metal blando. El codo es

conectado con la respectiva biela. La luz entre los metales y la bancada es del orden de 0,002" a 0,004".

El eje cigüeñal está perforado internamente para permitir el pasaje del aceite a presión hacia los metales de las bielas. En la parte anterior se conecta con un engranaje de sincronización (Fig. 10 No. 17). En la parte posterior va acoplada a la volante.

Eje de levas

Es un eje de acero (Fig. 10 No. 15) montado en forma paralela al cigüeñal, tiene de 4 a 6 asientos o soportes de giro con sus cojinetes, generalmente maquinados en la misma fundición del "monoblock".

Posee dos levas o lóbulos por cada cilindro del motor; estas levas están dispuestas aproximadamente a 90° entre sí y su función es levantar a los botadores, los levantaválvulas o los buzos, para que éstos, a su vez, operen a las válvulas. En la parte delantera tiene un engranaje o piñón de distribución donde existe una marca que se utiliza en el armado del motor de tal forma que coincida con la marca del engranaje del eje cigüeñal y garantice la sincronización del movimiento del pistón con el de las válvulas.

Los motores de dos tiempos (Diesel y a gasolina) no poseen eje de levas, ya que operan sin válvulas, como se explicará más adelante.

Botadores o buzos

Son piezas cilíndricas (Fig. 10 No. 15a), pequeñas, sólidas de acero, que van colocadas sobre cada leva del eje de levas; en esta forma se someten a movimientos recíprocos verticales que son transmitidos a las válvulas. Los botadores pueden contener aceite a presión, en cuyo caso, se llaman hidráulicos; son de funcionamiento muy suave y silencioso.

Válvulas

Son piezas de acero en forma de sombrillas (Fig. 10 No. 15b) cuya función es abrir y cerrar los pasajes de admisión y escape de la cámara de combustión de los motores de cuatro tiempos. Sus partes son: la cola, el vástago y la cabeza; esta última parte es la que efectúa la acción de apertura y cierre en sus respectivos asientos. Si las válvulas operan en la culata se llaman válvulas a la culata o de cabeza; si operan en el "block", son válvulas al "block" o laterales. Las primeras son más eficientes, se usan en motores modernos; las otras, son típicas de los motores antiguos o pequeños.

Las válvulas al "block" son operadas directamente por los botadores, y las válvulas a la culata son operadas por medio de unas varillas y unos balancines. Las válvulas de admisión tienen mayor diámetro que las de escape (esto referido a la cabeza de la válvula).

Algunos motores poseen válvulas con enfriamiento interno, por medio de sodio (Fig. 11). El sodio metálico se encuentra dentro del vástago, el que es hueco; el sodio funde a 100°C y en estado líquido es movido de arriba y hacia abajo dentro del vástago; absorbe calor, el cual transfiere al sistema de enfriamiento, lo que resulta en una mejor operación y una mayor duración.

Rotadores de válvulas

Son artefactos mecánicos (Fig. 12) que someten, en forma intermitente, a las válvulas al movimiento de rotación sobre sus ejes. Se utilizan en las válvulas de escape y con esto se evita la acumulación de carbón en la superficie del asiento de la válvula; en esta forma, la compresión en la cámara de combustión es óptima. Las válvulas de admisión no necesitan de los rotadores, en vista de que en los motores a gasolina solamente circula una mezcla de gasolina y aire alrededor de los asientos, y en los motores Diesel circula sólo aire, que no contamina con carbón, como sí sucede con las válvulas de escape. Estos rotadores se instalan en la cola de las válvulas y actúan al entrar en contacto con el balancín.

Resortes de válvulas

Como ya se indicó, las válvulas se abren por acción del eje de levas, el botador, la varilla y el balancín (válvulas a la culata), y por el eje de levas y el botador (válvulas al "block"); una vez cumplido el tiempo de apertura éstas deben cerrarse; esta acción la realiza un resorte fuerte que empuja a la válvula a la posición de cierre. Estos resortes son asegurados por varios medios, siendo el más común una huacha con cavidad para dos seguros tronco cónicos que se juntan en dos mitades en la ranura de la cola de la válvula (Fig. 13).

Asientos de las válvulas

Las cabezas de las válvulas deben cerrar o "asentar" en una superficie circular llamada asiento; éstos son generalmente cambiables (Fig. 14) y se introducen a presión en la culata o en el "block", según el tipo de válvula de que se trate.

Varillas de válvulas

Son piezas alargadas y delgadas, de acero, que hacen accionar un extremo del balancín para abrir la respectiva válvula. El botador o buzo levanta la varilla intermitentemente. Algunas veces éstas son perforadas en forma longitudinal para permitir la subida del aceite a presión y lubricar así los balancines y las colas de las válvulas con sus resortes.

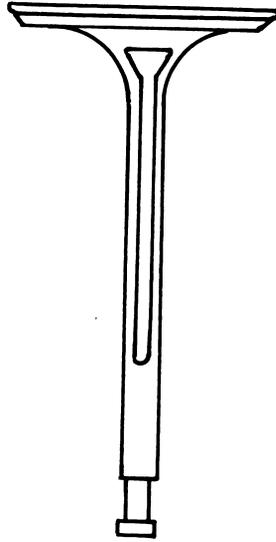


Fig. 11. Válvula enfriada con sodio.

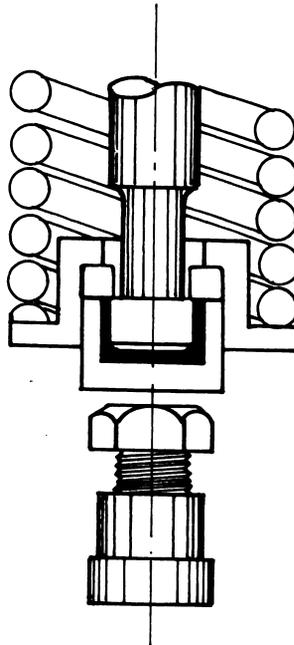


Fig. 12. Rotador de válvula tipo descompresor.

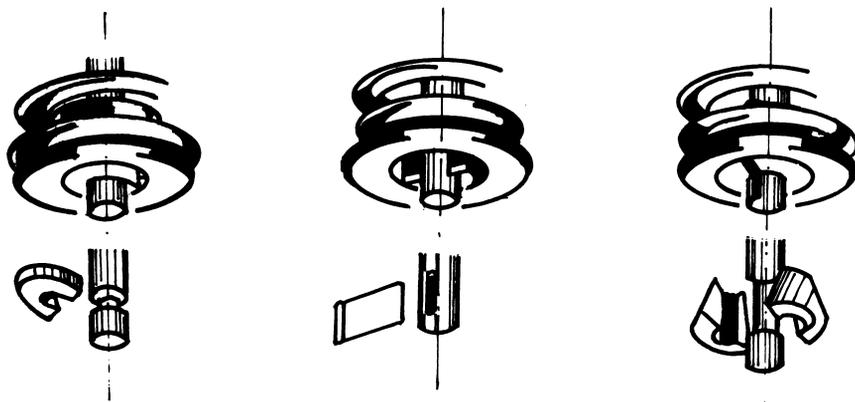


Fig. 13. Diferentes tipos de seguros de válvulas.

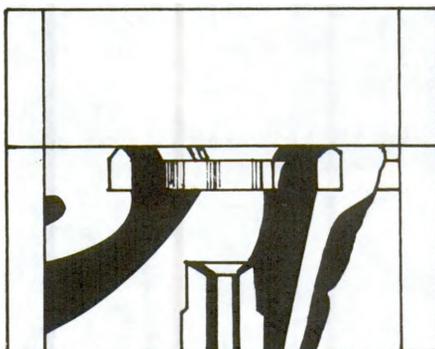


Fig. 14. Corte de un asiento de válvula.

Balancines

Son piezas de fierro fundido de forma especial, que actúan como palancas interapoyantes. Por un extremo reciben el empuje de la varilla y por el otro, realizan la presión sobre la cola de la válvula para permitir su apertura. El extremo que está en contacto con la varilla, tiene un tornillo de regulación para la luz de las válvulas; si el tornillo se enrosca, disminuye la luz y en caso contrario, la aumenta.

La luz de las válvulas permite la dilatación de todas las piezas del sistema (buzos, varillas, válvulas) sin alterar el instante de apertura y el cierre de las válvulas. Si no se tuviera esta luz al dilatarse dichas piezas con el calor, las válvulas quedarían abiertas y no cerrarían en sus asientos. En la descripción de la sincronización del sistema de distribución de válvulas se mencionó que ésta era complementada con esta regulación entre el balancín y la cola de la válvula. Generalmente se usa una luz entre 0,015" y 0,022", tomando en cuenta que

las válvulas de escape deben llevar mayor luz que las de admisión; la explicación es que las válvulas de escape dilatan más que las de admisión y por lo tanto, necesitan mayor luz.

La luz de las válvulas puede regularse en frío o en caliente. Si la regulación es en frío, la luz debe ser mayor que si se hace en caliente.

Los motores que tienen válvulas al "block" no poseen varillas ni balancines; la acción del botador se hace directamente sobre la cola de la válvula y en este caso, el tornillo de regulación está incorporado en la parte superior del botador (Fig. 15).

La volante

Es una rueda maciza y pesada que va montada en la parte posterior del eje cigüeñal (Fig. 16). Cumple varias funciones y entre ellas, aloja en su cara posterior, al sistema de embrague. En su periferia tiene un engranaje anular o cremallera que sirve para iniciar el movimiento del motor al accionar el arrancador eléctrico.

En su cara lateral tiene marcas de giro graduadas en grados. Estas marcas están referidas a la posición del pistón y se utilizan para la regulación de la luz de las válvulas, para la sincronización del encendido (chispa), la sincronización de la inyección de combustible y para el control del instante de apertura de las válvulas (adelantos). Acumula energía para entregarla a los pistones cuando éstos se encuentran realizando viajes muertos, es decir, cuando sube en compresión y escape y cuando baja en admisión.

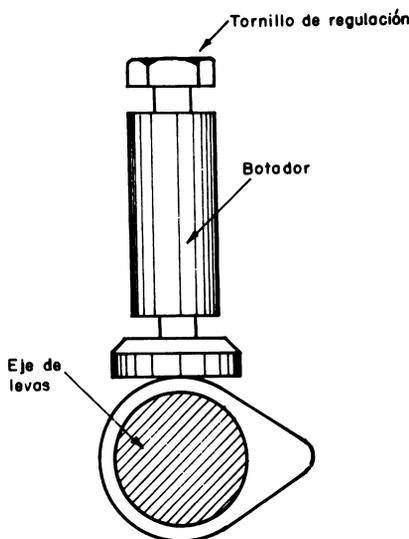


Fig. 15. Tornillo de regulación.

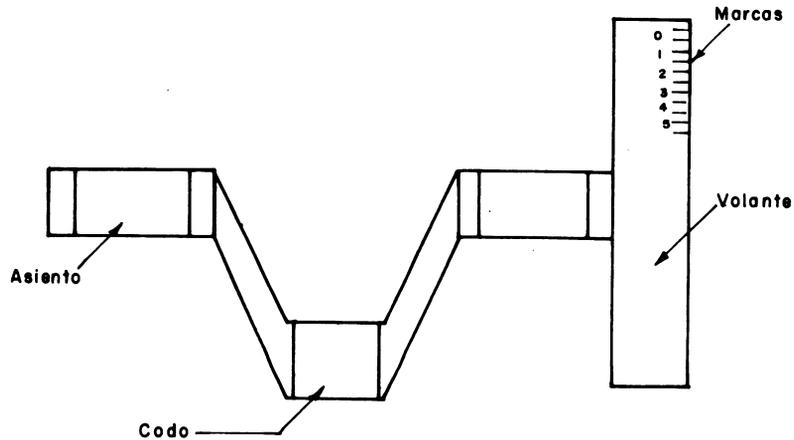


Fig. 16. Volante del cigüeñal

La volante también interviene en la disminución o en la absorción de las vibraciones del motor. Mientras el motor tenga mayor número de cilindros, la volante será menos pesada proporcionalmente, ya que las combustiones son más cercanas unas de otras (alternancia). En cambio, si el motor es de un solo cilindro, la volante recibe sólo un impulso durante la única combustión del ciclo y no lo hará de nuevo hasta pasados 540° que corresponden a tres tiempo improductivos del motor (escape, admisión y compresión). Por esta razón la volante es más grande y pesada, proporcionalmente, que la de un motor con más cilindros.

Polea del cigüeñal

Es una polea en "V", pequeña, montada en la parte delantera del cigüeñal. Provee de movimiento al generador y a la bomba de agua con el ventilador. En algunos tipos de motores la polea tiene las marcas de sincronización.

Respiradero

Es una tapa que contiene una malla fina de alambre y sirve para el intercambio gaseoso del "carter" y de la caja de válvulas con el medio ambiente. También sirve para mantener la presión de una atmósfera dentro de esos compartimientos. Generalmente se usa para rellenar o cambiar el aceite del motor, por lo que puede estar ubicado a un costado del "block" o en la tapa de las válvulas. Es común también encontrar una comunicación entre la caja de las válvulas y el carburador o múltiple de admisión, para aprovechar los vapores de aceite e incluirlos en la combustión del motor.

CAPITULO 3

TIPOS DE MOTORES

En este Capítulo se exponen los diferentes tipos de motores, según sus características. Todos los motores de los tractores, los motores estacionarios y los motores de otros vehículos autopropulsados son de combustión interna.

CLASIFICACION DE LOS MOTORES

Por el sistema de enfriamiento

De acuerdo a esta característica, los motores pueden ser enfriados por agua y por aire. Los primeros poseen una cámara interna para alojar al agua de refrigeración. Esta cámara o chaqueta de agua rodea a los cilindros y se comunica con la cámara de la culata por medio de orificios que junto con los empaques de la culata, forman pasajes de cierre hermético. El agua es forzada por medio de una bomba y circula de abajo hacia arriba (en el motor) para pasar por una manguera al radiador donde la circulación es de arriba hacia abajo. En el radiador se transfiere el calor por convección, conducción y radiación, que es acelerada por una corriente de aire producida por el ventilador. El agua retorna al "block" nuevamente con una temperatura controlada; en el control de la temperatura interviene activamente un termostato de apertura y de cierre automático.

El enfriamiento por aire se realiza por medio de aletas de enfriamiento que rodean externamente al cilindro y a la culata (Fig. 17). Esta acción es reforzada por un ventilador o turbina que está montado en la misma volante del cigüeñal. Algún tipo de artefacto controla la temperatura, y así se tiene un termostato en la línea de aire, una cortina o un deflector que controla el flujo de aire. Algunos de ellos son de control automático.

Por el tipo de combustible

Pueden ser: motores de gasolina, de combustible Diesel, de queroseno y de gas. Los motores a gasolina funcionan realizando la com-

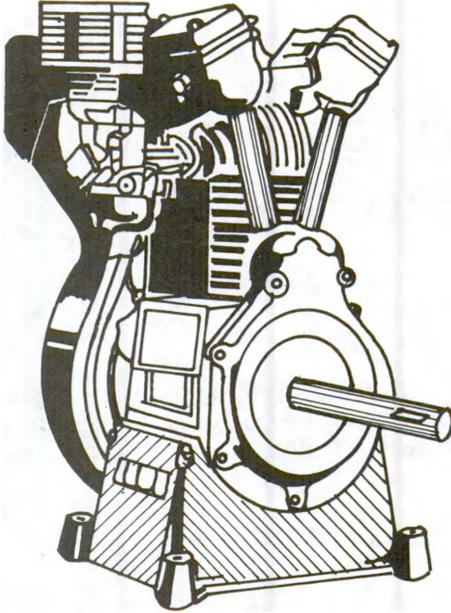


Fig. 17. Motor enfriado por aire.

bustión de una mezcla de gasolina y aire en proporciones casi estables (1 a 15). La relación de compresión del cilindro es alrededor de 1 a 8.

Los motores Diesel lo hacen comprimiendo aire en el cilindro y al finalizar la carrera de compresión se inyecta combustible atomizado el que se quema en presencia del aire comprimido; la temperatura que se alcanza por alta compresión es de 600°C , y es la que produce el autoencendido. La relación de compresión es alrededor de 1 a 16.

Los motores a queroseno tienen el mismo principio de funcionamiento que los de gasolina, con la diferencia que la compresión en el cilindro es algo menor, siendo la relación de compresión de 1 a 5 más o menos. Estos motores poseen dos tanques, uno para queroseno, de mayor capacidad, y otro de gasolina, pequeño, que sólo se utiliza para el arranque y el apagado. El sistema de calentamiento del carburador es más riguroso que el de gasolina con el objeto de vaporizar mejor la mezcla de aire y de queroseno. Los motores a gas funcionan introduciendo gas propano y butano al cilindro, a cierta presión, la que es controlada por reguladores especiales. El combustible es gas licuado, el que es mantenido a presión dentro del tanque, que es de cierre hermético. Estos tractores no se utilizan mayormente en América Latina por problemas en el abastecimiento del combustible.

Por los ciclos

Los motores pueden desarrollar su ciclo completo de las siguientes maneras:

Ciclo de gasolina de dos tiempos. El cigüeñal gira solamente una vuelta, correspondiente a dos viajes del pistón. Durante esta vuelta se realizan las cuatro fases del ciclo: admisión, compresión, explosión y escape. La lubricación se lleva a cabo por una mezcla de gasolina y de aceite en una proporción de 1 a 20. Este motor no tiene válvulas.

Ciclo Diesel de dos tiempos. El motor también completa su ciclo en una sola vuelta del cigüeñal, o sea, en dos viajes del pistón. La alimentación de aire se realiza por medio de un supercargador impulsado por los gases de escape. La lubricación es a presión y no se realiza ninguna mezcla de combustible con el aceite, como en el caso anterior. Este motor no tiene válvulas.

Ciclo de gasolina de cuatro tiempos. El cigüeñal tiene que realizar dos vueltas, lo que equivale a cuatro viajes del pistón. Los tiempos son bien definidos. Este tipo de motor no puede arrancar hacia la izquierda, ya que las válvulas invierten su funcionamiento. La lubricación es forzada y posee bomba de aceite. El motor tiene válvulas de admisión y de escape.

Ciclo Diesel de cuatro tiempos. El cigüeñal tiene que realizar también dos vueltas o cuatro viajes del pistón para completar el ciclo. Los tiempos son bien definidos. El motor puede arrancar hacia la izquierda accidentalmente.

Por el arreglo de las válvulas

Los motores pueden tener: válvulas a la culata, válvulas al "block" y mixtos.

El primer tipo presenta la característica de tener las válvulas montadas en la culata, posee botadores, varillas y balancines (Fig. 18). El segundo tipo, tiene las válvulas montadas en el "block", al costado de los cilindros, no tiene ni varillas ni balancines (Fig. 19). El tercer tipo tiene una válvula en la culata y la otra en el "block" (Fig. 20).

Por la disposición de los cilindros

Los motores pueden clasificarse en:

Línea vertical (Fig. 21). Los cilindros están ubicados uno detrás de otro, alineados y trabajan verticalmente.

Línea y oblicuos (Fig. 22). Es el mismo motor anterior con la única diferencia que el motor se coloca oblicuamente.

"V" (Fig. 23). Los cilindros están ubicados a 90° , unos a la izquierda y los otros a la derecha; su característica principal es que son más cortos que su similar en línea. Son más bajos y compactos.

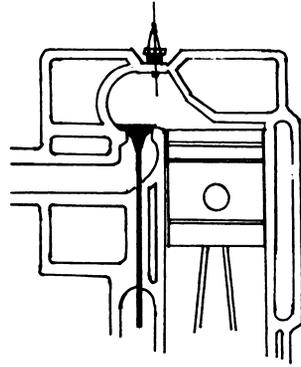
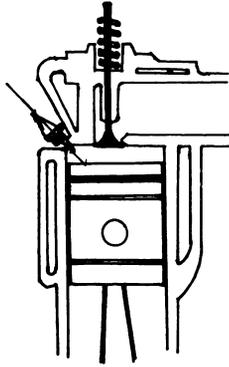


Fig. 18. Válvulas a la culata o de cabeza. Fig. 19. Válvulas al "block" o laterales.

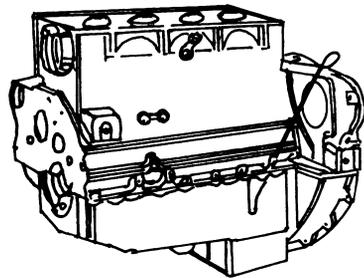
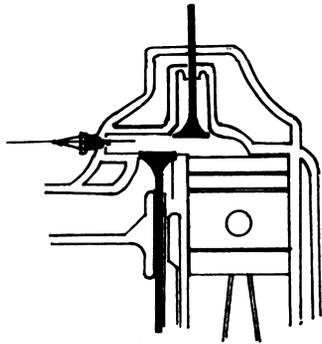


Fig. 20. Válvulas al "Block" y a la culata.

Fig. 21. Motor en línea vertical.

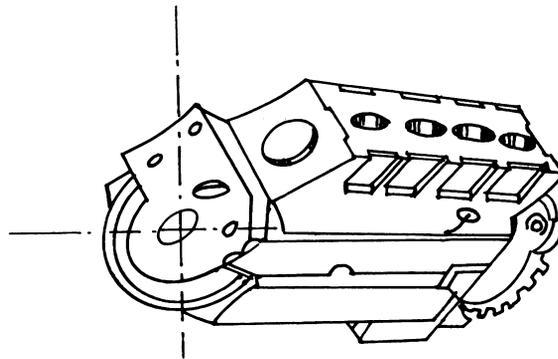


Fig. 22. Motor en línea oblicuo.

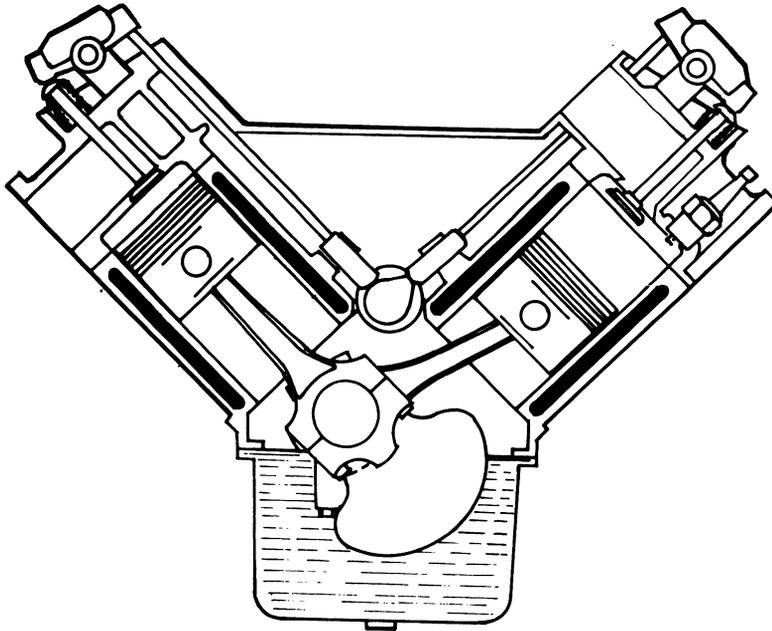


Fig. 23. Motor en "V".

Cilindros opuestos (Fig. 24). Los cilindros están ubicados horizontalmente, unos frente a otros.

Los motores más utilizados en tractores y máquinas agrícolas autopulsadas son: a) en línea vertical de 2, 3, 4 y 6 cilindros; b) el de cilindros opuestos.

Por la compresión

Motores de baja compresión (motores a queroseno); de mediana compresión (motores a gasolina); y de alta compresión (motores Diesel).

Por el encendido

Motores de: autocombustión, que son los Diesel; y motores a chispa eléctrica, son los de gasolina, los de queroseno y los de gas.

Por la velocidad de giro

Los motores de baja velocidad son los de los tractores y de los motores estacionarios. Su régimen está alrededor de 2000 R.P.M. Los motores de alta velocidad son los de otros vehículos y de algunos que

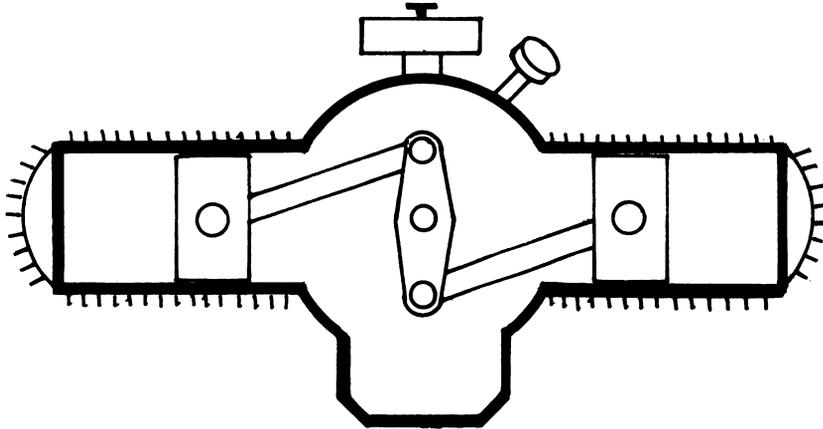


Fig. 24. Cilindros opuestos.

se emplean en equipos agrícolas, como por ejemplo: las motosierras, las asperjadoras motorizadas. Su régimen es superior a las 2000 R.P.M.

Por el tipo de pistón

Los motores a pistón recíprocante (Fig. 8) son los más usados en la actualidad.

Los motores a pistón, rotativos o Wankel (Fig. 9), se utilizan todavía en pequeña escala. El pistón es triangular y giratorio.

CAPITULO 4

FUNCIONAMIENTO DE LOS MOTORES GRAFICAS Y MEDICIONES

Al conocer las partes generales de los motores, sus funciones, sus conexiones, así como las fases del ciclo, es fácil comprender el funcionamiento de cada uno de los tipos de motores descritos en los capítulos anteriores.

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA DE DOS TIEMPOS

Explicación del funcionamiento

En la Fig. 25 se presenta un motor de dos tiempos a gasolina, de un cilindro, seccionado longitudinalmente. En ella se puede notar una serie de características particulares, así: la cabeza del pistón (parte superior) presenta una protuberancia llamada deflector, su función es dirigir la corriente de mezcla carburante hacia la parte superior de combustión, con el objeto de realizar una buena limpieza del cilindro. Si por error en el armado, esta prominencia quedara al lado de los orificios de escape y admisión, el motor funcionará, pero no alcanzará la potencia estipulada, pues parte del humo de la combustión quedaría en la cámara, con lo que baja el poder de explosión y disminuye la presión media resultante. Este deflector deberá estar siempre al lado del tubo de carga del cilindro.

En esta misma Figura se observa también que el cilindro posee orificios llamados lumbreras; éstos son tres: orificio y tubo de escape (el más alto de la derecha); orificio y tubo de admisión al "carter" (debajo del anterior); orificio y tubo de carga del cilindro (lado izquierdo), que son conductos que cumplen la función que indica su nombre.

El motor no tiene válvulas de admisión ni de escape, ni eje de levas, ni buzos, ni varillas, ni balancines.

El "carter" no contiene aceite de lubricación, y sirve solamente como cámara para comprimir la mezcla, acción que la hace subir por el tubo de carga al cilindro.

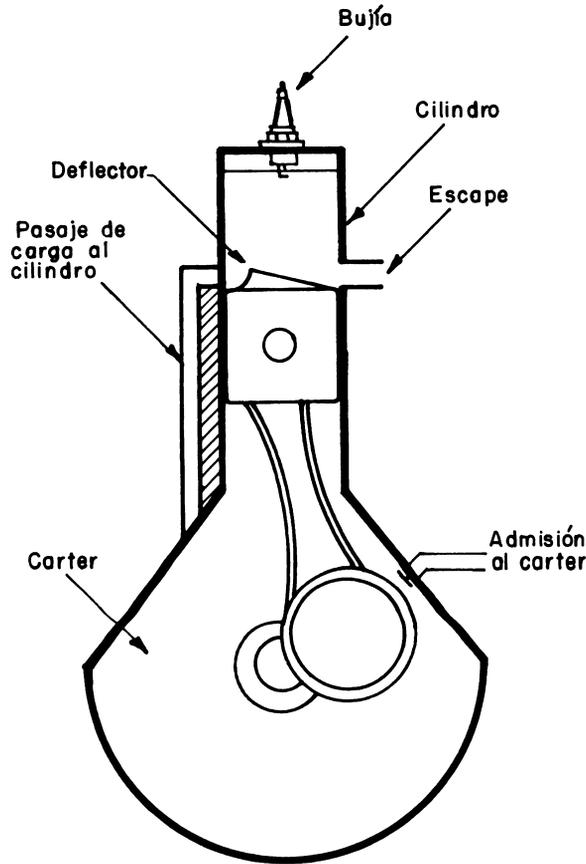


Fig. 25. Motor a gasolina de dos tiempos.

Los cuatro tiempos: admisión, compresión, explosión y escape, se realizan en forma combinada en los dos movimientos del pistón; no existen tiempos definidos, y por tanto se describirá a continuación, un viaje de bajada del pistón y otro de subida.

Bajada del pistón

El pistón baja debido a la expansión de los gases y al aumento de la presión resultante. Conforme baja el pistón la presión disminuye hasta que la cabeza del pistón descubre el orificio y el tubo de escape. Debido a la presión remanente, el humo sale por dicho tubo al exterior y con esta función queda realizado el tiempo de escape.

Un instante después, el orificio de carga al cilindro es descubierto y la mezcla carburante ingresa a la parte superior del cilindro. Se

realiza así el tiempo de admisión. La mezcla ayudará a desalojar al humo que no logró salir por propia presión; en estas circunstancias se realiza el "barrido", donde se pierde gasolina junto con el humo de escape. La subida de la mezcla del "carter" al cilindro se realiza por la disminución del volumen del "carter", lo que resulta en la misma bajada del pistón, elevándose la presión en el "carter".

Subida del pistón

Al alcanzar el pistón el P.M.I. se obtiene la carga máxima de mezcla en la parte superior del cilindro.

Durante la subida, el pistón cierra el tubo de carga, luego el de escape y comienza la compresión. Al final de este tiempo, salta la chispa en la bujía, para iniciar otra combustión. Si se observa el "carter", se notará que a medida que sube el pistón, el volumen del "carter" aumenta y disminuye la presión en este compartimiento, lo que aumenta el vacío que permitirá el ingreso de la mezcla del carburador hacia el "carter".

En esta forma se cumplen las cuatro fases del ciclo; el cigüeñal ha dado una sola vuelta y el pistón ha realizado dos viajes.

La potencia que produce este motor (teóricamente), comparado con un equivalente de cuatro tiempos, es el doble. Lamentablemente, no llega a duplicarse en la práctica por diferentes motivos, entre éstos: el cilindro no se limpia completamente en el "barrido", la carga al cilindro no es tan eficiente como en el de cuatro tiempos, el tiempo que queda abierta la lumbrera de admisión es menor que en el motor de cuatro tiempos, parte de la potencia se utiliza para comprimir la mezcla en el "carter". El motor de dos tiempos se utiliza principalmente para implementos motorizados, motores estacionarios, asperjadoras de mochila, microtractores, motocultores, motosierras, y otros.

Como se indicó en capítulos anteriores, la lubricación se realiza por mezcla de aceite y gasolina en el tanque. Una parte de aceite debe mezclarse con veinte partes de gasolina. Esta mezcla se dosifica después con aire en el carburador (una parte de mezcla por 15 partes de aire). Al ingresar al "carter" esta triple mezcla se somete a compresiones, centrifugaciones y calor, lo que permite la separación del aceite, el que cubre todas las partes móviles, cojinetes, pistón, cilindro, etc.

Cálculo de la potencia

Para calcular la potencia de un motor de dos tiempos se aplicarán las siguientes fórmulas:

Sistema métrico

$$\text{H.P.I.} = \frac{PLANV}{60 \times 75}$$

- H.P.I. = Potencia indicada
 P = Presión media de combustión en Kg/cm²
 L = Longitud de la carrera del pistón en m
 A = Area de la base del cilindro en cm²
 N = Número de cilindros del motor
 V = Velocidad de giro del cigüeñal en R.P.M.

Sistema inglés

$$\text{H.P.I.} = \frac{PLANV}{33000}$$

- H.P.I. = Potencia indicada
 P = Presión media de combustión en libras/pulg²
 L = Longitud de la carrera del pistón en pies
 A = Area de la base del cilindro en pulg²
 N = Número de cilindros del motor
 V = Velocidad de giro del cigüeñal en R.P.M.

Las dos fórmulas expuestas determinan la potencia indicada. Esta potencia que se desarrolla en el cilindro es algo superior a la potencia en la volante, ya que no se ha tomado en cuenta las pérdidas por fricción.

Sistema métrico

$$\text{H.P.B.} = \frac{2\pi TV}{60 \times 75}$$

- H.P.B. = Potencia al freno o en la volante
 T = Torque en el cigüeñal en m.Kg
 V = Velocidad de giro del cigüeñal en R.P.M.

Sistema inglés

$$\text{H.P.B.} = \frac{2\pi TV}{33000}$$

- H.P.B. = Potencia al freno
 T = Torque en el cigüeñal en libras.pie
 V = Velocidad de giro en R.P.M.

Las dos últimas fórmulas permiten calcular la potencia al freno o efectiva, que si está disponible para su uso en la volante del motor.

La diferencia entre ambas potencias dá la potencia que se pierde por fricción en los cojinetes, en los pistones y cilindros, en el calor, etc.

$$\text{H.P.I.} - \text{H.P.B.} = \text{H.P.Fr.}$$

Fr = Potencia de pérdida por fricción.

Relación entre potencias H.P. (caballo de fuerza) y C.V. (caballo vapor); ésta es:

$$1 \text{ H.P.} = 1.014 \text{ CV.}$$

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE DOS TIEMPOS

Este tipo de motor (Fig. 26) presenta las siguientes características:

1. En la culata lleva empernado un inyector;
2. la compresión que se obtiene en la cámara de combustión es mucho mayor que el de gasolina (aproximadamente el doble);
3. la carga de aire se realiza por un compresor rotativo o supercargador, el cual se opera por los gases de escape;
4. el cilindro posee orificios de entrada de aire y de salida de los gases de escape;
5. el ciclo lo realiza en una vuelta del cigüeñal, o sea, en dos viajes del pistón;
6. el "carter" sirve como depósito de aceite para la lubricación.

EXPLICACION DE LA OPERACION DE UN MOTOR DIESEL

Bajada del pistón

La bajada del pistón se realiza por la combustión del combustible en forma espontánea (autoencendido). Una vez producido el tiempo motriz o de expansión, el pistón descubre la abertura de escape y al igual que en el motor de gasolina, los gases de escape salen por el tubo respectivo al exterior. Un instante después, el pistón descubre el orificio de entrada de aire, el que está conectado al supercargador. En esa forma se realiza la limpieza o "barrido" y el ingreso de aire o admisión.

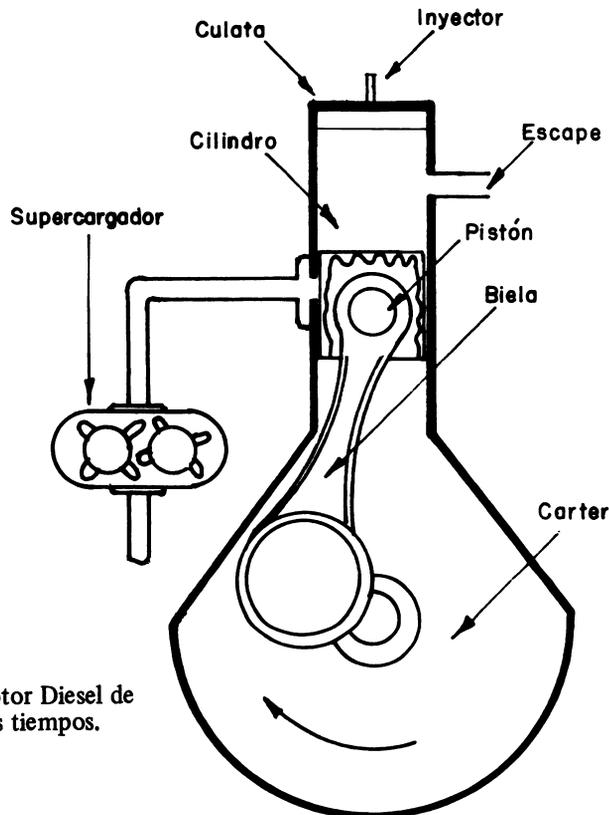


Fig. 26. Motor Diesel de dos tiempos.

Subida del pistón

Con el impulso o inercia que sufre el pistón al presionarse violentamente hacia abajo, éste sube, primero para realizar el cierre de la entrada de aire y luego el escape para comprimir el aire; es decir, la compresión se realiza en la cámara de combustión.

Con el objeto de obtener una mejor mezcla de combustible y de aire, el pistón tiene salientes o cavidades (Fig. 27) en su superficie superior, lo que permite que el aire circule en ciclón durante la compresión. En vista del alto índice de compresión (1 al 16) la presión se eleva arriba de 300 libras/pulg², lo que origina el aumento de la temperatura del aire comprimido a 1000° F (más o menos 500° C), al finalizar la carrera de compresión. Esta alta temperatura es suficiente para que el combustible pulverizado y vaporizado que se inyecta al cilindro, se mezcle con el aire caliente y se produzca la autocombustión o autoencendido, sin necesidad de ninguna chispa.

A diferencia del motor a gasolina, el Diesel de dos tiempos descrito no pierde combustible en el "barrido", solamente aire, que ingresa por el supercargador.

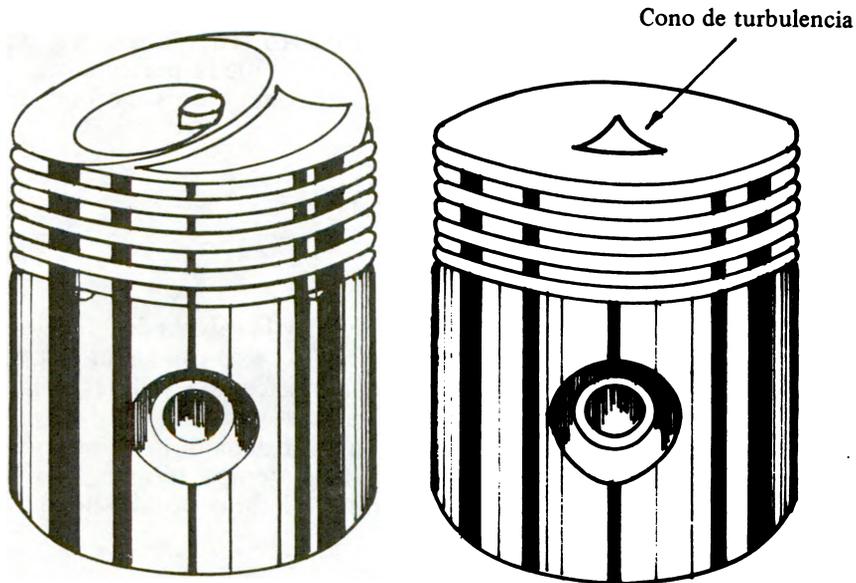


Fig. 27. Pistón de motor Diesel mostrando prominencia y cavidades en la cabeza.

Cálculo de la potencia

Se utilizan las cuatro fórmulas propuestas para el motor de gasolina de dos tiempos, descrito anteriormente, en este mismo capítulo.

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DE GASOLINA DE CUATRO TIEMPOS

Este tipo de motor (Fig. 28) tiene las siguientes características:

1. El encendido es por chispa eléctrica de alto voltaje;
2. la cámara de combustión tiene tal volumen que durante la compresión la presión sube a 120 libras/pulg², aproximadamente (8 atmósferas);
3. la entrada de la mezcla carburante se realiza pasando por un conducto que es controlado por la válvula de admisión. La salida de los gases de escape se efectúa por un conducto que es controlado por la válvula de escape. Estas válvulas son abiertas y cerradas por los mecanismos explicados en el Capítulo 2;
4. el "carter" se utiliza para depósito de aceite; éste tiene sistemas de lubricación por presión forzada (con bomba) o por salpicadura, barboteo o neblina;

5. el cigüeñal efectúa dos vueltas completas para cumplir con el ciclo, es decir, que el pistón realiza cuatro viajes, dos de bajada y dos de subida. Cada tiempo del ciclo queda perfectamente definido y no existen superposiciones como en los motores de dos tiempos.

EXPLICACION DEL FUNCIONAMIENTO

Tiempo de admisión (Fig. 28a)

El pistón está en el punto muerto superior y la válvula de admisión comienza a abrirse. En su viaje hacia abajo, el pistón aumenta el volumen del cilindro y baja la presión atmosférica a 7 libras/pulg² aproximadamente. Como la presión atmosférica es de 14,7 libras/pulg², ingresará la mezcla del carburador debido a esta succión ocasionada por la caída de la presión. Este tiempo termina con el cierre de la válvula de admisión y el cilindro habrá quedado lleno de mezcla de aire y de gasolina.

Tiempo de compresión (Fig. 28b)

El pistón está en el punto muerto inferior como consecuencia del viaje anterior. Ambas válvulas están cerradas y continuarán en esta situación. El pistón sube comprimiendo la mezcla en la cámara de combustión. El volumen del cilindro se reduce, más o menos ocho veces, y por lo tanto, la presión sube aproximadamente en igual proporción (ocho atmósferas) o 120 libras/pulg². En estas circunstancias la mezcla estará altamente explosiva y fuertemente comprimida.

Tiempo de explosión (Fig. 28c)

El pistón está en el punto muerto superior; ambas válvulas están cerradas y se realiza el salto de la chispa entre los electrodos de la bujía. La mezcla combustiona violentamente y produce la elevación de la temperatura y el consiguiente aumento de la presión (alrededor de 600 libras/pulg²). Esta presión se desarrolla en la cámara de combustión, en todas direcciones, y con igual intensidad. Hacia arriba no ejerce ningún efecto, puesto que la culata soporta la presión por estar emperrada al "monoblock". A los lados hay una pequeña porción de la parte superior del cilindro que tampoco sufrirá ningún efecto. Sin embargo, hacia abajo se encuentra la cabeza del pistón, la que por tratarse de una pieza móvil, será movida muy rápidamente hacia abajo realizando el tiempo motriz o de trabajo mecánico. Este tiempo dura toda la carrera de la bajada del pistón y termina cuando éste se encuentre en el punto muerto inferior.

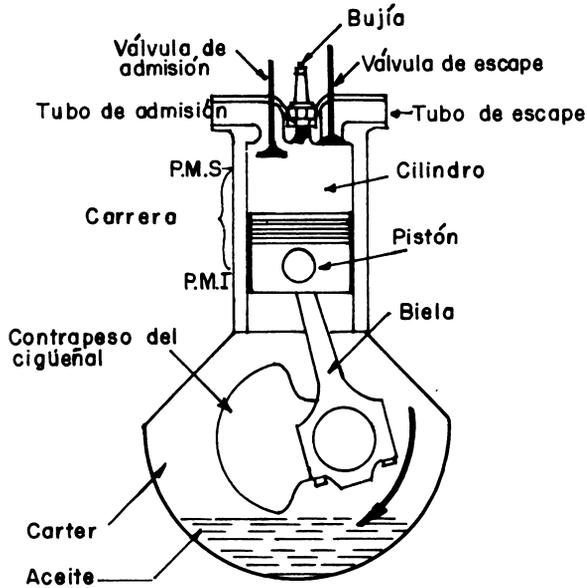


Fig. 28a. Admisión.

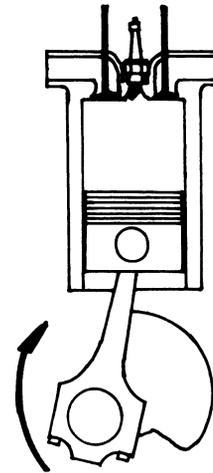


Fig. 28b. Compresión.

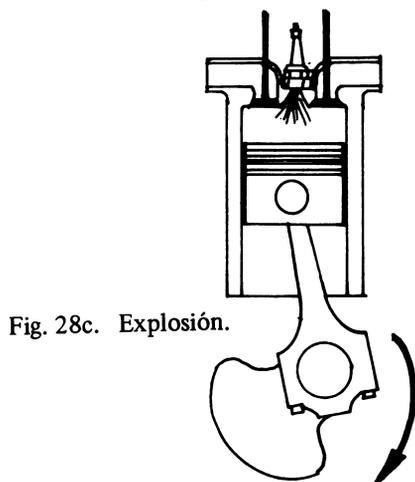


Fig. 28c. Explosión.

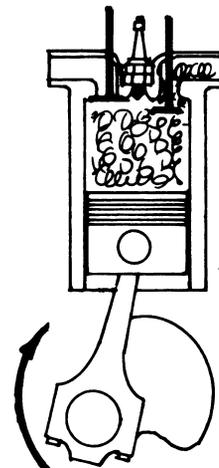


Fig. 28d. Escape.

Fig. 28. Motor a gasolina de cuatro tiempos

Tiempo de escape (Fig. 28d)

Se inicia con el pistón en el punto muerto inferior, luego la válvula de escape se abre y el pistón en su recorrido ascendente desaloja los gases del escape. Al finalizar este tiempo, el pistón queda en el punto muerto superior, el cilindro estará limpio y la válvula de admisión

comenzará a abrirse para iniciar nuevamente el ciclo con el tiempo de admisión.

Cálculo de potencia

Se emplearán las siguientes fórmulas:

$$\text{Sistema métrico:} \quad \text{H.P.I.} = \frac{\text{PLANV}}{60 \times 75 \times 2}$$

Las letras significan: potencia indicada, presión, carrera del pistón, área de la base del cilindro, número de cilindros, y velocidad de giro del cigüeñal, en iguales unidades que las usadas en motores de dos tiempos. La única diferencia con las fórmulas anteriores es que para motores de cuatro tiempos se utiliza en el denominador 2, ya que el cigüeñal necesita dos vueltas para completar el ciclo.

$$\text{Sistema inglés:} \quad \text{H.P.I.} = \frac{\text{PLANV}}{33000 \times 2}$$

$$\text{Sistema métrico:} \quad \text{H.P.B.} = \frac{2\pi TV}{60 \times 75}$$

$$\text{Sistema inglés:} \quad \text{H.P.B.} = \frac{2\pi TV}{33000}$$

Las letras tienen igual significado a las utilizadas en motores de dos tiempos.

FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR DIESEL DE CUATRO TIEMPOS

Las características principales de este tipo de motor (Fig. 29) son las siguientes:

1. la culata aloja al inyector que es la parte encargada de realizar la inyección oportuna del combustible pulverizado o atomizado;
2. la cámara de combustión es muy reducida en volumen, lo que origina que la compresión del aire sea bastante elevada (250 libras/pulg² aproximadamente);
3. el pistón posee salientes u otras formas que favorecen el giro del aire durante el tiempo de compresión, para obtener una mezcla uniforme con el combustible que ingresa por el inyector. Estas prominencias o cavidades son similares a la de los pistones del motor Diesel de dos tiempos ya explicado;

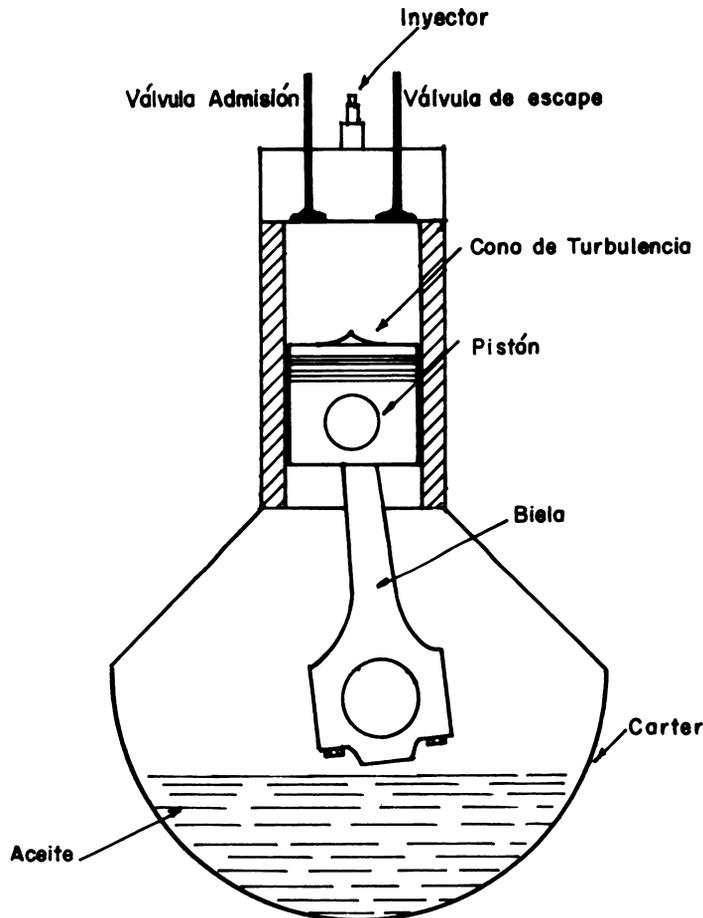


Fig. 29. Motor Diesel de cuatro tiempos.

4. posee válvulas de admisión y de escape, las que funcionan en igual forma que para el motor de gasolina de cuatro tiempos;
5. la combustión se realiza por autoencendido; es decir, que la temperatura, de aproximadamente 500°C , alcanzada al comprimirse el aire, es suficiente para que combustione el combustible y el aire mezclados.
6. por la válvula de admisión solamente ingresa aire al cilindro;
7. el "carter" es utilizado como depósito de aceite para la lubricación forzada con bomba;
8. el cigüeñal efectúa dos vueltas para completar los cuatro tiempos del ciclo;
9. los tiempos son perfectamente definidos como en el motor de gasolina de cuatro tiempos, ya estudiado.

EXPLICACION DEL FUNCIONAMIENTO

Tiempo de admisión

El pistón está en el punto muerto superior y la válvula de admisión comienza a abrirse. El pistón en su bajada aumenta el volumen del cilindro y baja la presión. Por la presión atmosférica ingresa el aire filtrado, salvo que el motor tenga supercargador, en cuyo caso el aire ingresará a mayor presión. Este tiempo termina con el cierre de la válvula de admisión, en que el cilindro ha quedado lleno de aire y el pistón está en el punto muerto inferior.

Tiempo de compresión

El pistón sube desde el punto muerto inferior hasta el punto muerto superior; ambas válvulas están cerradas y se realiza la compresión del aire por el pistón. El volumen de la cámara de compresión disminuye y la presión aumenta, en razón inversa, y alcanza de 20 a 30 atmósferas. En esta forma la temperatura aumenta hasta más o menos 500°C.

Tiempo de combustión

El pistón comienza a viajar del punto muerto superior al punto muerto inferior debido a la alta presión que se obtiene con la combustión del combustible mezclado con el aire. El combustible se distribuye a una presión de 300 a 400 atmósferas a través del inyector atomizador. La mezcla con el aire se favorece por la turbulencia que se obtiene del aire al ser éste comprimido por el pistón. Este tiempo es el motor o de expansión; ambas válvulas permanecen cerradas.

Tiempo de escape

El pistón sube del punto muerto inferior al punto muerto superior, igual al tiempo de escape del motor de gasolina. La válvula de escape se abre y el humo producido por la combustión es expulsado por el orificio y su respectivo tubo de escape.

En esta etapa el cilindro se encuentra limpio y listo para comenzar el ciclo nuevamente.

Cálculo de la potencia

Para calcular la potencia indicada y la potencia al freno se utilizan las mismas fórmulas del motor a gasolina de cuatro tiempos, descritas anteriormente en el aparte: cálculos de potencia.

GRAFICAS Y MEDICIONES

GRAFICAS DE POTENCIA, TORQUE Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La presentación de estas gráficas es con el objeto de ayudar al lector en su interpretación, ya que los folletos de ofertas de motores contienen dicha información graficada. Su aplicación práctica es indiscutible, sobre todo cuando se realiza un estudio comparativo entre dos o más motores, de tal manera que las comparaciones de potencia, torque y consumo son precisas e inmediatas.

Las gráficas (Fig. 30) presentan tres curvas: la superior, representa al H.P.B. (potencia al freno); la curva debajo de la anterior, es el torque desarrollado por el motor; y la curva inferior, indica el consumo de combustible. En esta figura se observa:

1. Que la potencia H.P.B. aumenta conforme aumentan las R.P.M. del cigüeñal hasta alcanzar un máximo de más o menos 7 H.P., correspondiente a 1900 R.P.M.,
2. que el torque o par motor o fuerza de giro del cigüeñal aumenta hasta alcanzar un máximo de más o menos 21 libras.pie y que este torque máximo es producido a 1400 R.P.M. del cigüeñal,
3. que pasadas las 1400 R.P.M., el torque comienza a disminuir; esto se debe a que la eficiencia de operación de las válvulas se hace menor a mayor velocidad. Es decir, que el tiempo que permanecen abiertas las válvulas no es suficiente para un buen llenado del cilindro ni para permitir el escape completo de los gases quemados; por lo tanto, la presión de la combustión y la respectiva fuerza sobre el pistón resulta cada vez menor mientras se aumenta la velocidad o la aceleración del motor.

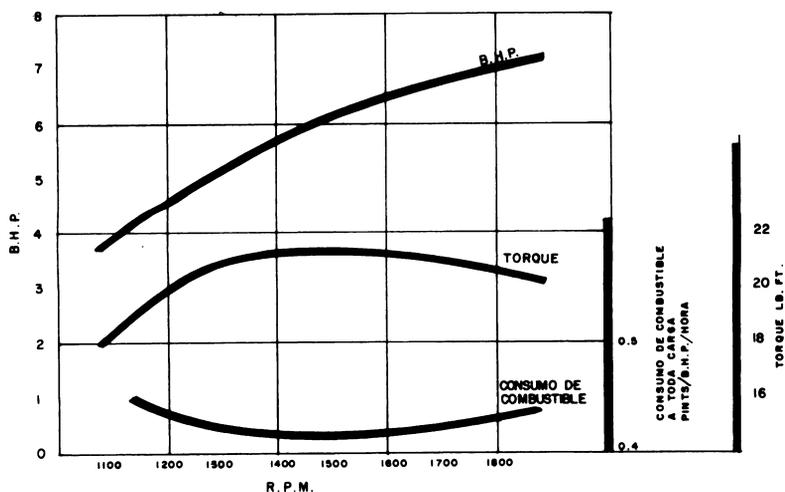


Fig. 30. Gráfica de potencia torque y consumo de combustible.

También puede observarse que el consumo de combustible es mayor cuando el motor está en mínima, y que a mediana velocidad disminuye (entre 1400 R.P.M. y 1600 R.P.M.), y a mayores velocidades vuelve a aumentar. Las referencias del torque y el consumo de combustible se encuentran verticalmente a la derecha del cuadro de las gráficas, en líneas gruesas.

El motor que sirvió para obtener estos datos graficados tiene las siguientes características: un cilindro; diámetro 3½"; carrera del pistón 4¼"; máxima velocidad del pistón, 1350 pies/minuto; cilindrada, 41 pulg³; índice de compresión, 19 a 1; ciclo, cuatro tiempos; Diesel; potencia al freno 7 H.P. a 1800 R.P.M.

Algunos fabricantes proporcionan en estas gráficas otros datos de interés, como por ejemplo:

Potencia de régimen

Es la potencia en H.P. que el motor desarrolla continuamente a la velocidad de régimen de trabajo (velocidad normal).

Potencia intermitente

Es la potencia 10% mayor que la de régimen, en H.P. Esta potencia corresponde a la desarrollada por el motor durante una hora en un período de 12 horas consecutivas de funcionamiento.

Potencia bruta máxima

Es la potencia en H.P. máxima que desarrolla el motor sin accionar accesorios que consumen potencia (bomba de agua, ventilador, generador, etc.). Esta potencia no se utiliza o alcanza en la práctica, sólo en gabinetes de prueba.

Eficiencia mecánica

Es la relación entre la potencia al freno (H.P.B.) y la potencia indicada (H.P.I.).

$$\text{Ef. Mec} = \frac{\text{H.P.B.}}{\text{H.P.I.}}$$

Eficiencia térmica

Es la relación entre la energía entregada por la máquina y la energía contenida en el combustible.

$$\text{Ef. T.} = \frac{\text{Energía producida}}{\text{Energía latente}} = \frac{\text{Calorías equivalentes al trabajo hecho o}}{\text{Calorías totales suplidas}}$$

Aproximadamente la eficiencia térmica de los motores de combustión externa (máquinas de vapor) es de 10%. La de los motores de queroseno, es 20%; la de los motores a gasolina, es 25%; y la de los motores Diesel, es de 30 a 35%.

$$\text{Eficiencia térmica} = \frac{\text{energía entregada por el motor}}{\text{energía química recibida del combustible}}$$

La eficiencia de una máquina variará considerablemente con el diseño, ajuste y condiciones de operación.

Esto indica por ejemplo, para el motor a gasolina, que de 100 unidades de energía contenida en la gasolina, solamente 25 unidades se utilizan para producir movimiento mecánico. El 75% restante se pierde. Según Rogowski:

- 68% se pierde en los gases de escape, por la imposibilidad del aprovechamiento posterior de la expansión de los gases en el cilindro.
- 1,5% se pierde por demora en el quemado, lo cual aumenta la temperatura de expulsión de los gases.
- 1,6% por pérdidas directas de calor de los gases del cilindro.
- 1,00% por pérdidas de mezcla y soplado, lo cual redundará en un aumento de la temperatura de los gases de escape.

Capacidad volumétrica o cilindrada

Es el volumen correspondiente a la carrera del pistón.

$$\begin{aligned} CV &= \pi \cdot R^2 \cdot C \cdot N. \\ \pi &= 3,1416 \\ R &= \text{Radio del cilindro} \\ C &= \text{Carrera del pistón} \\ N &= \text{Número de cilindros del motor.} \end{aligned}$$

Eficiencia volumétrica

Es la relación entre el volumen de la mezcla (aire para los motores Diesel) que ingresa al cilindro y el volumen de la mezcla (o aire) que debería haber entrado.

$$E.V. = \frac{VR}{C.V.} \quad \begin{array}{l} VR = \text{Volumen real ingresado;} \\ C.V. = \text{Capacidad volumétrica.} \end{array}$$

La eficiencia volumétrica disminuye al aumentar la velocidad del motor. Esta eficiencia oscila entre el 50 y el 80%, y depende de la velocidad y del diseño del sistema de alimentación de combustible o de aire.

Índice de compresión

Es la relación entre el volumen correspondiente a la carrera del pistón más el volumen de la cámara de combustión comparado con el volumen de la cámara de combustión.

$$I_c = \frac{V_c + V_{cc}}{V_{cc}}$$

I_c = Índice de compresión

V_c = Volumen de la carrera del pistón ($\pi R^2 C$)

V_{cc} = Volumen de la cámara de combustión.

También podría definirse como la relación del volumen cuando el pistón se encuentra en el punto muerto inferior y el volumen cuando el pistón está en el punto muerto superior (Fig. 31).

El índice de compresión de los motores a queroseno es de más o menos 4 a 1. El de motores a gasolina es de 7 a 1 y el de los motores Diesel, 16 a 1 ó más.

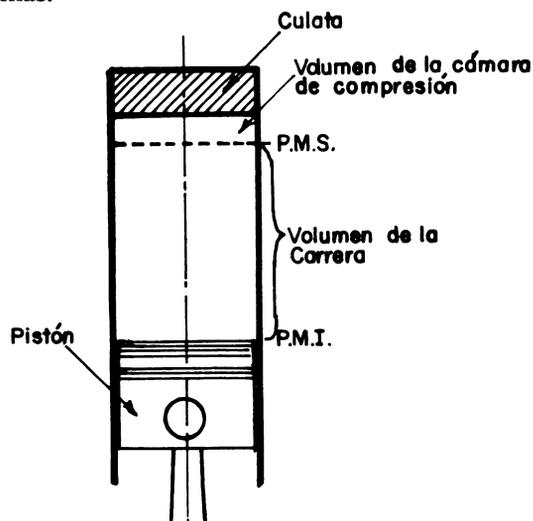


Fig. 31. Índice de compresión.

CALCULO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Para calcular el consumo de combustible pueden utilizarse instrumentos de medición como el correntómetro o rotómetro, que se

coloca entre el tanque de gasolina y el carburador. Una bolita indica directamente la lectura, que por lo general la da en galones por hora. Este medidor sólo puede utilizarse en motores a gasolina o a queroseno, ya que todo el combustible que circula por el instrumento se quema en la cámara de combustión.

El combustible Diesel tiene una tubería de retorno al tanque, que hace errar la lectura, ya que acusa mayor consumo que el efectivo.

Otra forma de calcular el consumo es utilizando los promedios de consumo impresos en las pruebas de Nebraska.

Los motores Diesel consumen aproximadamente 0,45 libras por caballo de fuerza (H.P.) y por cada hora de operación*. Los motores a gasolina consumen 0,6 libras por H.P. y por cada hora de operación. Así, por ejemplo, si se tiene un motor Diesel de 50 H.P. y se desea calcular su consumo por hora, se aplica:

$$0,45 \times 50 = 22,5 \text{ libras por hora}$$

Transformando a peso (Kg):

$$\frac{22,5 \text{ libras/hora}}{2,2 \text{ libras/Kg}} = 10,2 \text{ Kg/hora}$$

$$D = \frac{P}{V}$$

D = Densidad (peso específico)

P = Peso

V = Volumen

$$0,8 = \frac{10,2}{V} \quad V = \frac{10,2}{0,8} \quad V = 12,7 \text{ litros/hora}$$

1 galón = 3,78 litros

$$\frac{12,7}{3,78} = 3,3 \text{ galones por hora}$$

(*) Tomado de "Diesel Engineering Handbook".

CAPITULO 5

MOTORES MULTICILINDRICOS

El objeto de este Capítulo es demostrar cómo pueden obtenerse diferentes tipos de motores, considerando los diversos diseños del eje cigüeñal y la operación de las válvulas (que depende del diseño del eje de levas). Se llama motor multicilíndrico aquél que tiene más de un cilindro y cuyas bielas están conectadas a un único eje cigüeñal. Los motores pueden ser de cuatro y de dos tiempos.

ORDEN DE ENCENDIDO DEL MOTOR

Es la secuencia en que suceden las explosiones en el motor.

Intervalo

Es el lapso entre explosión y explosión. Así, en un motor de cuatro cilindros y de cuatro tiempos, el intervalo será de:

$$\frac{720}{4} = 180^\circ$$

Como se recordará, el ciclo completo de un motor de cuatro tiempos (gasolina o Diesel) toma dos vueltas del cigüeñal; es decir, 720° . Dividiendo entre el número de cilindros, dará el intervalo de 180° .

A continuación se van a desarrollar varios cuadros para los diferentes tipos de motor, para obtener diferentes órdenes de encendido.

Como se verá más adelante, el orden de encendido tiene mucha importancia en la regulación de las válvulas, en la distribución de los cables a las bujías, en la distribución de los tubos de combustible en los motores Diesel, así como en algunos chequeos o comprobaciones de ciertas partes sincronizadas de los motores.

MOTOR DE UN CILINDRO

El motor de un cilindro tiene un eje cigüeñal con un solo codo (Fig. 32). Es el único tipo de motor que no presenta realmente orden

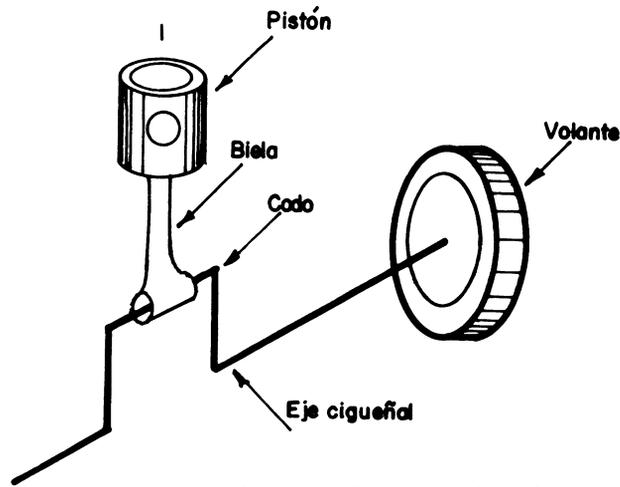


Fig. 32. Motor de un cilindro de un solo codo.

de encendido por ser monocilindrico, pero se puede recordar su esquema de funcionamiento:

Cilindro N° 1	
180°	Explosión
180°	Escape
180°	Admisión
180°	Compresión

La secuencia de las explosiones en el único cilindro pueden representarse así: 1 — — — 1 — — — 1 etc., etc.

Lo anterior indica que habiendo explosión en el cilindro No. 1 (el único), pasarán tres tiempos muertos hasta la siguiente explosión.

MOTOR DE DOS CILINDROS

A continuación se desarrolla el funcionamiento del motor indicado en la Fig. 33, que tiene dos codos a un mismo lado del cigueñal.

Se deduce que habiendo explosión en el cilindro No. 1, habrá un descanso o tiempo muerto de 180° y ocurrirá inmediatamente explosión en el cilindro No. 2 y así sucesivamente.

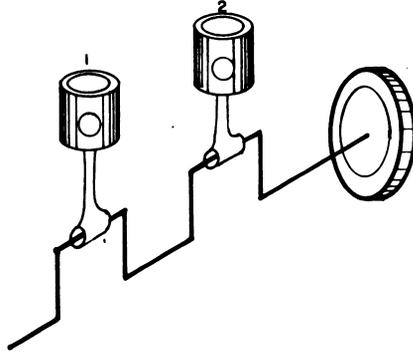


Fig. 33 Motor de 2 cilindros con ambos codos al mismo lado.

	Cilindro N° 1	Cilindro N° 2
180°	Explosión	Admisión
180°	Escape	Compresión
180°	Admisión	Explosión
180°	Compresión	Escape

El orden de encendido será: 1 – 2 – 1 – 2, etc., etc.

Otro diseño para el motor de dos cilindros es con un codo arriba y el otro abajo. Los dos pistones están colocados al mismo lado (arriba), Fig. 34.

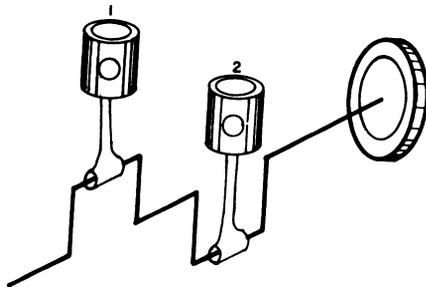


Fig. 34. Motor de dos cilindros con sus codos a 180°.

Cilindro N° 1		Cilindro N° 2	Cilindro N° 1		Cilindro N° 2
180°	Explosión	Compresión	180°	Explosión	Escape
180°	Escape	Explosión	180°	Escape	Admisión
180°	Admisión	Escape	180°	Admisión	Compresión
180°	Compresión	Admisión	180°	Compresión	Explosión

Orden de encendido: 1.2, etc.
Caso A

Orden de encendido: 1—2.1, etc.
Caso B

NOTA: Se define al cilindro con el No. 1 al que está adelante o más cerca del ventilador del motor.

Los casos "A" y "B" corresponden a dos alternativas del mismo motor de la Fig. 34.

MOTORES DE DOS CILINDROS OPUESTOS

Utilizando el mismo eje cigüeñal de la Fig. 34, se obtiene un motor con cilindros opuestos (Fig. 35). Si se coloca un pistón a un lado y el otro al lado opuesto, este motor es horizontal.

	Cilindro N° 1	Cilindro N° 2
180°	Explosión	Admisión
180°	Escape	Compresión
180°	Admisión	Explosión
180°	Compresión	Escape

El orden de encendido será: 1 – 2 – 1 – 2, etc.

Este motor que es diferente en diseño, tiene el mismo orden de encendido que el indicado en la Fig. 33.

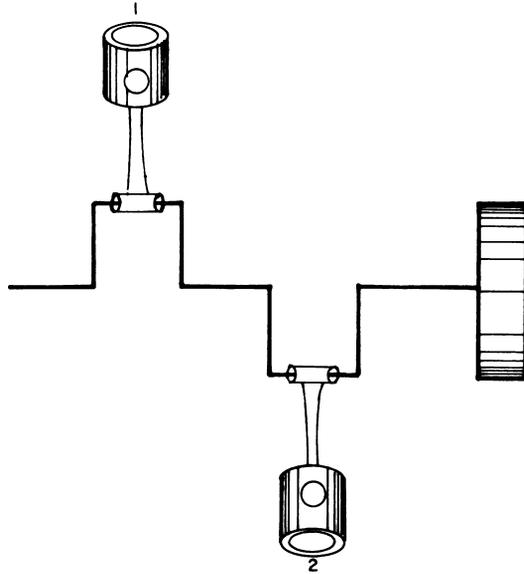


Fig. 35. Motor horizontal de dos cilindros opuestos.

MOTOR DE CUATRO CILINDROS EN LINEA

Este tipo de motor es el más utilizado en tractores y motores estacionarios (Fig. 36). Todos los codos del cigüeñal están a 180° unos de otros. Los codos uno y cuatro están al mismo lado y los codos dos y tres al otro lado. Con este único cigüeñal se pueden obtener dos órdenes de encendidos diferentes:

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
180°	Explosión	Compresión	Escape	Admisión
180°	Escape	Explosión	Admisión	Compresión
180°	Admisión	Escape	Compresión	Explosión
180°	Compresión	Admisión	Explosión	Escape

Orden de encendido: 1.2.4.3, etc.

	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4
180°	Explosión	Escape	Compresión	Admisión
180°	Escape	Admisión	Explosión	Compresión
180°	Admisión	Compresión	Escape	Explosión
180°	Compresión	Explosión	Admisión	Escape

Orden de encendido: 1. 3. 4. 2, etc.

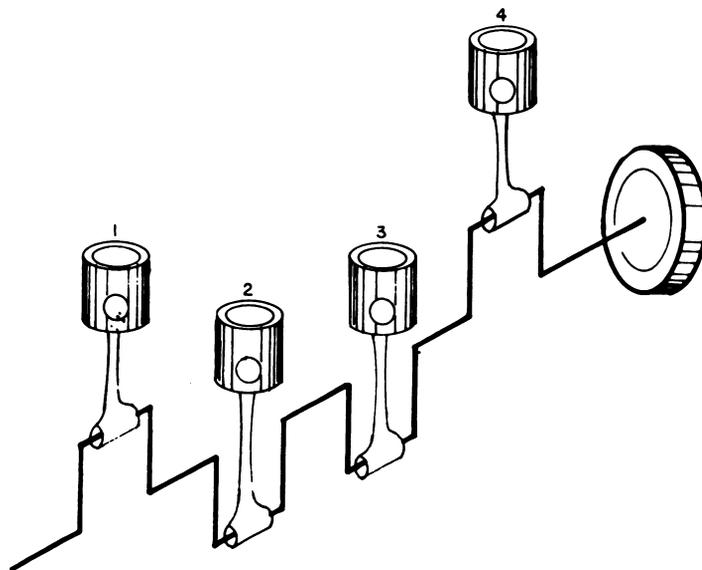


Fig. 36. Motor de cuatro cilindros en línea.

Como puede observarse, no hay tiempos muertos entre las explosiones, lo cual es una ventaja en su distribución, pues se obtiene una buena aplicación del torque en cada codo del cigüeñal y disminuyen las vibraciones.

MOTORES DE TRES Y SEIS CILINDROS EN LINEA

Estos dos motores se agruparon por tener el mismo ángulo entre los codos (120°). (Fig. 37).

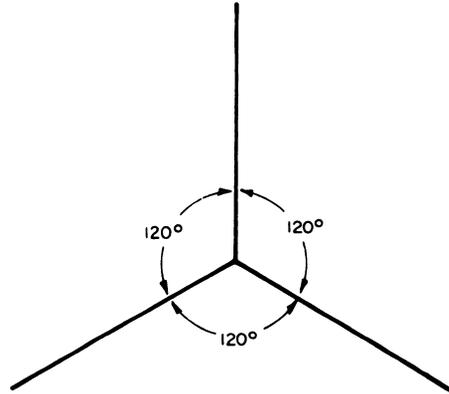
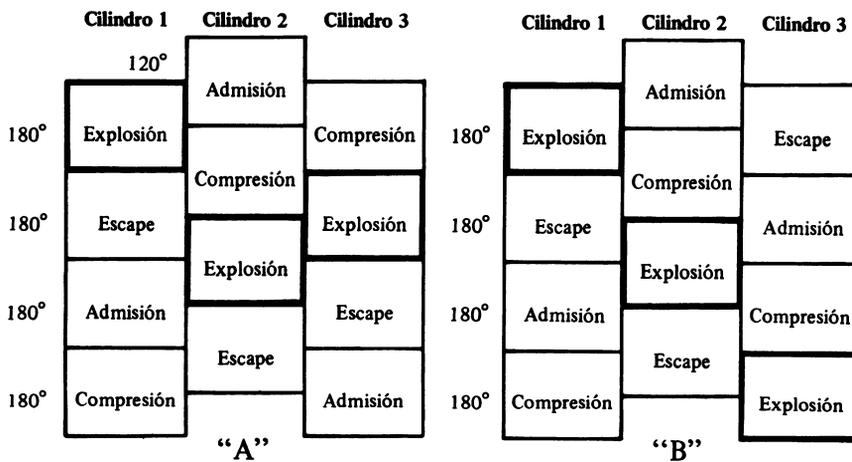


Fig. 37. Vista de frente de un cigüeñal para motores de 3 y 6 cilindros.

MOTORES DE TRES CILINDROS EN LINEA

Este tipo de motor (Fig. 38) presenta la característica frontal de la Fig. 37. Se le utiliza en gran escala en motores de tractores. A diferencia de los anteriores, y debido a que los codos están a 120° uno de otro, los tiempos de un cilindro y otro sufren superposiciones como podrá observarse en los cuadros que a continuación se presentan:



Orden de encendido 1. 3. 2, etc.

Orden de encendido 1. 2. 3, etc.

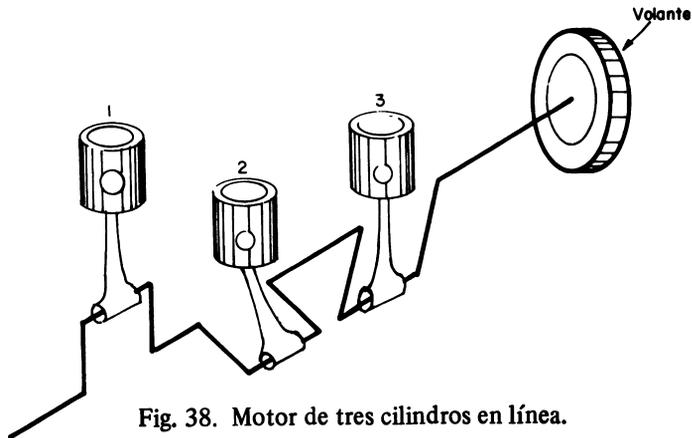


Fig. 38. Motor de tres cilindros en línea.

Como ya se explicó, el ciclo en cada cilindro está compuesto de cuatro tiempos de 180° cada uno y si se observan los cuadros "A" y "B", se verá que cada columna vertical contiene los cuatro tiempos de 180° cada uno y según el orden ya establecido: admisión, compresión, explosión y escape (de arriba hacia abajo).

Puede notarse también claramente como suceden las superposiciones de los tiempos entre cilindro y cilindro.

Motor de seis cilindros en línea

En este diseño de motor (Fig. 39) puede notarse que los codos 1 y 6 están en la misma ubicación (verticales); el 2 y el 5 hacia la derecha

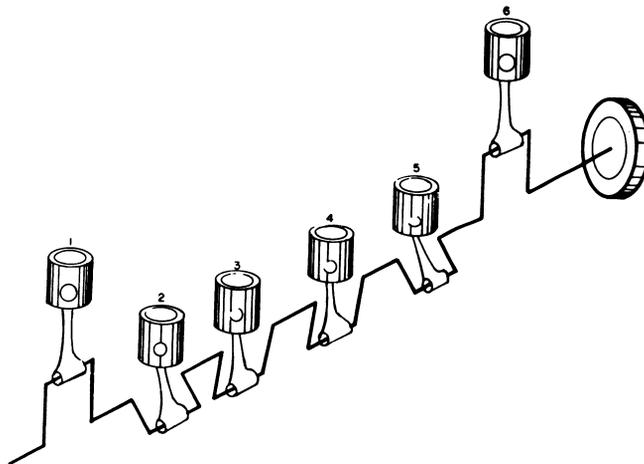


Fig. 39. Motor de seis cilindros en línea.

y el 3 y el 4 hacia la izquierda. En vista de que los codos están también a 120° de diferencia unos de otros, se pueden desarrollar los cuadros con igual criterio que para el motor de tres cilindros y se obtiene dos órdenes de encendido, el 1.5.3.6.2.4 y el 1.4.2.6.3.5, siendo el primero el mayormente usado.

MOTOR DE OCHO CILINDROS EN LINEA

Este tipo de motor (Fig. 40) es menos utilizado en tractores agrícolas; tiene ocho cilindros en línea colocados verticalmente; los codos están dispuestos en parejas y en planos perpendiculares unos de otros. Las órdenes de encendido más utilizados son: 1.6.2.5.8.3.7.4 y el 1.4.7.3.8.5.2.6.

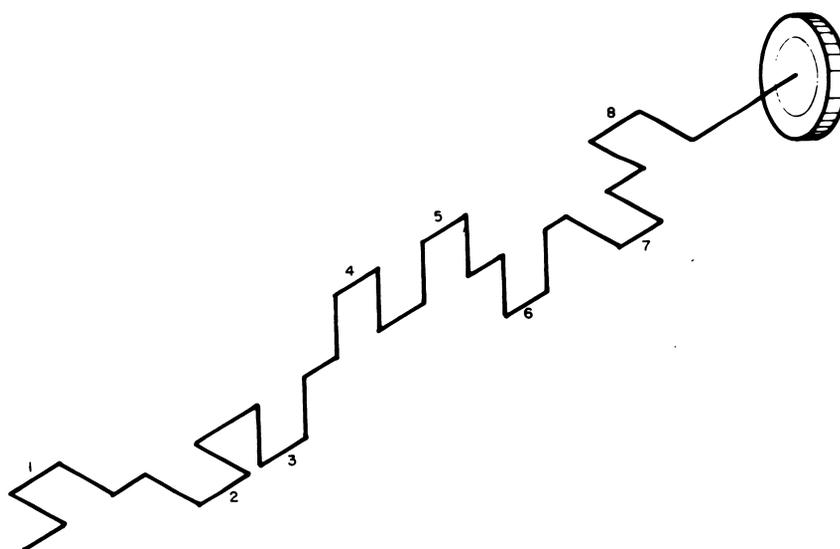


Fig. 40. Eje cigüeñal de ocho cilindros en línea.

MOTOR DE OCHO CILINDROS EN "V"

El diseño de este cigüeñal es similar al de cuatro cilindros (Fig. 41). Cada codo recibe a dos bielas. La disposición de los cilindros (lado izquierdo y derecho) es de 90° entre ellos. El orden de encendido mayormente utilizado en este motor es: 1D. 1I. 4D. 4I. 2I. 3D. 3I. 2D., que significa D, derecho e I izquierdo.

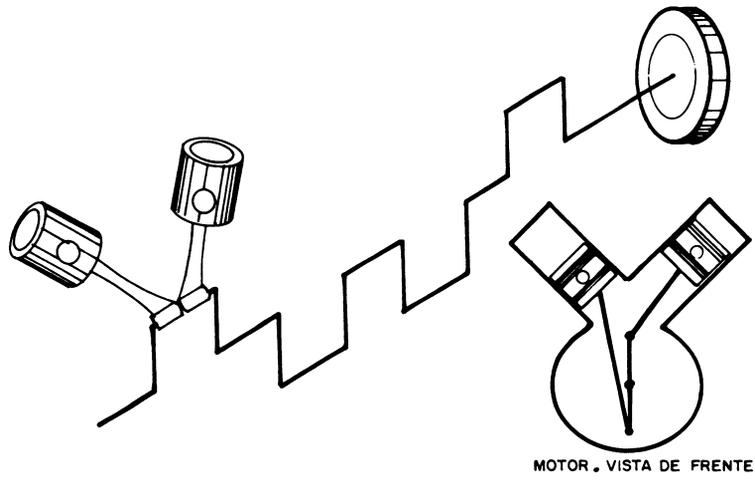


Fig. 41. Eje cigüeñal de un motor de ocho cilindros en V.

CAPITULO 6

FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS

ADELANTOS Y ATRASOS EN EL FUNCIONAMIENTO DE LAS VALVULAS

En el Capítulo 4, Funcionamiento de los Motores, se explicó teóricamente cómo funcionaban los diferentes motores. En la práctica, la duración de cada tiempo del ciclo se altera para obtener una serie de ventajas y mejorar la eficiencia mecánica y térmica del motor para conseguir mayor potencia.

En la teoría del ciclo llegó a determinarse que en los motores de cuatro tiempos (gasolina y Diesel), cada fase del ciclo tenía una duración de 180° ; estos grados se refieren al giro de la volante y son los que se alteran en su magnitud.

También quedó establecido que cada tiempo del ciclo se definía o determinaba por la acción de las válvulas. Por lo expuesto, se concluye que si se alteran los instantes de apertura y el cierre de las válvulas, se logrará aumentar o disminuir la duración de cada tiempo del ciclo.

Para una mejor explicación de los adelantos y atrasos del funcionamiento de las válvulas se hará uso de los dibujos correspondientes a las Figs. 42 y 43. La Fig. 42 muestra un motor de cuatro tiempos (gasolina y Diesel) con el punto muerto superior (P.M.S.), punto muerto inferior (P.M.I.), 10° de adelanto y atraso (10° AD y AT), que significa que algunas válvulas adelantarán y atrasarán en esa medida su operación y 45° , de adelanto y atraso (45° AD y AT), que indica que las válvulas adelantarán y atrasarán en esa medida su operación de apertura y cierre.

La Fig. 43 muestra un círculo que representa dos revoluciones del cigüeñal o de la volante, con las marcas P.M.S. y P.M.I. en concordancia con el dibujo de la Fig. 42, es decir, que si el pistón (Fig. 42) está en el P.M.S., la volante (Fig. 43) tendrá ese instante el P.M.S. donde está ubicado en el dibujo, lo mismo para los puntos muertos inferiores correlativos, así como los adelantos y atrasos de 10° y 45° .

Tiempo de admisión

La válvula de admisión debería abrir teóricamente cuando el pistón está en el P.M.S. En la práctica sufre un adelanto de 10° en el instante de abrirse. Este adelanto se realiza durante el tiempo de escape, y quiere decir, que la válvula de admisión se abre en realidad al final del tiempo de escape; por lo tanto, ambas válvulas estarán abiertas produciéndose una buena limpieza o "barrido" en la parte superior del cilindro (Fig. 42b).

En la Fig. 43 este instante está referido con AD. AP. V. AD. que significa: adelanto de la apertura de la válvula de admisión. Luego el pistón culmina su subida hasta el P.M.S. y continuará bajando en admisión (válvula de admisión abierta) llega al P.M.I., sube hasta la referencia 45° donde recién cierra dicha válvula (AT. C. V. AD) que significa atraso en el cierre de la válvula de admisión. Es decir, que el tiempo de admisión dura:

$$10^\circ + 180^\circ + 45^\circ = 235^\circ$$

Al tener gran duración el tiempo de admisión se llenará mejor el cilindro, mejorando la eficiencia volumétrica.

Tiempo de compresión

Una vez cerrada la válvula de admisión comienza el tiempo de compresión, cuya duración es: $180 - 45 = 135^\circ$.

Terminando el tiempo de compresión salta la chispa (motores a gasolina) o se realiza la inyección (motores Diesel).

Tiempo de combustión-expansión

Se inicia en el P.M.S. (o muy cerca de él); el pistón baja, produce su trabajo mecánico y faltando 45° para alcanzar el P.M.I. (ver Figuras correspondientes) se hace abrir la válvula de escape, es decir, se produce el adelanto de la apertura de la válvula de escape, referida como AD. AP. V. ESC (Fig. 43). Este tiempo dura: $180 - 45 = 135^\circ$.

La ventaja que se obtiene con este adelanto es que los gases de escape se evacúan rápidamente y en forma adelantada y se evita así el sobrecalentamiento del motor.

Tiempo de escape

Prácticamente se inicia con el adelanto de 45° (AD. AP. V. ESC), (Fig. 42c). Continúa bajando el pistón, llega al P.M.I., comienza a subir, llega al P.M.S. y la válvula de escape continuará abierta hasta

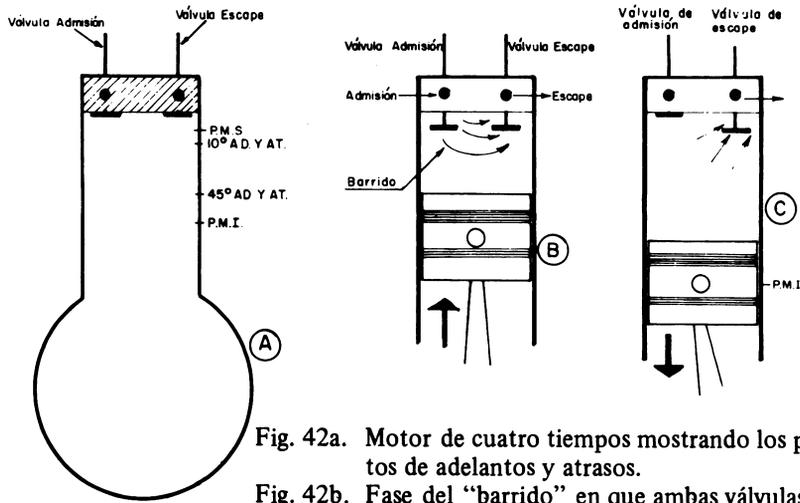


Fig. 42a. Motor de cuatro tiempos mostrando los puntos de adelantos y atrasos.

Fig. 42b. Fase del "barrido" en que ambas válvulas están abiertas.

Fig. 42c. Adelanto de la apertura de la válvula de escape.

Fig. 42. Adelantos y atrasos de las válvulas.

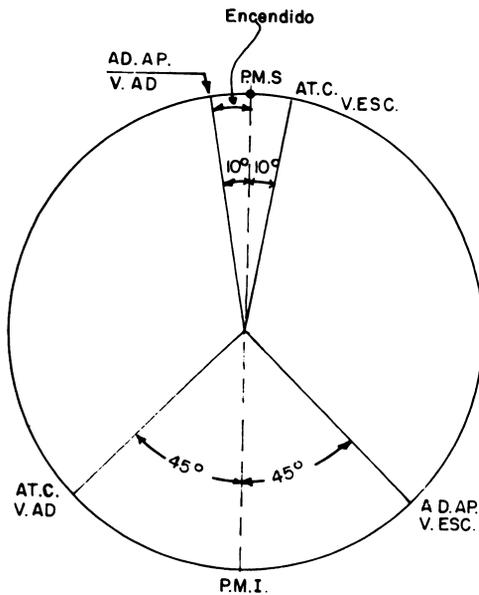


Fig. 43. Círculo que representa dos vueltas del cigüeñal mostrando los puntos de adelantos y atrasos.

pasar 10° del P.M.S. (de bajada del pistón). Este instante está referido en la Fig. 43 como AT. C. V. ESC. El tiempo de escape durará: $45^\circ + 180^\circ + 10^\circ = 235^\circ$.

Si se observa la Fig. 43 puede deducirse que el tiempo de "barrido" dura 10° antes del P.M.S. y 10° después del P.M.S.; es decir, $10^\circ + 10^\circ = 20^\circ$, con lo que se garantiza una buena limpieza del cilindro. Para que todas estas ventajas puedan obtenerse, es necesario hacer una perfecta sincronización de los engranajes de distribución durante el armado del motor, ajustar la culata al torque recomendado por el fabricante y regular en forma precisa la luz de las válvulas de admisión y de escape, por lo menos cada 300 horas de operación.

CAPITULO 7

SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Los motores de los tractores, los motores estacionarios y los que propulsan implementos agrícolas en general, producen cerca de 1700°C durante la combustión y para bajar dicha temperatura utilizan uno u otro de los sistemas de enfriamiento siguientes: por aire, o por agua.

ENFRIAMIENTO POR AIRE

Generalidades

En este sistema que es el más simple, tanto en su control como en su mantenimiento, la parte externa de la culata y los cilindros están constituidos por superficies delgadas y de una área apreciable llamadas aletas de enfriamiento (Fig. 44).

El calor producido por la combustión es transferido por radiación desde las aletas hacia una corriente de aire fresco que es impulsado por un ventilador.

El ventilador generalmente forma parte de la volante en los motores de uno o dos cilindros o puede estar montado al extremo delantero del eje cigüeñal en motores de mayor tamaño. El aire es encausado por una cubierta metálica hacia los cilindros (parte externa). La temperatura puede ser controlada por un termostato que abre o cierra el conducto del aire hacia los cilindros, según la temperatura adquirida.

Al arrancar el motor éste se encuentra frío y el termostato contraído dentro del conducto de aire, obturándolo. Esto favorece un rápido calentamiento que es necesario. Al subir la temperatura, el termostato se dilata y abre el conducto de aire comenzando a controlar la temperatura hasta estabilizarla alrededor de 85°C y la mantiene en ese nivel.

La ventaja del enfriamiento por aire es que no requiere radiador, líquido, mangueras, bomba de agua ni cámaras de agua en el "block" y en la culata.

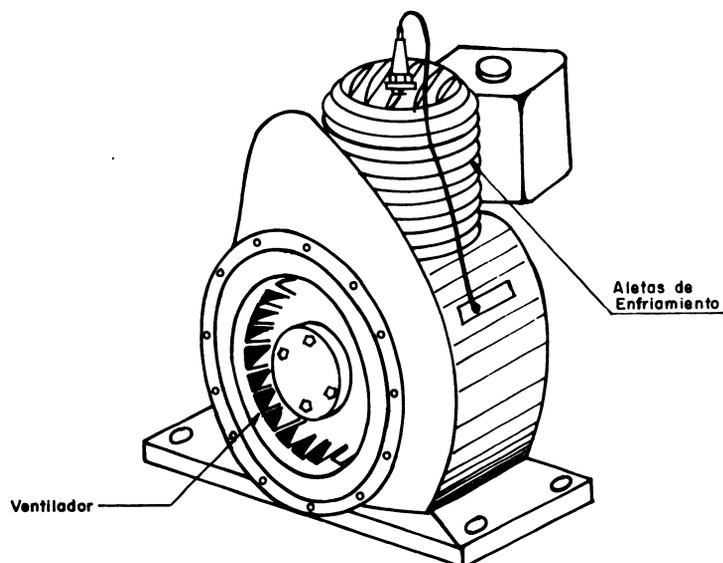


Fig. 44. Motor enfriado por aire.

El metal mayormente utilizado para fabricar estos motores es el aluminio, no solamente por su peso liviano, sino por ser cuatro veces más eficiente en la transferencia del calor que el acero o el fierro fundido. El volumen de aire requerido para este tipo de enfriamiento es de aproximadamente 50 pies cúbicos por minuto por cada caballo de fuerza producido por el motor.

La limpieza de las aletas y el buen estado del ventilador y el termostato es suficiente para obtener una buena eficiencia en el enfriamiento del motor.

ENFRIAMIENTO POR AGUA

Generalidades

Este tipo de enfriamiento (Fig. 45) se utiliza principalmente en motores de mayor tamaño. El medio para transferir el calor es el agua y el aire. A diferencia del sistema anterior, el calor es transferido por conducción (contacto directo) convección (cambio de temperatura y densidad del agua) y radiación (emisión de ondas calóricas), directamente al aire. Las formas dentro de este tipo de enfriamiento son:

Termocirculación o convección

Opera por el principio de convección o movimiento del agua por cambios de temperatura. El agua al absorber calor del motor aumenta

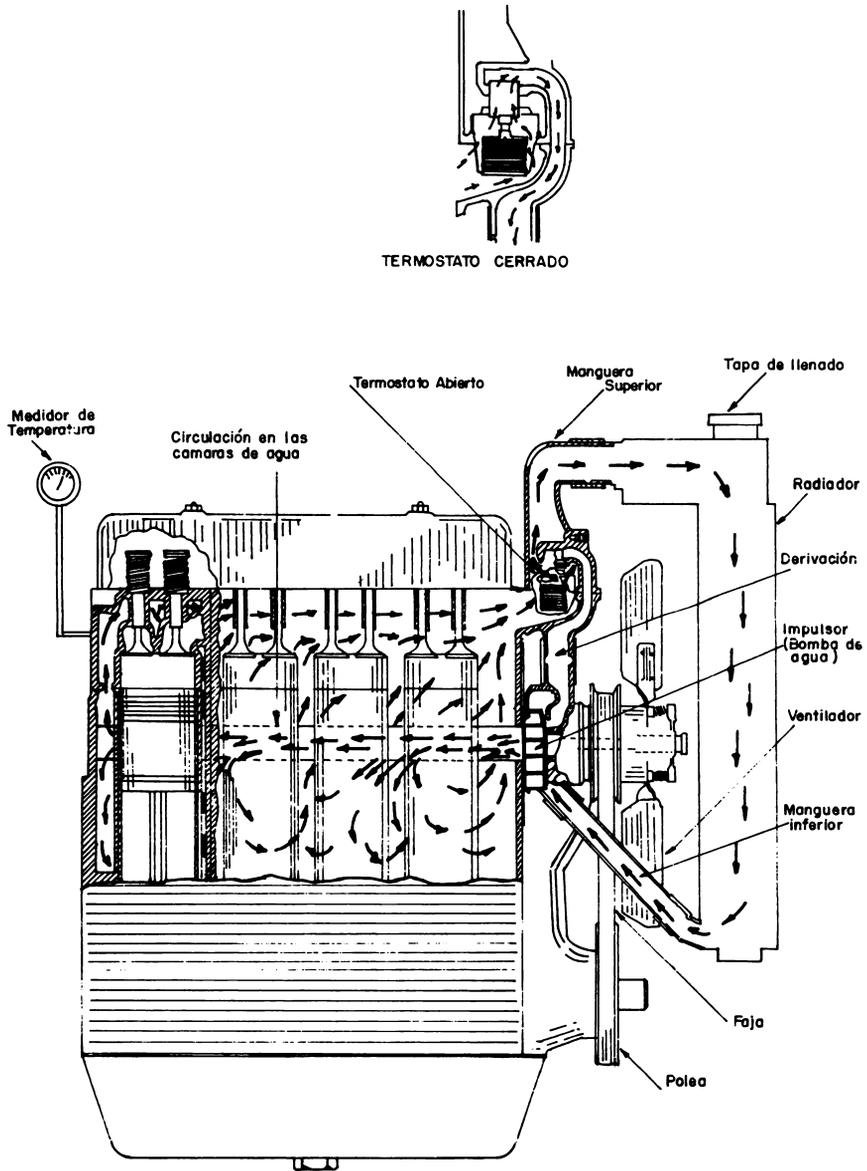


Fig. 45. Sistema de enfriamiento por agua.

su temperatura y sube para ser reemplazada por el agua enfriada que ingresa por la parte inferior de las cámaras de agua. El depósito superior debe estar más alto que la parte superior de las cámaras de agua del motor. La velocidad de la circulación del agua depende:

- del tamaño y del calibre de los tubos verticales del radiador;
- de la velocidad de la corriente de aire a través del radiador;
- de la temperatura de las chaquetas de agua;
- de la eficiencia del radiador;
- de la distancia entre la parte externa de los cilindros y las paredes de la chaqueta de agua;
- del diámetro de las mangueras; y
- del volumen total de agua contenida en el sistema.

Las partes de esta forma de enfriamiento son las mismas que se ofrecen en la Fig. 50, excluyendo la bomba de agua y el termostato.

Una recomendación muy importante es revisar con bastante frecuencia el nivel de agua, ya que de no estar lleno, se rompe la continuidad de la circulación y el sistema NO FUNCIONA.

Circulación con bomba a presión de una atmósfera

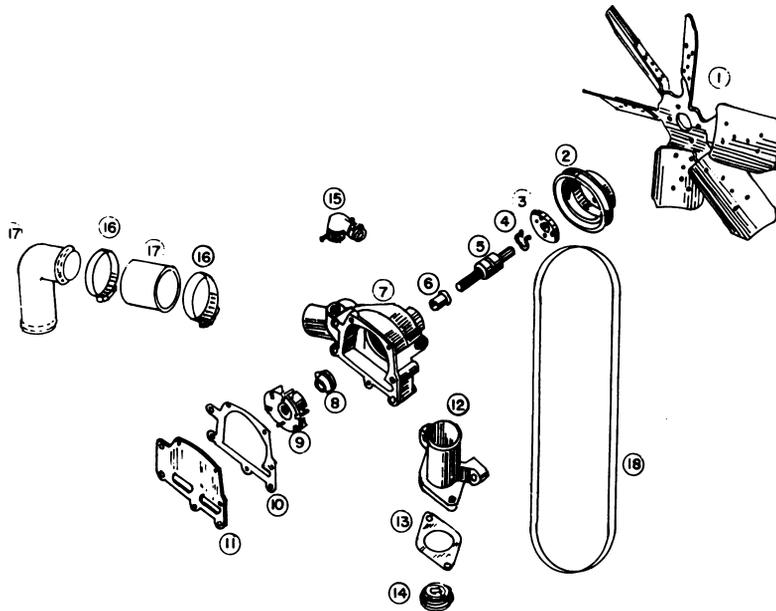
En esta forma de enfriamiento (Fig. 45), la circulación del agua se realiza gracias a una bomba rotativa (Fig. 46) compuesta por un impulsor de paletas, que está montado en el extremo posterior del eje del ventilador. El agua circula a una apreciable velocidad por lo que el volumen total será menor que en el sistema anterior. La tapa del radiador por donde se llena el agua, no cierra herméticamente, por lo tanto, la presión que se alcanza será solamente de una atmósfera o 14,7 libras/pulg². El agua hierve y se evapora a 100°C (en la costa). El sentido de circulación se indica en el dibujo por medio de flechas (Fig. 45).

El radiador tiene un menor número de filas de tubos que el usado en termocirculación.

El termostato cierra el paso del agua al radiador cuando el motor está frío y el agua continúa de la culata hacia la bomba por el conducto de derivación o “by-pass”.

Al alcanzar el agua la temperatura de 50°C, aproximadamente, el termostato comienza a dilatarse y pasa el agua al radiador; al mismo tiempo se restringe el paso del agua por el “by-pass”. Cuando se alcanza la temperatura normal de funcionamiento (80 – 90°C), el paso al radiador será total y el “by-pass” quedará bloqueado. En esta forma el termostato asegura que el motor primero calienta lo más rápido posible y en segundo término, estabiliza la temperatura en el grado requerido.

Se ha podido comprobar en la práctica que cuando surgen problemas en el sistema de enfriamiento, el termostato se elimina y no se



- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Ventilador | 10. Empaque |
| 2. Polea | 11. Placa |
| 3. Adaptador | 12. Brida de conexión |
| 4. Seguro | 13. Empaque |
| 5. Eje y cojinetes | 14. Termostato |
| 6. Bocina | 15. Codo |
| 7. Caja de la bomba | 16. Abrazaderas |
| 8. Sello - Retén | 17. Mangueras |
| 9. Impulsor | 18. Faja del ventilador |

Fig. 46. Sistema de enfriamiento, bomba de agua y accesorios. (International Harvester).

reemplaza por otro nuevo. En estas condiciones el motor demora mucho en calentarse y por lo general no alcanza la temperatura esperada.

Circulación con bomba a presión mayor que la atmosférica

Esta forma de enfriamiento es similar a la anterior con la diferencia que la tapa del radiador (Fig. 47) cierra herméticamente y se ajusta en su base con la tensión de un resorte calibrado en la fábrica, por lo que la presión interna alcanza valores superiores a la atmosférica, así se consigue que la temperatura de ebullición del agua sea elevada. Como consecuencia de esto, el agua no se evapora con tanta facilidad como en los métodos de enfriamiento anteriores, y no se necesita rellenar el radiador frecuentemente.

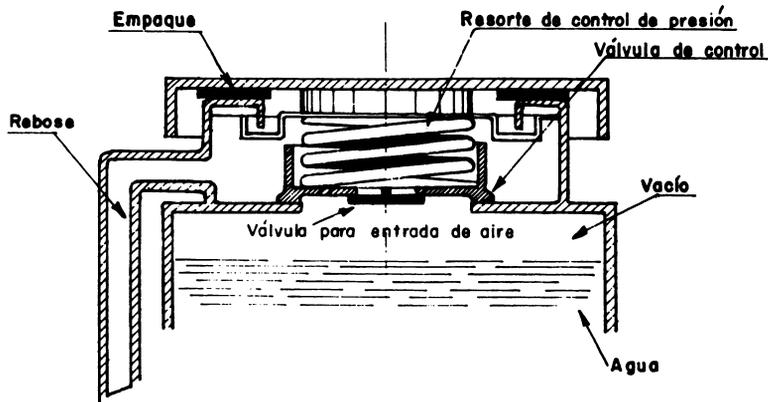


Fig. 47. Tapa de presión de radiador.

EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Para un buen mantenimiento se requiere:

1. La limpieza externa de la parrilla del radiador.
2. La limpieza interna del radiador. Se recomienda hacer un lavado con un producto desincrustante y una vez cambiada el agua debe agregarse un producto antioxidante.
3. Utilizar siempre agua limpia para llenar o rellenar el radiador.
4. No utilizar tapas de radiador que no correspondan a la presión estipulada.
5. Buen estado de las mangueras. La manguera inferior debe ser resistente ya que si pierde esta característica, el vacío producido por la bomba hará que ésta se estrangule, cortando el flujo del agua hacia la bomba. En estas condiciones aumentará la presión fuertemente entre la salida de la bomba y la parte estrangulada (en el sentido normal de circulación), el agua se evaporará rápidamente recalentando el motor.
6. Buen estado del termostato. Para probarlo, hay que extraerlo e introducirlo en agua caliente. Si se encuentra en buen estado, dilatará abriendo la válvula respectiva. Al enfriarse, dicha válvula debe cerrar nuevamente. Esta prueba puede completarse con un termómetro.

7. Buen templado de la faja del ventilador. Si está demasiado ajustada se ocasionará pérdida de potencia, recalentamiento de la faja y desgaste en los cojinetes de la bomba y del generador. Si la faja está suelta, bajará la eficiencia del ventilador y de la bomba de agua. Lo normal es una deflexión de $3/4''$ a $1''$ en el punto medio (Fig. 48).

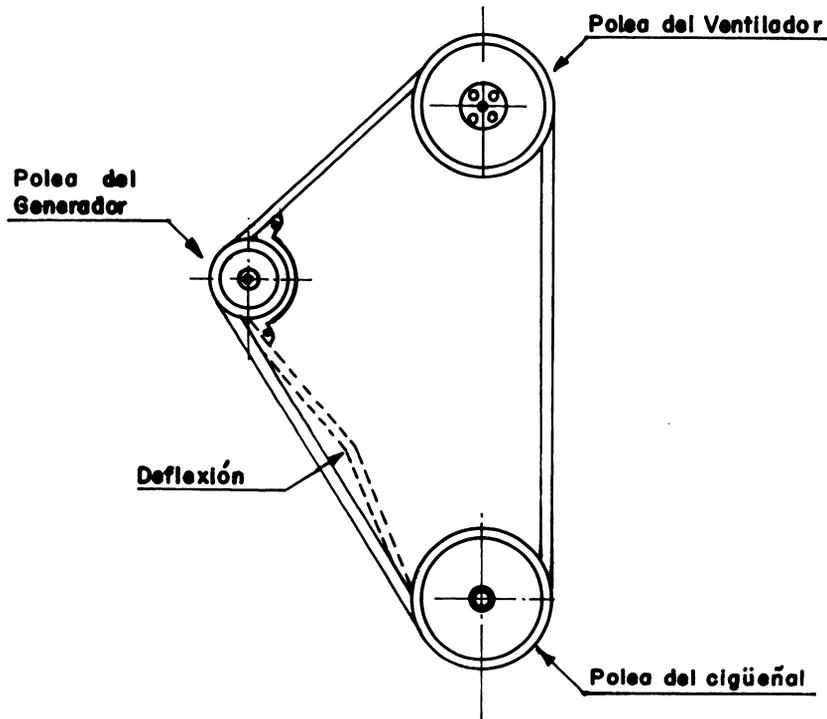


Fig. 48. Deflexión de la faja del ventilador.

8. Apagado del motor si se observa un aumento de temperatura anormal.
9. En motores que operan a temperaturas por debajo de 0°C deben utilizarse soluciones anticongelantes. El agua al congelarse aumenta de volumen y la presión originada por este fenómeno, rompe generalmente los tubos del radiador y podría rajar también otras partes del sistema.

CAPITULO 8

SISTEMAS DE LUBRICACION

INTRODUCCION

Funciones que cumple el sistema de lubricación

Los sistemas de lubricación de los motores están diseñados y constituidos para cumplir con las siguientes funciones:

1. Evitar la fricción o rozamiento entre las piezas metálicas.
2. Evitar o disminuir el aumento de temperatura.
3. Evitar o disminuir el desgaste de las piezas móviles.
4. Transportar materiales tales como carbón, gomas, barro, óxidos, limallas y otros. Todos ellos son acarreados hasta el filtro donde son retenidos, manteniendo limpias las tuberías y la parte interna del motor.
5. Amortiguar los golpes o presiones entre las piezas, es decir, que cumpla una función de colchón hidráulico.
6. Realizar el cierre hermético entre el cilindro y el pistón.

Los primeros motores para tractores así como los estacionarios utilizaron el sistema de lubricación por gravedad. Esta forma de lubricar consistía en un receptáculo el que se llenaba con lubricante, en tal forma que el abastecimiento a las piezas móviles se realizaba por el consumo y el peso mismo del lubricante.

Posteriormente, los motores aumentaron en potencia, temperatura, velocidad y consecuentemente sus exigencias en lubricación. Es así como se desarrollaron los sistemas de lubricación que se utilizan actualmente:

1. Salpicadura o barboteo.
2. Presión forzada y salpicadura.
3. Por mezcla de combustible y aceite.

El primer sistema se basa en que el aceite es tomado y salpicado por alguna pieza giratoria: por ejemplo, el extremo inferior de la

biela (Fig. 49); luego es nebulizado y centrifugado, de tal manera que los ejes y los cojinetes reciben el aceite en este estado a través de canales y orificios. Una vez cumplida su función, el aceite sale por la luz existente entre ambas piezas para retornar al "carter". Esta operación es continua.

La lubricación entre el pistón y el cilindro se realiza por humedecimiento del cilindro con el aceite nebulizado, cuando el pistón está subiendo; al bajar el pistón, la película de aceite es removida por los anillos aceiteros retornando al "carter" o depósito.

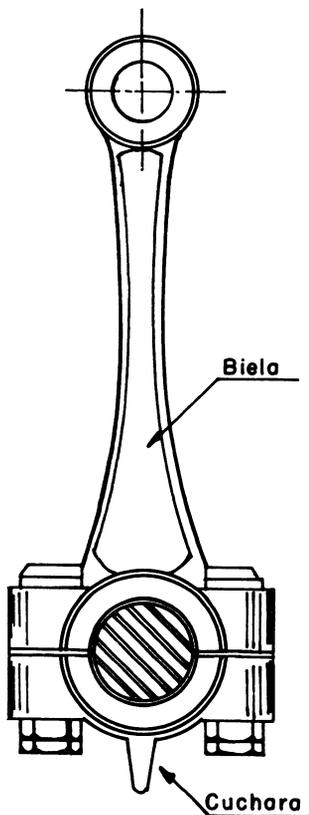


Fig. 49. Extremo inferior de la biela mostrando la cuchara para la lubricación por salpicadura.

El segundo sistema o a presión forzada y salpicadura (Fig. 50) utiliza una bomba de aceite que produce la presión suficiente (40-60 libras/pulg²) para establecer un circuito de aceite que viaja por canales, tuberías, filtros, etc., para cumplir su función y luego regresa al "carter", enfriándose en su descenso.

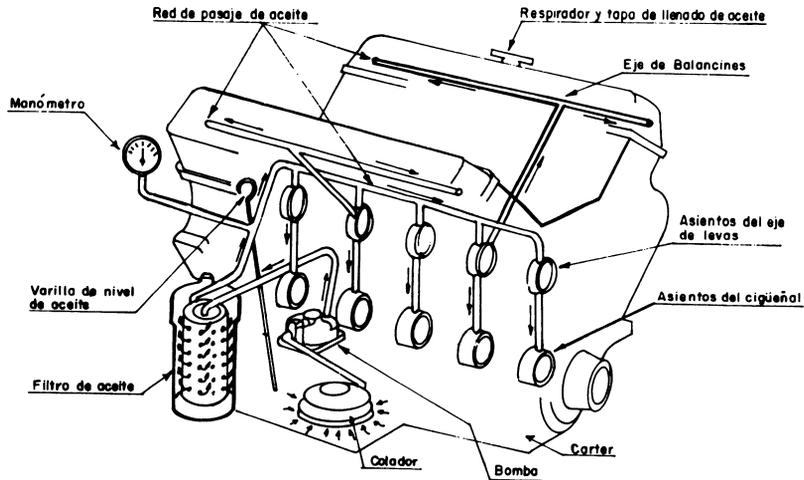


Fig. 50. Sistema a presión forzada y salpicadura.

Algunas partes del motor se lubrican por el aceite nebulizado que existe dentro del motor desde que éste es puesto en funcionamiento.

Partes de cada sistema

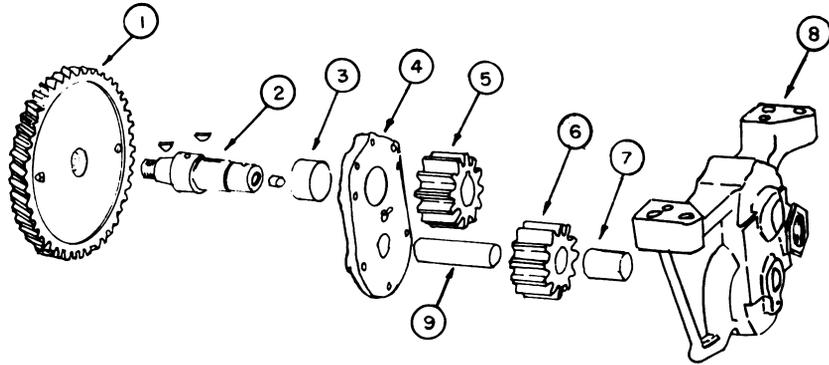
1. "Carter" o depósito de aceite con su tapón inferior para el drenaje.
2. Colador.
3. Bomba de aceite con su válvula de control de presión.
4. Filtro de aceite con su válvula de seguridad.
5. Manómetro.
6. Red interna de conductos.
7. Varilla medidora de nivel.

Funcionamiento de los diferentes tipos de lubricación

En el instante que el motor se arranca, la bomba (Fig. 51) succiona el aceite del "carter" el cual pasa por el colador. Este aceite es sometido a una presión de unas 50 libras/pulg² y es enviado al filtro.

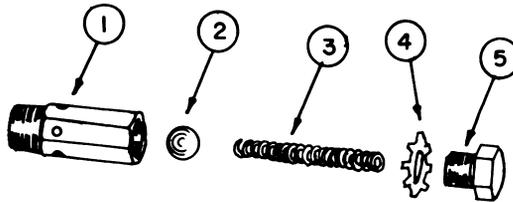
Al cambiar la velocidad del motor se cambia también la velocidad a la que trabaja la bomba y por consiguiente, varía la presión resultante. Con el objeto de mantener dicha presión en un nivel constante, se instala una válvula de control de presión (Fig. 52) que generalmente es parte de la misma bomba.

Cuando la presión del sistema aumenta, la billa es empujada contra la acción del resorte y deja pasar el aceite por el conducto vertical hacia el "carter".



- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Engranaje de mando de la bomba | 6. Engranaje mandado |
| 2. Eje | 7. Cojinete de fricción |
| 3. Cojinete de fricción | 8. Caja de la bomba |
| 4. Tapa | 9. Eje del engranaje mandado |
| 5. Engranaje de mando | |

Fig. 51. Bomba de aceite (Tractor Allis Chalmers).



- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Cuerpo | 4. Huacha de cierre |
| 2. Billa de acero | 5. Perno |
| 3. Resorte de presión | |

Fig. 52. Válvula de control de presión.

Si se cambia la tensión del resorte se varía la presión resultante del aceite. En algunas bombas existe un tornillo para regular esta tensión. Nivelada la presión, el aceite es conducido a un filtro (Fig. 53) donde quedan atrapadas todas las materias contaminantes. Si el elemento del filtro se llegara a obturar (por no haberlo cambiado en su oportunidad), se abre la válvula de seguridad dejando pasar el aceite directamente al motor, sin filtrarse.

El manómetro registra la presión del sistema. En algunos modelos de tractor, la presión se registra sólo con un foco de color verde que prende únicamente cuando la presión es baja o cero. En otros tractores se utiliza un medidor eléctrico.

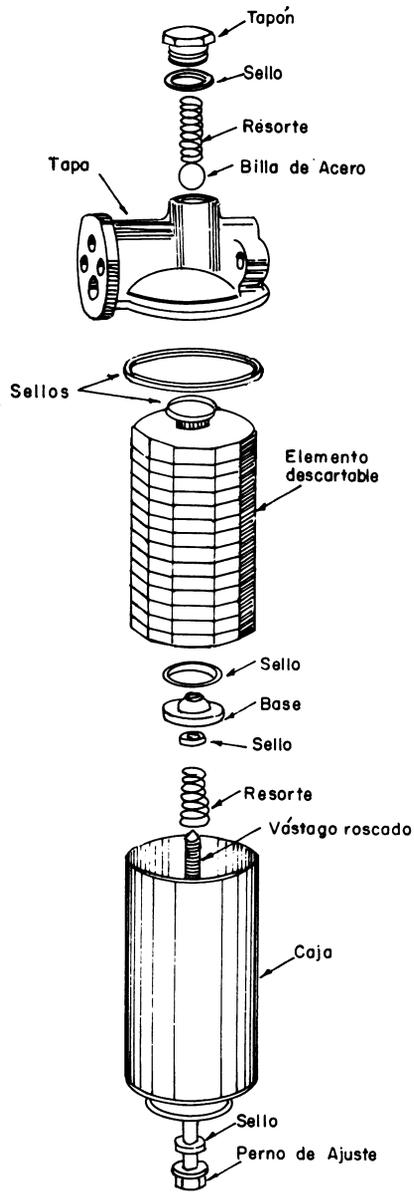


Fig. 53. Filtro de aceite.

Con este sistema combinado de lubricación se consigue lubricar a presión: los cojinetes y la bancada del eje cigüeñal; los cojinetes y los codos del cigüeñal; los cojinetes y los asientos del eje de levas; los cojinetes de los balancines; los cojinetes de los pines de los pistones (no siempre).

Se lubrican por salpicadura o neblina: las paredes de los cilindros; la parte baja y lateral de los pistones; los engranajes de distribución; las colas de las válvulas; los botadores o buzos; las levas del eje de levas; y las varillas empujadoras (para válvulas a la culata).

El tercer sistema o de mezcla de combustible y aceite se usa solamente en los motores de dos tiempos de gasolina.

El aceite debe mezclarse con el combustible, de preferencia fuera del tanque. La proporción varía de 1 a 15 a 1 a 25. La cifra 1 indica la cantidad de aceite y la otra, la cantidad de la gasolina.

Esta mezcla llega al carburador donde se dosifica con aire, luego ingresa al "carter" y allí se centrifuga y nebuliza. La lubricación se realiza por pasajes y orificios de los cojinetes y ejes y también por el humedecimiento de otras piezas. En vista que cierta cantidad de aceite logra subir a la cámara de combustión, estos motores presentan cierto problema con el mantenimiento, sobre todo de las bujías que se carbonizan con bastante frecuencia.

ACEITES

Generalidades

Son productos más o menos densos, resultantes de la destilación y del refinamiento del petróleo crudo y que mejorados con ciertos procesos y sustancias, se utilizan en la lubricación de los motores.

Viscosidad

Es la resistencia al flujo. Los aceites más viscosos son los más densos o gruesos y presentan mayor resistencia al flujo en conductos. La viscosidad se mide con un viscosímetro (instrumento que mide el tiempo que demora el aceite en pasar por un orificio calibrado); la temperatura se mantiene igual para evitar cambios en la lectura de la viscosidad.

Clasificación S.A.E. (Sociedad de Ingenieros Automotrices). Según la viscosidad, los aceites para motor se han clasificado en:

- S.A.E. 5 W²,
- S.A.E. 10 W²; livianos o delgados
- S.A.E. 20 W²

- S.A.E. 20'
- S.A.E. 30 – mediano
- S.A.E. 40;
- S.A.E. 50; pesados o gruesos.

Los aceites para transmisiones y diferencial: S.A.E.: 75, 80, 90, 140 y 250.

Aceite multigrado

Son aceites especiales compuestos con aditivos sintéticos llamados “polímeros” que mantienen la viscosidad entre ciertos límites cuando cambia la temperatura. A estos aceites se les asignó la letra W. Así, por ejemplo, si se adquiere aceite 20 W 30 indica que, aún cambiando la temperatura, el aceite mantendrá las características inherentes de los aceites S.A.E. 20 y 30. Son más utilizados en vehículos en los cuales el motor debe someterse a continuos cambios por las características de su trabajo, o sea que tenga que arrancar y apagar frecuentemente; ser detenidos en su marcha con más regularidad, etc., lo que hace variar la temperatura continuamente.

Los taxis y los camiones de transporte, y los ómnibus, son los vehículos que podrían sacar mayor ventaja de este tipo de aceite.

Clasificación de los aceites según A.P.I. (Instituto Americano de Petróleo). De acuerdo al tipo de trabajo y de motor, los aceites se clasifican en:

- M.L. Para motores a gasolina con trabajos livianos y constantes. Temperaturas externas normales.
- M.M. Para motores a gasolina con trabajo moderado e intermitente. Temperaturas externas normales.
- M.S. Para motores a gasolina con cambios constantes de velocidad y carga. El esfuerzo del motor es fuerte. Las temperaturas son bajas.
- D.G. Para motores Diesel con características de trabajo M.L.
- D.M. Para motores Diesel con características de trabajo M.M.
- D.S. Para motores Diesel con características de trabajo M.S.

Ultimamente se han clasificado a los aceites según su comportamiento a los requerimientos militares. Se utilizan las letras MIL – L, pero este tipo no se usa todavía en muchos de los países de América Latina.

Aditivos

Son sustancias de origen animal, vegetal o mineral que adicionados al aceite, en cierta proporción, mejoran las cualidades de lubricación y retardan el deterioro del aceite. Los más utilizados son:

- antioxidantes: evitan o demoran la oxidación producida por la presencia del oxígeno y el calor.
- anticorrosivos: controlan la formación de SO_4H_2 que corroe los metales.
- antiespumantes: controlan la formación de burbujas de aire en el aceite.
- antifricción: contribuye a disminuir la fricción entre las piezas móviles.
- dispersantes: favorecen el acarreo de ciertas materias como el carbón; las mantienen en suspensión y evitan que se adhieran al motor.
- detergentes: evitan la acumulación de depósitos de materias dañinas: óxidos, sales, ácidos, gomas, etc.

Mejoradores del índice de viscosidad. Evitan los cambios exagerados de la viscosidad producidos por los cambios de temperatura.

Aditivos para extrema presión. Se utilizan en aceites que soportan grandes presiones; por ejemplo, en cajas de cambio, diferencial, etc.

Mantenimiento

El mantenimiento de los sistemas de lubricación comprende:

1. revisión del nivel de aceite en el "carter";
2. cambios de aceite y de los elementos del filtro;
3. limpieza del respiradero del "carter";
4. comprobación del funcionamiento del indicador de la presión;
5. comprobación del funcionamiento de la válvula de seguridad del filtro;
6. buen uso de los aditivos;
7. ajuste de los tapones y buen cierre de los empaques (del filtro, del "carter", de la tapa, etc.);
8. uso del grado del aceite según las especificaciones;
9. reajuste del resorte de la bomba o su cambio por otro nuevo.

CAPITULO 9

SISTEMAS DE CARBURACION

INTRODUCCION

Este Capítulo describe las partes que constituyen el sistema de alimentación de gasolina y de aire al motor. La mezcla de combustible debe mantenerse en cierta proporción a una velocidad moderada del motor y debe ser alterada en velocidades bajas y altas y cuando el motor desarrolle un mayor esfuerzo o carga.

Para el arranque del motor se requiere una mezcla rica, es decir, que haya mayor cantidad de gasolina en proporción. La relación 1 a 10 indica una mezcla rica (una parte de gasolina por 10 partes de aire, en peso).

Cuando el motor calienta, el carburador debe bajar automáticamente la riqueza a 1 en 15 y para aceleraciones rápidas a carga completa, la mezcla nuevamente debe enriquecerse. Una mezcla pobre sería de una proporción 1 en 20.

PARTES DEL SISTEMA DE CARBURACION

Las diferentes partes que constituyen un sistema de carburación son: el tanque de combustible, la llave de control, las tuberías, el vaso de decantación, la bomba de la gasolina (si el tanque está más bajo que el carburador), el carburador, el múltiple de admisión, el filtro de aire, el medidor del nivel de la gasolina y el gobernador (en la Fig. 54 pueden observarse estas partes).

Tanque de combustible

Generalmente está localizado a mayor altura que el carburador, por lo tanto no se requerirá de la bomba de gasolina y la alimentación será simplemente por gravedad. El método de alimentación de combustible por gravedad está siendo reemplazado por el de bomba de combustible.

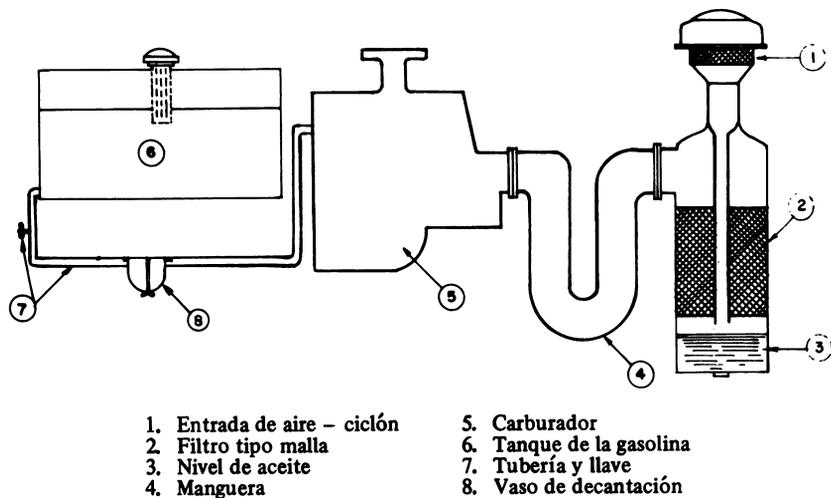


Fig. 54. Sistema de carburación.

Llave de control

Está ubicada a la salida de la tubería de la parte inferior del tanque. Sirve para abrir o cerrar el flujo de la gasolina.

Tuberías

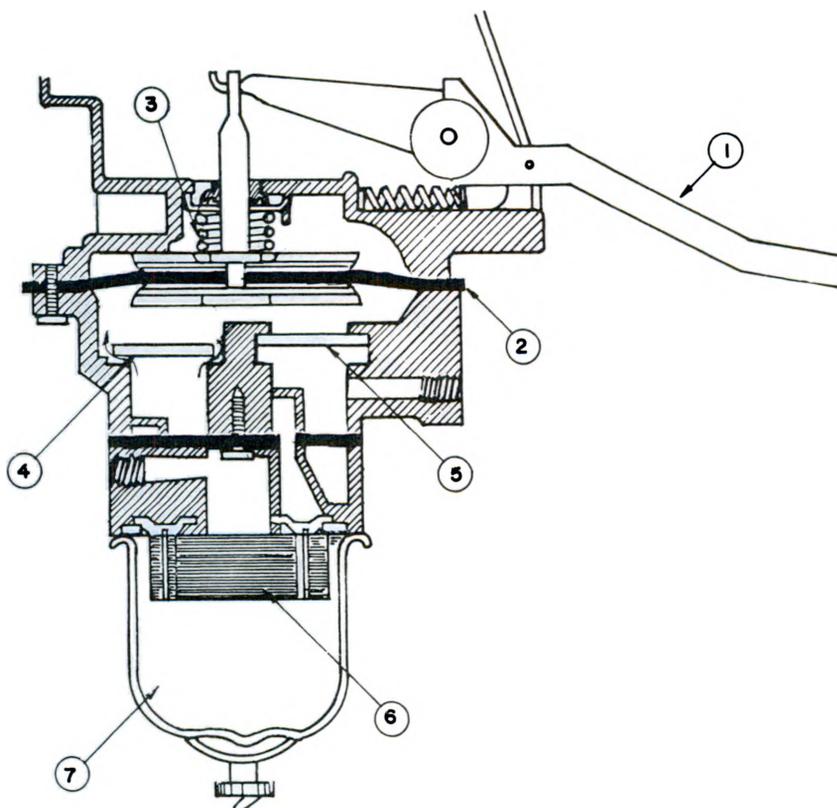
Sirven para conducir el combustible desde el tanque hasta el carburador; las uniones se hacen por medio de niples de bronce.

Vaso de decantación

Es un vasito de vidrio en el cual puede encontrarse un elemento filtrante. La función del vaso es permitir que la gasolina decante la suciedad, el óxido y el agua, en la parte inferior.

Bomba de gasolina

Si el tanque está a un nivel inferior que el carburador, es necesaria una bomba tipo diafragma. En la Fig. 55 puede observarse este artefacto; el diafragma se somete a un movimiento recíprocante desde el eje de levas del motor, de tal manera que el volumen entre el diafragma y la caja varía en cada viaje de éste. Al aumentar el volumen en la cámara se admite combustible y se abre la válvula respectiva; al disminuir el volumen se aumenta la presión en esa cámara y el combustible puede salir hacia el carburador.



- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1. Brazo de acción | 5. Válvula de salida |
| 2. Diafragma | 6. Filtro |
| 3. Resorte | 7. Vaso de decantación |
| 4. Válvula de entrada | |

Fig. 55. Bomba de combustible.

La bomba tiene una válvula de entrada y otra de salida que operan en forma alternada. Un resorte empuja al diafragma en su viaje de compresión. Si el depósito de gasolina del carburador se llena y la aguja cierra la entrada de gasolina, el resorte no podrá empujar al diafragma para seguir bombeando gasolina hasta que se produzca una disminución de la presión entre la cámara de bombeo y la entrada al carburador; es decir, hasta que nuevamente se permita la entrada de la gasolina a la cuba o depósito del carburador.

Carburador

Este artefacto tiene a su cargo las siguientes funciones:

1. Preparar la mezcla de la gasolina y del aire.
2. Variar la proporción de la mezcla de acuerdo a las velocidades y a los requerimientos del motor.
3. Mantiene la proporción mientras permanecen las condiciones de trabajo del motor inalterables.
4. Atomiza la gasolina.
5. Cambia la aceleración del motor (velocidad de giro del cigüeñal).
6. Inicia y favorece la vaporización de la gasolina.

Para poder llevar a cabo todas estas funciones, el carburador (Fig. 56) consta de las siguientes partes:

Filtro. Se encuentra a la entrada, cerca del niple de conexión. Generalmente es de material lavable, como malla metálica fina.

Asiento y válvula de aguja. Allí se controla la entrada de la gasolina hacia la cuba. La aguja puede subir o bajar según el nivel de gasolina en la cuba y la acción de un flotador. Si la aguja sube, la entrada de la gasolina se cierra.

Flotador. Es una pieza metálica hueca o a veces simplemente de corcho, que al flotar en la gasolina sube o baja actuando así sobre la válvula de aguja. El flotador mantiene un nivel constante de gasolina en la cuba, esté parado el motor o funcionando.

Cuba o cámara del flotador. Es el espacio donde se aloja el flotador y donde se almacena la gasolina a un nivel constante.

Economizadores o "giglairs". Son piezas pequeñas en forma de tornillos con una perforación longitudinal en el centro. Se colocan en las líneas de gasolina y su función es controlar el pasaje de la gasolina. Forman parte del sistema de compensación del carburador (cambios en la proporción de la mezcla).

Conductos. Son pasajes de pequeño calibre que comunican las diferentes partes del carburador. Hay conductos para gasolina, para aire y para mezcla.

Surtidor principal. Es un conducto vertical o inclinado que contiene gasolina hasta cierta altura (la correspondiente a la de la cuba). Su función es la de abastecer de gasolina cuando el motor no está en mínima. En algunos carburadores existen más de uno y toman el nombre de auxiliar o suplementario, según las exigencias del motor.

Surtidor de mínima. Es un tubo o conducto que abastece de gasolina solamente cuando el motor está en mínima, es decir, cuando el acelerador está sin accionar.

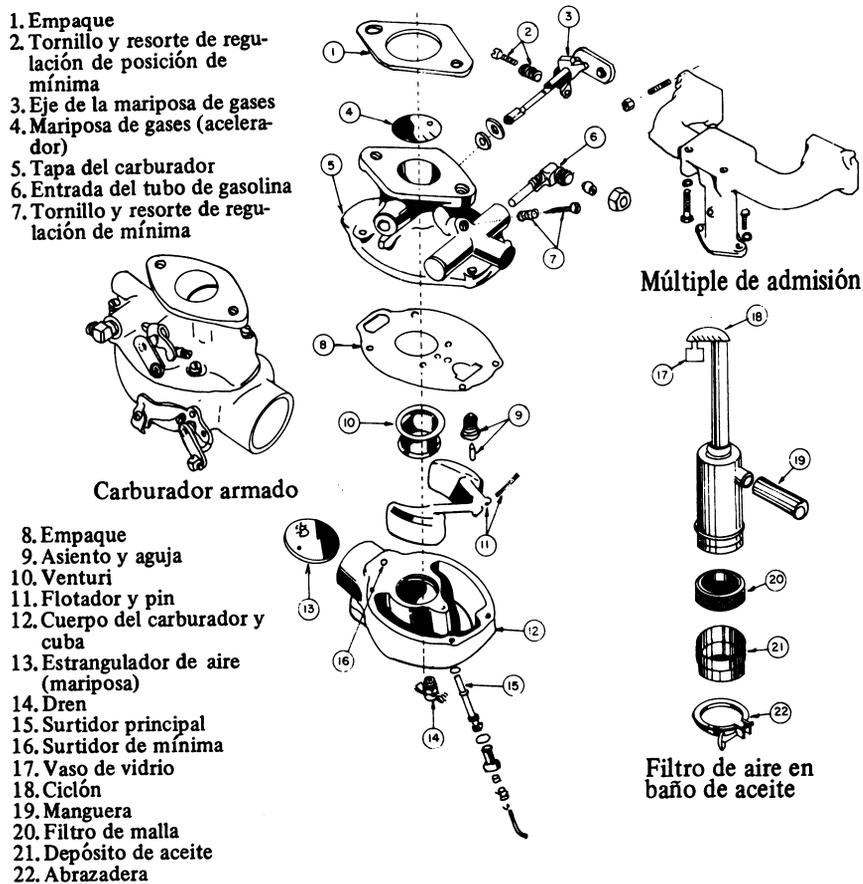


Fig. 56. Partes de un carburador y filtro de aire.

Tornillos de regulación. Sirven para regular el carburador para obtener la máxima eficiencia. Generalmente son tres; a veces solamente dos. Ellos son:

- a. **Tornillo de alta.** Se usa para la regulación a medianas y altas velocidades.
- b. **Tornillo de mínima.** Regula el suministro de gasolina en mínima (alrededor de 600 R.P.M.).
- c. **Tornillo de posición.** Su función es permitir que la mariposa de gases (acelerador) no cierre completamente el conducto de la mezcla y así pueda obtenerse una buena velocidad de mínima sin que se apague el motor.

Mariposa de aire (“choke”). Es una pieza circular que está ubicada en la entrada de aire del carburador y controla el ingreso de éste para producir una mezcla rica durante el arranque. Una vez calentado el motor, deberá permanecer completamente abierta.

Mariposa del acelerador. Es similar en forma a la anterior. Está colocada a la salida del carburador y su función es determinar la velocidad de giro del motor, es decir, que controla el volumen de la mezcla que pasará a los cilindros.

Venturi. Es una constricción o disminución del diámetro del conducto de aire del carburador, que provoca una disminución de la presión, para permitir la salida de la gasolina del surtidor principal y/o suplementario. La gasolina puede “saltar” a la corriente de aire y así formarse la mezcla carburante.

Múltiple de admisión (Fig. 56)

Es el conjunto de tubos que se inician en cada una de las aberturas de admisión del motor y luego se van reuniendo hasta constituir uno solo. Este tubo es el que va conectado al carburador. El múltiple y el tubo de admisión tienen menor presión que la atmosférica (4 a 14,6 libras/pulg²).

Cuando se hace girar el motor para el arranque o cuando el motor está ya arrancado, ésta baja de presión o vacío relativo es lo que ocasiona que el aire sea “absorbido” a través del filtro de aire, continúe al carburador, donde se prepara la mezcla y de allí pase a cada cilindro a través de su respectiva válvula de admisión.

Cerca del múltiple de admisión se encuentra el múltiple de escape que irradia calor y favorece la vaporización de la gasolina.

Filtro de aire

Los motores de los tractores y de los motores estacionarios, así como otros vehículos utilizan el sistema de filtrado del aire en “baño de aceite”. En ciertos modelos y marcas se utiliza un elemento cambiante y el sistema se llama “filtrado en seco” o “filtrado con cartucho”. En todo caso el objeto es retener respectivamente las impurezas del aire (polvo, arena, hojas, paja, etc.).

El filtro de aire en baño de aceite consta del ciclón, del depósito de vidrio, del tubo de ingreso del aire, del depósito de aceite, del filtro de malla metálica, de las mangueras y de las abrazaderas.

Medidor del nivel de la gasolina

Es un instrumento de medición eléctrica, en el que se registra la mayor o menor intensidad de la corriente suministrada por la batería. La intensidad varía según la resistencia que aporta el reostato (resistencia variable). Este reostato es accionado por un flotador. Si el

combustible tiene un nivel alto, el flotador mueve el contacto variable del reostato y de esa manera es alterada la intensidad de la corriente eléctrica, la que cambia la fuerza magnética que hace mover la aguja del instrumento con mayor o menor intensidad.

Gobernador o regulador

Es un artefacto de acción centrífuga o neumática que controla la velocidad del motor automáticamente, de acuerdo a la velocidad fijada por el operador y de acuerdo a los cambios de requerimiento de potencia durante el trabajo.

Gobernador centrífugo

Consiste de un sistema de pesas (Fig. 57) que gira mientras el motor está funcionando. El eje de las pesas está conectado al eje de levas del motor. Las pesas pueden abrirse o cerrarse de acuerdo a la velocidad del motor. La bocina puede correr en un sentido u otro sobre el eje y transmitir su movimiento por medio de palancas hasta la mariposa de gases del carburador. El operador puede cambiar la aceleración actuando sobre el resorte del gobernador. El esquema de funcionamiento es así:

tractor liberado de esfuerzo → aumenta la velocidad del motor → las pesas se abren → la bocina se desliza → las palancas se mueven → la mariposa de gases se cierra un poco → el motor se desacelera. En esta forma un motor que tiende a acelerarse, automáticamente se desacelera. Si el motor es sobrecargado, todo el proceso explicado se invierte para lograr que la mariposa de gases abra más.

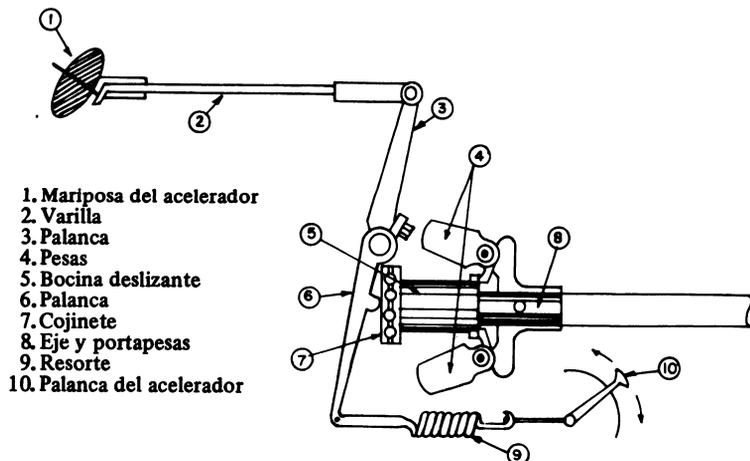


Fig. 57. Gobernador centrífugo.

Gobernador neumático

Está constituido de una caja herméticamente cerrada (Fig. 58) en la que hay una pieza circular llamada diafragma. El diafragma está conectado con una varilla a la mariposa de gases del carburador. La caja está en conexión con el múltiple de admisión por medio de un tubo. El operador puede cambiar la aceleración abriendo o cerrando la mariposa de gases. El esquema de funcionamiento es así:

tractor liberado de esfuerzo \Rightarrow aumenta la velocidad del motor \Rightarrow aumenta el flujo y la velocidad de la mezcla en el múltiple \Rightarrow baja la presión en el tubo de comunicación \Rightarrow aumenta el vacío en el lado izquierdo de la caja \Rightarrow el diafragma es absorbido hacia la izquierda \Rightarrow la varilla mueve a la mariposa de gases cerrándola un poco \Rightarrow el motor desacelera.

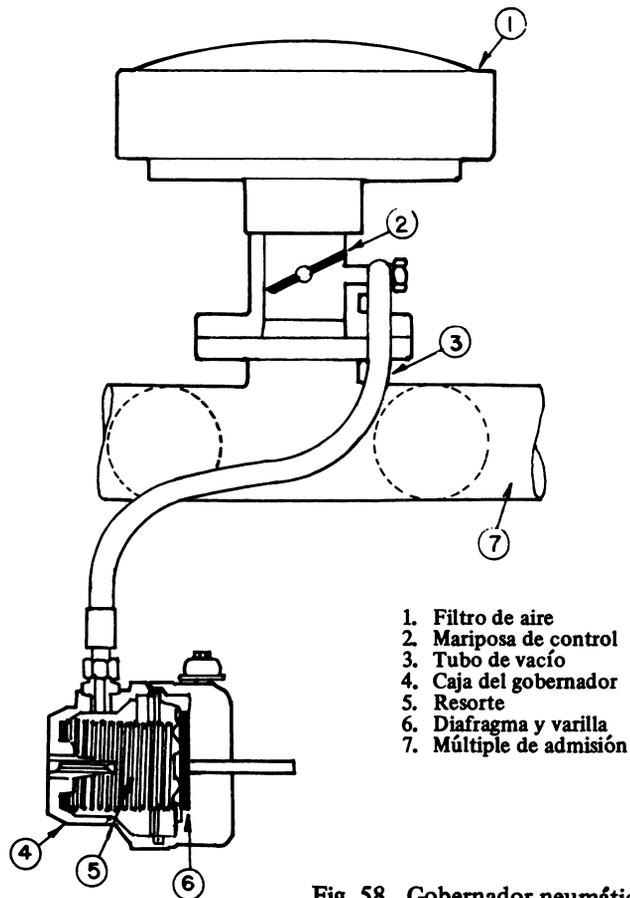


Fig. 58. Gobernador neumático.

Si el motor es sobrecargado, el proceso anterior se invierte lográndose que la mariposa de gases se abra. Estos dos tipos de gobernadores también se utilizan en los motores Diesel. Su instalación y funcionamiento son iguales, con la diferencia que la varilla actúa sobre la bomba de inyección variando el volumen de combustible a inyectarse. En esta forma se varía la aceleración del motor automáticamente, según los requerimientos del motor.

FUNCIONAMIENTO DEL CARBURADOR

En el momento en que se empieza a hacer girar el cigüeñal, ya sea con un arrancador eléctrico, una manivela, una polea y una cuerda, un motor auxiliar, etc., alguno de los cilindros del motor entra en admisión, la válvula de admisión se abre, se crea vacío en el cilindro y se manifiesta a lo largo del múltiple de admisión, del carburador y del filtro de aire. El aire ingresa al carburador en forma restringida (se supone que el operador cerró la mariposa de aire), la velocidad y la cantidad de aire no es suficiente todavía para producir vacío alrededor del surtidor principal, por lo tanto éste no entrega gasolina. En vista que la mariposa de gases (acelerador) está cerrada (por estar en mínima) el vacío es mayor en las inmediaciones de la salida del surtidor de mínima (Fig. 59), por lo que este vacío "absorbe" la gasolina y salta al tubo de admisión y múltiple donde se prepara la mezcla carburante. En esta condición de mínima la mezcla es rica (1 a 9 aproximadamente).

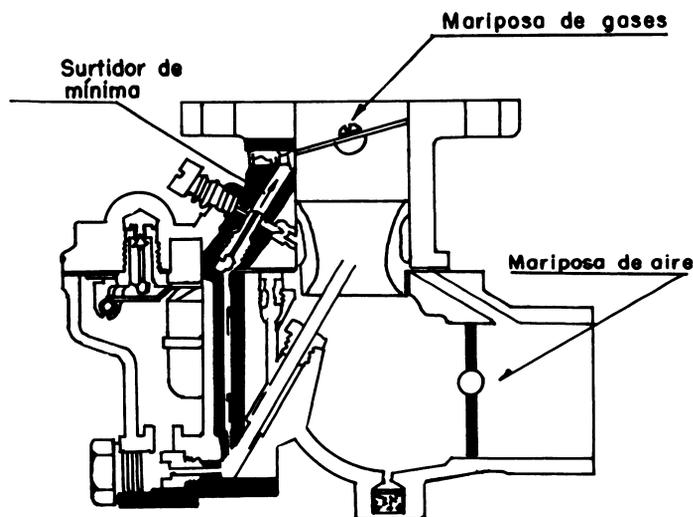


Fig. 59. Carburador con la mariposa de gases y mariposa de aire cerradas.

Pasado un corto tiempo se puede abrir la mariposa de aire (choke) y dejarla abierta a partir de ese momento.

La mariposa del acelerador es abierta por el operador y el gobernador para iniciar el aumento de la velocidad del motor. El vacío en el múltiple aumenta y una mayor cantidad de aire pasa por el carburador, a una mayor velocidad. El venturi ocasiona la caída de presión alrededor del surtidor principal y la gasolina ya puede salir de éste para formar la mezcla. El surtidor de mínima ya no opera. La mezcla está alrededor de 1 a 15 en proporción.

Si las exigencias del motor son mayores (aumentando la carga) automáticamente entra a funcionar un sistema de compensación y la mezcla vuelve a hacerse rica. A medianas velocidades se obtiene el rango económico en cuanto a consumo de combustible se refiere.

El suministro de gasolina se hace con mayor facilidad que la del aire cuando se acelera; esto trae como consecuencia un cambio a una mezcla muy rica; para evitar este inconveniente el mecanismo de compensación inyecta aire al surtidor principal (Figs. 60a. y 60b.) disminuyendo la riqueza. En otras palabras, se evita producir dicho cambio a mezcla sumamente rica.

1. Surtidor de mínima
2. Cámara de compensación
3. Surtidor de compensación
4. Surtidor principal

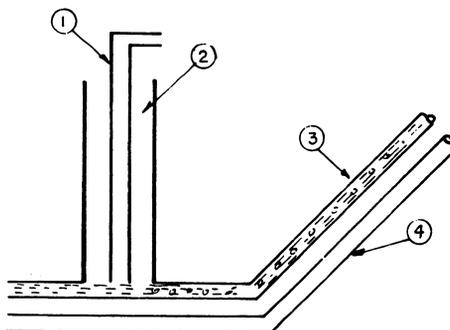


Fig. 60a. Sistemas de compensación en los carburadores "Zenith"

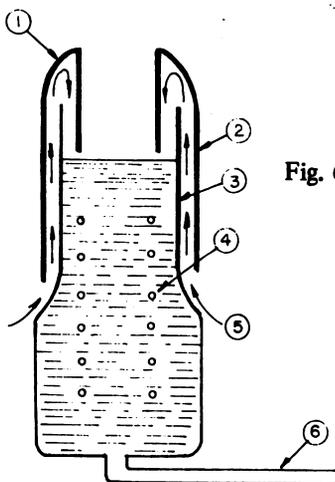


Fig. 60b. Sistema de compensación en los carburadores "Solex"

1. Deflector de aire
2. Tubo exterior
3. Tubo interno
4. Orificios
5. Aire
6. A la cuba

Fig. 60. Carburador con la mariposa de gases y mariposa de aire abiertas.

Regulación del carburador

Se siguen los siguientes pasos:

1. Desarmado y limpieza completa. Ver el estado de los empaques.
2. Se cierra la válvula de aguja con la mano y con el flotador montado, se mide la distancia entre la parte superior de éste y la tapa del carburador. Si la luz no corresponde con la especificada hay que doblar la base del flotador hasta conseguir la medida recomendada.
3. Se cierran completamente los tornillos de alta y de mínima.
4. Se abren 1 1/4 vueltas ambos tornillos.
5. Se regula el tornillo de posición. Se cierra la mariposa de gases, y se actúa sobre el tornillo de posición y se deja una luz de 1 a 2 mm entre la mariposa y el tubo.
6. Se conecta el carburador al múltiple de admisión
7. Se conectan las varillas del gobernador y del "choke".
8. Se arranca el motor y se deja calentar en mínima.
9. Se observa el tacómetro y se reajusta a 500 R.P.M. la velocidad del motor por medio del tornillo de posición de la mariposa de gases.
10. Se cierra ligeramente el tornillo de mínima hasta que el motor comience a fallar, luego se abre de nuevo hasta regularizar la marcha.
11. Se acelera el motor a mediana velocidad (1000 a 1500 R.P.M.).
12. Se cierra ligeramente el tornillo de alta hasta que el motor comience a fallar, luego se abre nuevamente hasta regularizar la marcha. Se acelera y se desacelera rápidamente; si no responde, se abre un poco más el tornillo de alta.
13. Se conecta el analizador de gases de escape y se reajusta cada tornillo según la lectura en el instrumento.

COMBUSTIBLES

Son hidrocarburos derivados de la destilación y refinación del petróleo que tienen alto poder energético, que es liberado con la combustión en presencia del oxígeno.

Características de un buen combustible

1. Debe tener alto poder energético.
2. Debe vaporizar relativamente a baja temperatura.
3. Debe quemarse violentamente en presencia del oxígeno.
4. No debe ser peligroso para su transporte.
5. No debe producir elementos o gases dañinos para la salud.

Combustibles gaseosos

Gas natural. Se usa tal como se obtiene de los pozos. No tiene color ni olor y consiste de metano (CH_4) y algunos hidrocarburos simples. Se usa generalmente para operar motores estacionarios.

Butano y propano, o una mezcla de ambos. Se usan en motores de combustión interna. Se presentan como gases a temperatura y presión atmosférica. Se transportan y almacenan en forma líquida bajo presión. Son conocidos como combustibles L.P.

Combustibles líquidos

Los más comunes son: la gasolina, el queroseno destilado y el combustible Diesel. Son más fáciles de transportar y los más utilizados en motores de combustión interna.

Densidad de los combustibles:

Gasolina	0,70 – 0,75
Bencina	0,73 – 0,75
Queroseno	0,78 – 0,82
Combustible Diesel	0,82 – 0,88

Impurezas de la gasolina. Los dos más importantes son: azufre y gomas. El Azufre causa daños al motor cuando existen condiciones de humedad. Produce SO_4H_2 (ácido sulfúrico) que corroe los metales.

Las gomas favorecen la acumulación de carbón en partes vitales del motor, como son las guías, las válvulas y los asientos. Las gomas aumentan su porcentaje al aumentar el tiempo de almacenaje del combustible.

Grado cetano del combustible Diesel. Es una cualidad de ignición determinada por la comparación del combustible con una referencia estándar, que consiste de una mezcla de cetano ($\text{C}_{16}\text{H}_{34}$) y alfa metil naftaleno ($\text{C}_{11}\text{H}_{10}$).

El porcentaje de cetano que contiene la mezcla indicará el grado cetano.

Grado octano de la gasolina. Es una cualidad de ignición semejante a la anterior, pero utiliza una mezcla de Isooctano (C_8H_{18}) y Heptano (C_7H_{16}).

El porcentaje de Isooctano que contiene la mezcla indicará el "octanaje" o grado octano de la gasolina. Los grados octano más comunes son: 66, 84, y 95.

CAPITULO 10

SISTEMAS DE ENCENDIDO ELECTRICO

INTRODUCCION

Los motores de explosión utilizan dos sistemas de encendido de la chispa en las bujías:

1. Encendido por batería (equipos modernos).
2. Encendido por magneto (equipos antiguos).

En el primer caso, la energía eléctrica de bajo voltaje procede de un acumulador o batería.

En el segundo caso, la energía eléctrica de bajo voltaje es producida por un magneto, al transformar la energía magnética en eléctrica.

En ambos casos, una vez obtenida la corriente de bajo voltaje es transformada en una bobina hasta alcanzar valores superiores a 15.000 voltios. La corriente es distribuida a las bujías según el orden de encendido del motor ya estudiado.

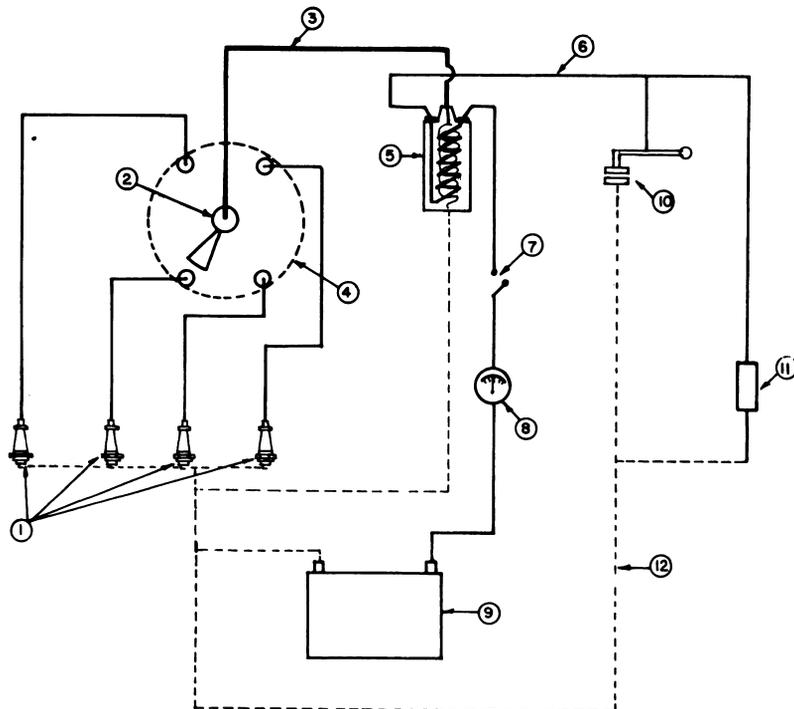
PARTES DEL SISTEMA DE ENCENDIDO POR BATERIA

Estas partes aparecen en la Fig. 61:

Batería

Es un artefacto electroquímico que recibe la corriente continua del generador, la transforma en energía química y la acumula en este estado hasta ser requerida nuevamente como corriente eléctrica. Las baterías automotrices son fabricadas en 6 y 12 v. Cualquier requerimiento de un voltaje superior se obtendrá conectándolas en serie.

La condición química de la batería (electrólito) se mide con un hidrómetro; las lecturas en este instrumento determinan las siguientes condiciones:



- | | |
|--|------------------------|
| 1. Bujías | 7. Interruptor (Chapa) |
| 2. Rotor | 8. Amperímetro |
| 3. Conductor de alta tensión (10.000 v - 15.000 v) | 9. Batería |
| 4. Distribuidor | 10. Platinos |
| 5. Bobina | 11. Condensador |
| 6. Conductor de baja tensión (6-12 v) | 12. Masa o "Tierra" |

Fig. 61. Diagrama de un sistema de encendido con batería.

1,10	—	1,14	completamente descargada
1,14	—	1,17	casi inoperante
1,17	—	1,21	un cuarto de carga
1,21	—	1,24	media carga
1,24	—	1,27	tres cuartos de carga
1,27	—	1,30	carga completa

La condición eléctrica se mide con un voltímetro.

Conductores

Son cables de cobre cubiertos con plástico. Tienen diferentes diámetros y sirven para conducir la corriente de un punto a otro del sistema.

Interruptores

Son unos contactos de acción manual o electromagnética y sirven para conectar o desconectar los diferentes circuitos.

Amperímetro

Es un instrumento eléctrico que mide la intensidad de la corriente e indica la dirección o sentido de la misma.

Bobina

Es la parte del sistema de encendido en la que se transforma la corriente de bajo voltaje a alto voltaje. Consiste de un núcleo de hierro dulce y dos enrollados de alambre, uno grueso y de corta longitud (primario) y otro delgado y de gran longitud (secundario).

Si el interruptor permite el paso de la corriente desde la batería (bajo voltaje) hacia la bobina, en ésta se origina un campo magnético. Cuando este circuito primario es interrumpido por la separación de los platinos será inducida corriente de alto voltaje en el embobinado secundario (10.000 a 20.000 v.); esta corriente es la que se reparte a cada bujía y origina el salto de la chispa.

Distribuidor

Es la parte más compleja del sistema (Fig. 62) y cumple las siguientes funciones:

1. interrumpe el circuito primario de la bobina;
2. restablece el circuito primario de la bobina;
3. recibe la corriente de alto voltaje de la bobina;
4. distribuye la corriente de alto voltaje a las bujías;
5. evita que surja una corriente dañina de mediano voltaje en el circuito primario;
6. permite el adelanto o atraso de la chispa según la altitud sobre el nivel del mar;
7. adelanta y atrasa la chispa automáticamente, según la velocidad del motor.

Las funciones 1 y 2 las cumple a través de los platinos. Las funciones 3 y 4 las cumple el rotor. La función 5 la realiza el condensador. La función 6 se realiza manualmente en la caja del distribuidor. La función 7 la realiza un sistema de pesas o un sistema neumático de avance.

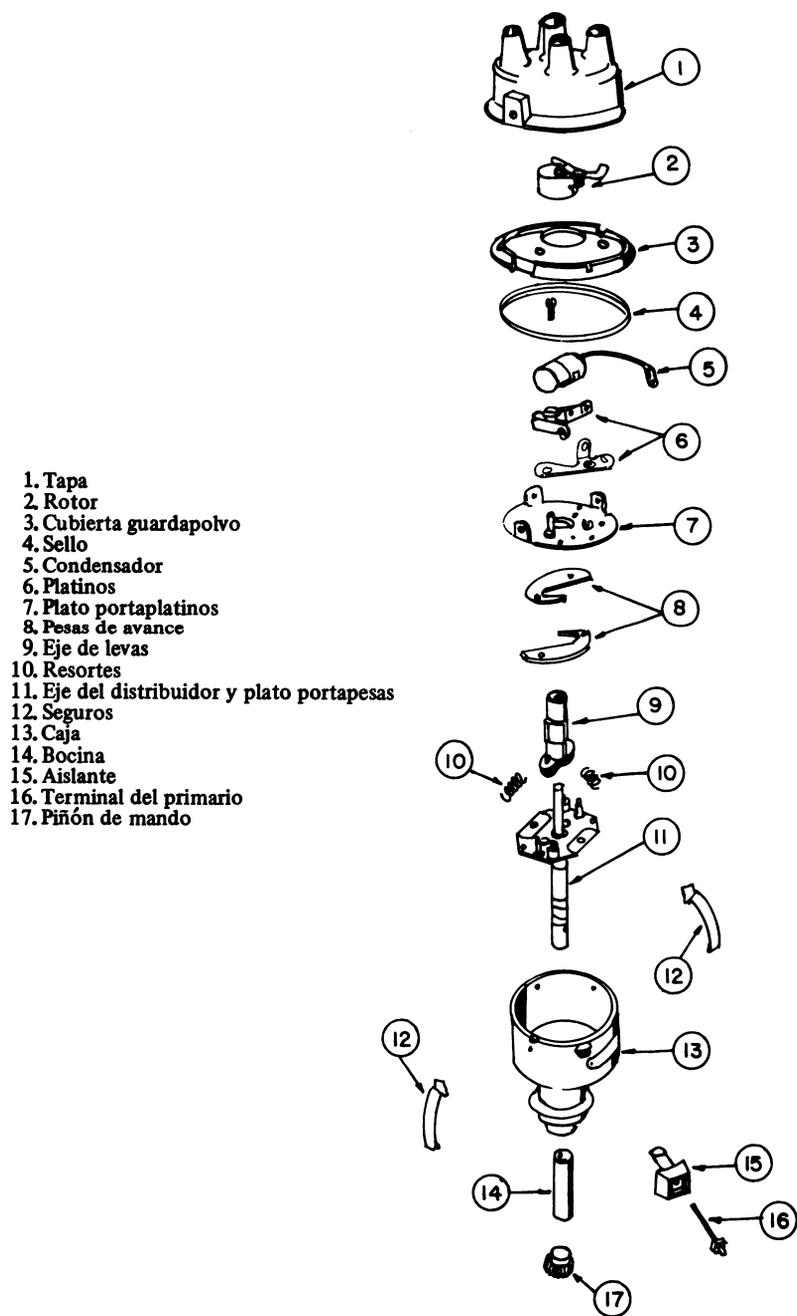


Fig. 62. Distribuidor de encendido (Allis-Chalmers).

Las bujías

Están compuestas de dos electrodos: uno central, que recibe la corriente de alto voltaje y otro externo, que cierra el circuito secundario a tierra. Entre ambos electrodos salta la chispa.

Funcionamiento del sistema

Al establecer el circuito primario o de bajo voltaje, poniendo la llave de contacto en posición de arranque, comienza a girar el motor eléctrico de arranque; éste mueve a la volante, la que por estar fija al eje cigüeñal ocasiona el movimiento de los pistones y del eje del distribuidor. El giro del eje del distribuidor hace que los platinos se abran y cierren con lo que se consigue que se interrumpa el circuito primario al abrirse éstos, y por inducción se origina la corriente de alto voltaje en el circuito secundario de la bobina. Esta corriente es conducida desde la bobina hacia el distribuidor y de allí a las bujías. El distribuidor está sincronizado con el motor en tal forma que el salto de la chispa surja en un cilindro que está terminando la compresión. Al conseguirse el arranque del motor, la llave de contacto retorna a la posición "on", cesa la corriente al arrancador, éste se detiene y desacopla automáticamente de la cremallera de la volante.

SINCRONIZACION DEL SISTEMA DE ENCENDIDO

Para llevar a cabo la sincronización se siguen los siguientes pasos:

1. Se hace girar el motor hasta conseguir la compresión en el cilindro No. 1 (aplicar la prueba del soplido o de los balancines).
2. Mientras se gira el motor para efectuar el paso anterior y teniendo la tapa del distribuidor levantada, se debe observar en qué sentido gira el rotor del distribuidor. Puede ser horario o en sentido contrario.
3. Se regula la luz de los platinos. De 0,015" a 0,020", si no se conoce el dato exacto.
4. Se continúa girando el motor lentamente hasta que por la ventanilla de la volante se consiga observar la marca correspondiente al adelante del encendido. Se puede utilizar de 3° a 8° para lugares hasta de 500 m.s.n.m.
5. Se hace girar ligeramente la caja del distribuidor hasta conseguir que los platinos estén cerrados.
6. Se coloca un papel muy delgado (celofán) entre los contactos de los platinos. El martillo del platino puede forzarse para abrirlo levantándolo con la mano hasta que pueda ponerse el papelito de celofán. Luego se suelta para que lo presione.

7. Con la mano izquierda se debe templar el papelito y con la derecha se hace girar muy despacio la caja del distribuidor en sentido contrario al que gira el rotor. En el instante en que el papel sale, deberá ajustarse a la caja del distribuidor con el respectivo perno de fijación.
8. Debe observarse en qué posición queda el rotor del distribuidor.
9. Se ajusta la tapa del distribuidor en su única posición.
10. Se conecta a la bujía No. 1, la salida de la tapa que corresponda a la posición del rotor. Luego deben conectarse las demás bujías según el sentido de giro del rotor y del orden de encendido del motor.
11. Con el motor arrancado en mínima, se debe reajustar el grado de adelanto del encendido con una luz estroboscópica o una pistola de sincronización.

La lámpara debe iluminar justo cuando aparezca la marca deseada. Si eso no sucediera, se debe girar la caja del distribuidor hacia la izquierda o hacia la derecha, hasta conseguir dicha marca. Luego debe ajustarse el perno o tornillo de fijación del distribuidor.

SISTEMA DE ENCENDIDO CON MAGNETO

Tiene partes similares al del sistema de encendido anterior, tales como las bujías, los conductores, el interruptor, el distribuidor, y la bobina.

A continuación se detallará la parte del magneto encargada de producir la corriente eléctrica, que es donde radica la diferencia fundamental.

Este sistema es mayormente usado en motores estacionarios, pero también se utiliza en tractores y otros motores agrícolas.

El magneto es un artefacto electromagnético, compacto, liviano y muy confiable. Produce la corriente de bajo voltaje a partir de la energía magnética contenida en un imán. Transforma la corriente de bajo voltaje, así generada, en corriente de alto voltaje y la distribuye a las bujías.

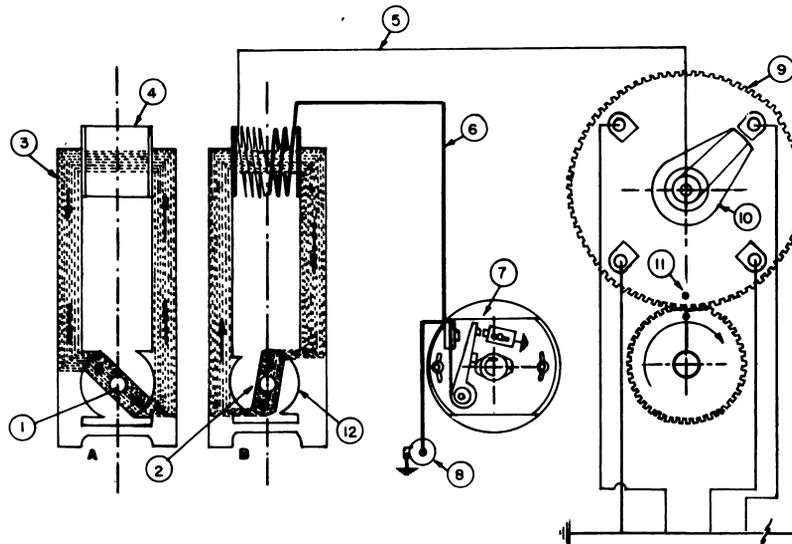
PRINCIPIO DE GENERACION DE LA CORRIENTE DE BAJO VOLTAJE

Existen dos formas de producir corriente eléctrica:

1. haciendo girar un imán en las inmediaciones de una bobina estacionaria,
2. haciendo girar una bobina en las inmediaciones de un imán estacionario.

El primer tipo es el más utilizado en motores de tractores, por lo que se detallará a continuación:

El eje del magneto contiene un imán que aporta la energía magnética. La corriente magnética fluye del polo N al polo S. Como se ha instalado un conductor (armadura) la energía magnética fluye por dicha armadura en el sentido que indican las flechas (Fig. 63), llegando a la bobina y de allí nuevamente al imán.



- | | |
|---|-----------------------------|
| 1. Eje del magneto | 7. Platinos |
| 2. Imán | 8. Condensador |
| 3. Armadura | 9. Distribuidor |
| 4. Bobina | 10. Rotor |
| 5. Alambre secundario o de alta tensión | 11. Marco de sincronización |
| 6. Alambre primario o de baja tensión | 12. Polos |

Fig. 63. Construcción y sincronización del sistema de encendido por magneto.

Haciendo girar el eje y el imán (montado en él), el flujo magnético se invierte (ver flechas del dibujo). En cada inversión del flujo se induce corriente de bajo voltaje en el embobinado primario. En cada vuelta del eje se consiguen dos reversiones del flujo magnético que origina dos inducciones de corriente de bajo voltaje en el embobinado primario.

La corriente que se obtiene es alterna (Fig. 64). Ahora bien, si se consigue que los platinos del distribuidor abran en el instante del máximo voltaje, se logrará que en el secundario de la bobina se obtenga la corriente de alto voltaje y ésta sea distribuida por la tapa del distribuidor en igual forma que en el sistema de encendido por batería.

La corriente así producida es proporcional a la velocidad de giro del eje portaimán y por lo tanto, a la velocidad con que ocurran las

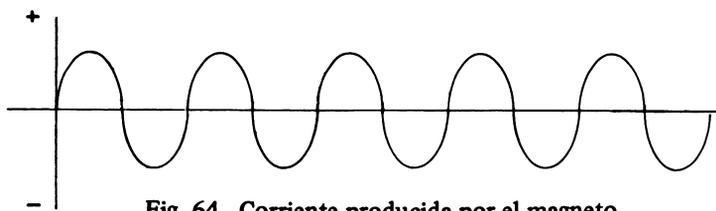
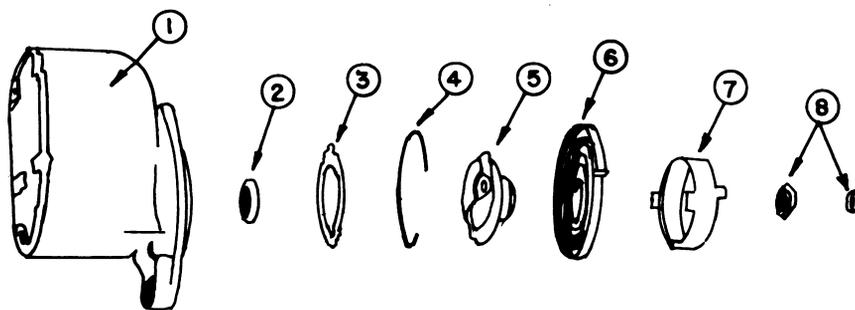


Fig. 64. Corriente producida por el magneto.

reversiones magnéticas. La unión del magneto con el motor se hace por medio de un acople circular (Fig. 65), con carga de resorte. Al iniciar el giro del motor para el arranque, un resorte helicoidal del acople se enrosca hasta producir una tensión capaz de sobrepasar la resistencia de un pin estacionario y el eje será impulsado o “disparado” violentamente; este giro rápido producirá una buena tensión en la bobina y en las bujías. Si no existiera este acople impulsor sería muy difícil o imposible el arranque o mano del motor. La “carga” del resorte espiral ocasiona un retardo en la apertura de los platinos, lo que favorece el arranque.



- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1. Caja | 5. Plato portapesas |
| 2. Retén del aceite | 6. Resorte espiral |
| 3. Plato | 7. Caja del resorte |
| 4. Anillo retén | 8. Tuerca y seguro |

Fig. 65. Parte posterior del magneto mostrando el resorte espiral del acople y el plato portapesas.

SINCRONIZACION DEL MAGNETO

Para sincronizar un magneto se siguen los siguientes pasos:

1. Se pone el primer cilindro en compresión.
2. Se observa el sentido de giro en el acople del motor (si el magneto no está acoplado) o el sentido de giro del rotor (si el magneto ya está acoplado).
3. Se regula la luz de los platinos.

4. Se seleccionan los grados de adelantos del encendido en la volante.
5. Con los pernos de fijación del magneto con el motor aflojados, se mueve el magneto (la caja) hasta que cierren los platinos y se coloca el papelito de celofán.
6. Se gira la caja del magneto en sentido contrario al rotor hasta conseguir que el papelito salga (instante de apertura de los platinos).
7. Se observa bien en la posición en que queda el rotor.
8. Se conecta un cable de la salida del distribuidor que corresponda a la posición del rotor a la bujía No. 1.
9. Según el sentido de giro del rotor y del orden de encendido del motor, se conectan los cables de las demás bujías.

RECOMENDACIONES ESPECIALES

Si el magneto fue reparado o regulado por una persona entendida, sólo debe tenerse cuidado en enfrentar algunas marcas en el acople; por lo general se usa la letra X (Fig. 66). Si el magneto será regulado por una persona sin experiencia, debe hacer lo siguiente:

1. Con un calibrador (gauge) de 0,070" deberá separarse el imán del polo (Fig. 67), si en ese instante comienzan a separarse los platinos (se puede realizar la prueba del papel celofán). El magneto producirá una chispa fuerte. Pero, si los platinos no comienzan a abrirse al separar el imán, deben aflojarse los tornillos del plato portaplatinos haciendo girar el plato hasta conseguir la condición de apertura, luego deben ajustarse nuevamente estos tornillos.
2. Debe tenerse cuidado de que los engranajes de reducción del rotor tengan sus marcas enfrentadas (suelen tener un punto o una raya) en cada uno de los dos engranajes. Si no fuera así, debe sacarse el rotor y el engranaje grande y volverlo a colocar enfrentando dichas marcas.

ADELANTOS Y ATRASOS DEL ENCENDIDO EN AMBOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

Cuando el motor va a operar a cierta altitud sobre el nivel del mar, debe adelantársele el instante del salto de la chispa respecto a la posición del pistón. Para lograrlo, se deberá aflojar el perno que fija al distribuidor o magneto y hacerlo girar en sentido contrario al giro de rotor (Fig. 68). Para atrasar la chispa será necesario mover la caja del distribuidor o magneto en el mismo sentido que gira el rotor.

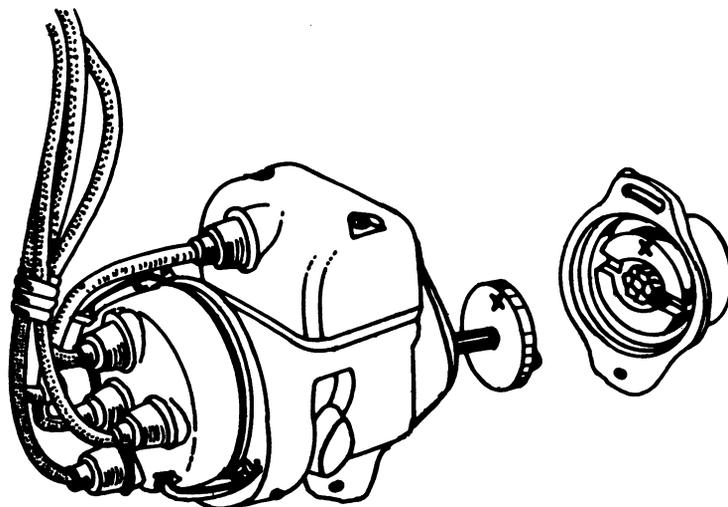


Fig. 66. Enfrentamiento de marcas en el acople del magneto.

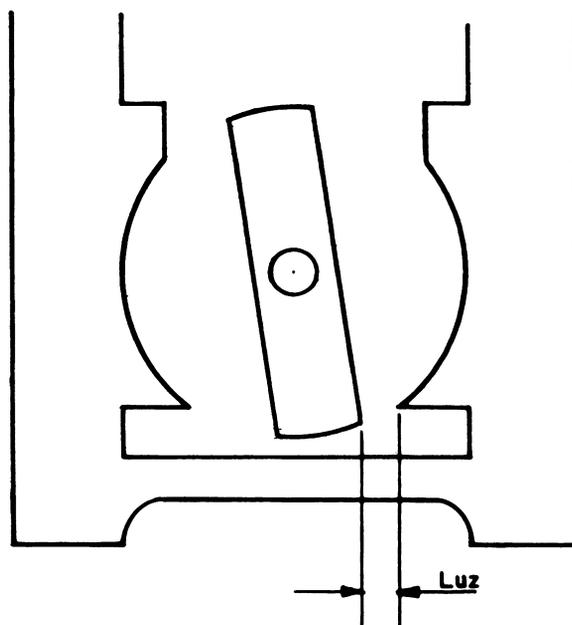


Fig. 67. Sincronización de la máxima tensión y la apertura de los platinos.

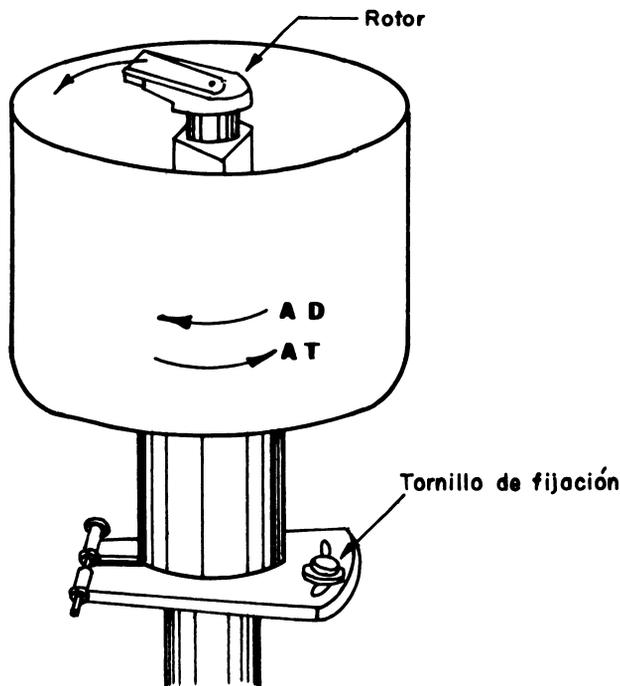


Fig. 68. Adelanto del encendido (AD), atraso del encendido (AT).

AVANCE AUTOMATICO

Ya se dijo que el avance automático es parte de las funciones del distribuidor. Si se considera que todo combustible quema en un tiempo determinado perfectamente definido, se deduce que al variar la velocidad del pistón (motor acelerado), la chispa debe saltar con mayor anticipación que cuando el motor está a baja velocidad. Esto se puede comprender mejor si se parte de la fórmula elemental de:

$$V = \frac{E}{T}$$

V = Velocidad

E = Espacio

T = Tiempo

siendo necesario conservar el tiempo de combustión y habiendo aumentado la velocidad del pistón, será necesario aumentar el espacio para mantener la relación entre los tres. Este espacio aumentado es equivalente a que la chispa salte cuando el pistón está más abajo (posición de adelanto).

El control del avance o adelanto puede realizarse por medio de un sistema de pesas, por un dispositivo de vacío o neumático o por la combinación de ambos.

AVANCE CENTRIFUGO O POR PESAS

En la parte inferior del distribuidor existen dos pesas (Fig. 69) y cuando la fuerza centrífuga aumenta (mayor velocidad del motor) éstas se separan y producen movimiento; este movimiento hace que la parte superior del eje del distribuidor gire cierto ángulo junto con las levas que operan los platinos a una posición tal que los platinos se abren antes, produciéndose así el salto de la chispa con mayor anticipación. Al bajar la velocidad del motor y debido a la acción de dos resortes, las pesas vuelven a su posición de contraídas, haciendo retornar la parte superior del eje del distribuidor a una posición retardada, con lo que se consigue que la chispa salte con mayor atraso.

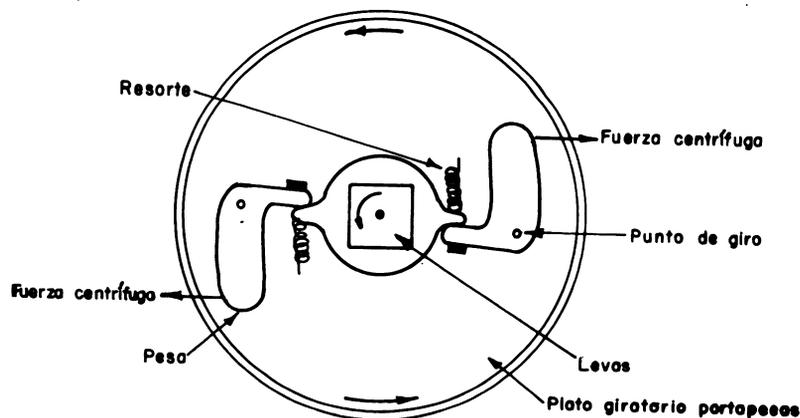


Fig. 69. Avance centrífugo.

AVANCE NEUMATICO

Consiste de un artefacto (Fig. 70) que está conectado al múltiple de admisión o al pasaje de aire del carburador. Cuando la velocidad del motor aumente, aumentará el vacío en el tubo y en la caja, el diafragma será "absorbido" y su movimiento se aprovechará para hacer girar el plato portaplatinos en tal forma que éstos se abran con mayor adelanto. Al bajar la velocidad del motor, el diafragma retornará a su posición anterior retrasando de esa manera el salto de la chispa.

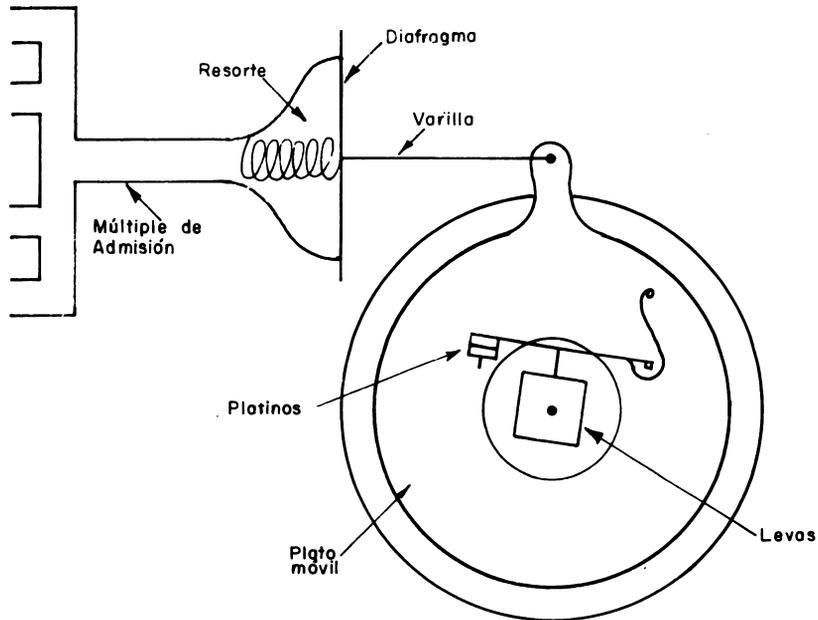


Fig. 70. Avance neumático.

En los motores de los tractores y en los estacionarios que funcionan hasta 2500 R.P.M. es fácil observar con una luz estroboscópica que el adelanto va hasta 35° y 40° antes del P.M.S. y que en mínima (600 R.P.M.) retorna a 3° y 6° .

Para verificar si el sistema de avance funciona correctamente se utiliza la luz estroboscópica.

El motor debe ocasionar esas variaciones, si no fuera así, es signo de que el artefacto tiene alguna avería, generalmente en los resortes o en las pesas, si el adelanto es centrífugo, y fallas en la hermeticidad, si es neumático.

CAPITULO 11

SISTEMAS ELECTRICOS

El sistema eléctrico está compuesto de varios artefactos eléctricos y electromagnéticos que son necesarios para el funcionamiento del motor y del tractor.

En la Fig. 71 se presenta un diagrama simple de un sistema eléctrico de tractor en el que se pueden identificar las partes con el número respectivo. Para lograr una mayor integración se ha considerado el sistema de encendido ya estudiado.

PARTES DEL SISTEMA. FUNCIONES

Batería

En algunos sistemas se conecta el terminal positivo (+) a tierra. En este caso queda conectado el negativo (-) a tierra. La batería suministra la energía eléctrica en el arranque y cuando el generador no trabaja todavía.

Conductores o cables gruesos

Solamente se utilizan en el circuito del arrancador: batería al solenoide; batería a tierra y solenoide al arrancador.

Amperímetro

Registra la dirección e intensidad de la corriente. Está conectado en serie entre la batería y otros circuitos.

Chapa de contacto

Es un interruptor manual que abre o cierra el circuito al arrancador y a otras partes, como el encendido.

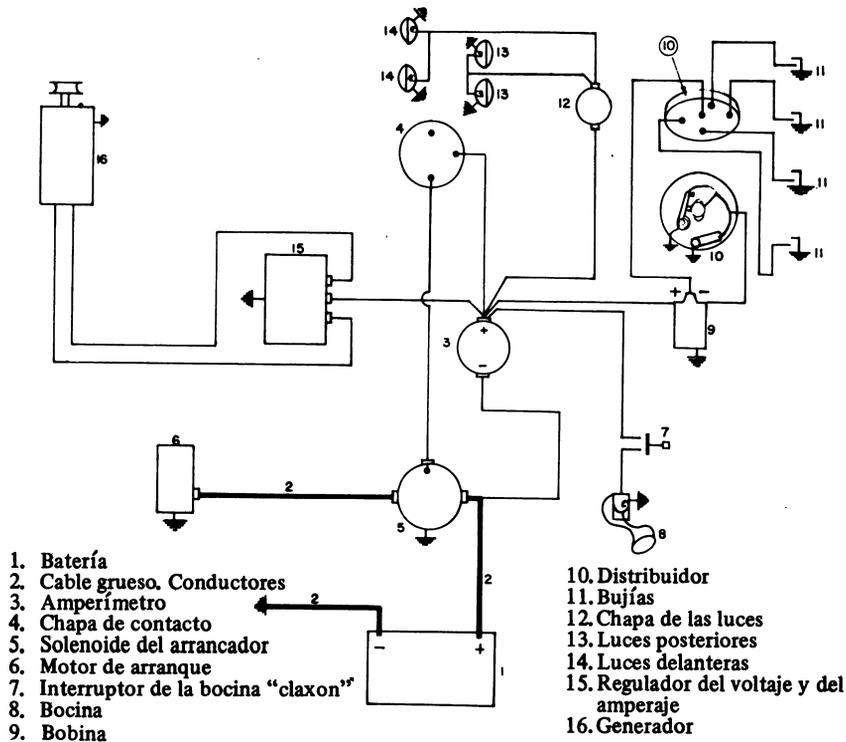


Fig. 71. Diagrama del sistema eléctrico de un tractor de gasolina.

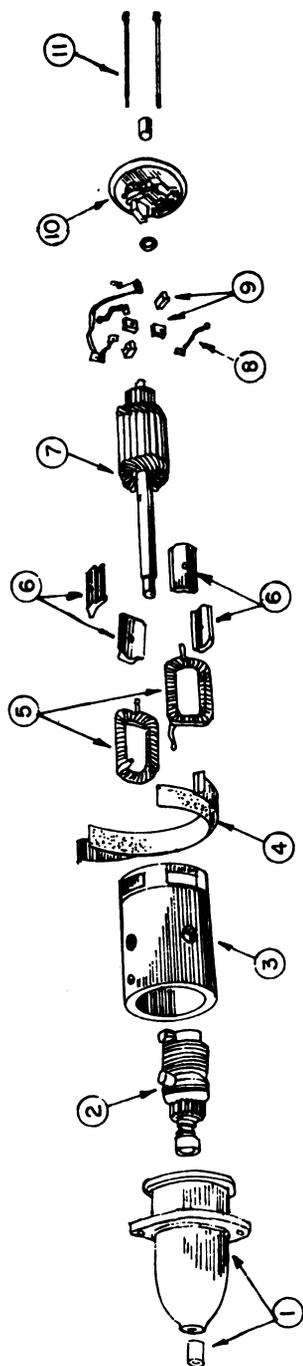
Solenoide del arrancador

Es un electroimán que cuando recibe corriente la batería se energiza electromagnéticamente y mueve un contacto interno que une los puntos A y B (ver dibujo) permitiendo el paso de la corriente al arrancador. Al cortarse el contacto, el artefacto se desmagneta y la placa regresa a su posición de desconexión interrumpiéndose el circuito al arrancador.

Motor de arranque o arrancador

Es un motor eléctrico con 4 ó 6 polos y 4 ó 6 escobillas. El más utilizado es el del primer tipo (Fig. 72).

La corriente que procede de la batería pasa primero por la chapa, luego por el solenoide del arrancador, éste se convierte en electroimán y moviendo la placa contacto permite el paso de la corriente hacia el arrancador. Las escobillas del arrancador (carbones) entregan la corriente a los embobinados los que generan un campo magnético.



- 1. Caja del bendix con su bocina
- 2. Bendix con resorte y engranaje
- 3. Caja del arrancador
- 4. Funda protectora de inspección
- 5. Campos
- 6. Imanes

- 7. Embobinado o piña
- 8. Conexión de los carbones
- 9. Carbones o escobilla
- 10. Plato portaescobilla con su bocina
- 11. Pernos de ensamble

Fig. 72. Arrancador eléctrico.

Esta fuerza magnética reacciona con el campo magnético generado por los imanes y se produce el giro del eje y embobinado debido a las atracciones y repulsiones magnéticas. Este movimiento es utilizado para hacer mover la volante del motor utilizando un pequeño engranaje propulsor. Durante el tiempo que el motor está girando se tiene el circuito del encendido conectado. Al producirse el arranque del motor se desconecta el circuito del arrancador (por la acción de la chapa y solenoide) y solamente queda conectado al circuito del encendido (distribuidor-bujías).

Bocina (claxon)

Es un electroimán de acción intermitente que haciendo vibrar una placa dentro de una caja de resonancia produce sonido.

Interruptor de la bocina (claxon)

Conecta y desconecta el circuito de la bocina (claxon).

Bobina del encendido

Como ya se explicó antes, es un transformador que eleva el voltaje de la corriente procedente de la batería.

Distribuidor

Distribuye la corriente de alto voltaje a las bujías.

Bujías

Permiten que salte la chispa eléctrica entre sus electrodos y al terminar el tiempo de compresión de su cilindro.

Interruptor manual de luces

Opera los diferentes circuitos de alumbrado: luces posteriores y luces delanteras del tractor.

Regulador del voltaje y del amperaje

Es un artefacto electromagnético compuesto generalmente de 2 ó 3 electroimanes (Fig. 73). Regula el voltaje y el amperaje de la corriente desviando el exceso a través de resistencias que transforman esa corriente en calor. Los platinos de los electroimanes vibran entre 200 a 300 veces por segundo para cumplir su función. Uno de los electroimanes es llamado disyuntor, su función es conectar automáticamente el circuito entre el generador y la batería cuando el generador está cargando y hacer la desconexión cuando el generador no carga.

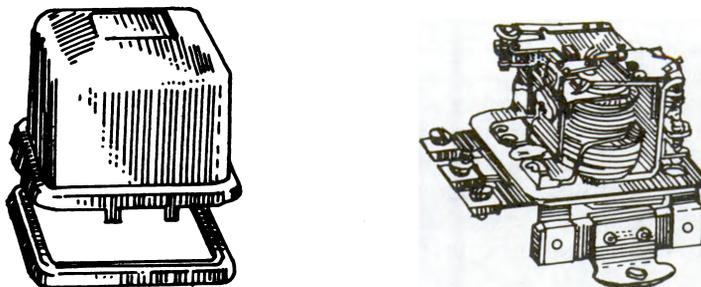


Fig. 73. Regulator de voltaje-amperaje y disyuntor.

Generador o dinamo

Es un artefacto electromagnético que transforma la energía mecánica en energía eléctrica (corriente continua). El movimiento se toma a través de una faja y una polea desde el cigüeñal. Las partes del generador son: la caja con sus imanes y campos, el embobinado o armadura, el recolector, los carbones o escobillas y la polea. En la actualidad este artefacto está siendo reemplazado por otro llamado alternador (Fig. 73a).

Funcionamiento del circuito del generador o circuito de carga

Al arrancar el motor, el eje cigüeñal da movimiento al generador o dinamo, girando el embobinado inducido dentro del campo magnético formado por los imanes y los campos. Las energías mecánica y magnética se transforman en energía eléctrica en cada una de las bobinas del inducido. La corriente así formada es recogida por los carbones (dos o tres de éstos) según sea el tipo de dinamo, y de allí llevada al regulador de voltaje y amperaje, donde es regulada a un nivel ligeramente superior al de la batería. Cuando la velocidad del motor aumenta, se elevará la corriente producida, la fuerza magnética quedará aumentada en los electroimanes del regulador, se pegarán los platinos y parte de la corriente se transformará en calor a través de unas resistencias del regulador. De esa forma bajará la intensidad y el voltaje a un nivel que estará limitado por la fuerza del resorte que actúa sobre dichos platinos. Al bajar el nivel de producción de corriente, disminuirá la fuerza magnética del regulador, los platinos se separarán y la corriente que es baja en intensidad y voltaje ya no pasará por las resistencias, aumentando su nivel. Este proceso se continuará intermitentemente hasta obtener un nivel de corriente ligeramente superior al de la batería.

Cuando se apaga el motor y deja de funcionar el generador, desaparece la energía magnética en el electroimán del disyuntor y así se separarán sus platinos. De esa forma se evita que la corriente de la batería pudiera descargar a través del generador.

Alternador

El generador o dinamo posee un embobinado giratorio y un campo magnético estacionario, como se vio anteriormente. El alternador posee un campo magnético giratorio y el embobinado es estacionario, es decir, contrario al dinamo, en tal forma, que estos conductores estacionarios o bobinas cortan el campo magnético móvil.

El campo magnético del alternador proviene de dos piezas o imanes en forma de disco, con siete dientes axiales (Fig. 73a). Estas dos piezas forman el rotor; son ensambladas muy cerca una de otra intercalando sus dientes de polaridad N. y S. El rotor está montado en un eje giratorio.

En el espacio que queda en el centro del rotor van instalados los embobinados estacionarios o el estator.

La intensidad de la corriente producida en las bobinas es directamente proporcional a la fuerza del campo magnético, a la velocidad de giro del rotor y al número de espiras de las bobinas.

En el alternador, la fuerza del campo magnético y el número de espiras de las bobinas, han sido aumentados ya que en lugar de una simple barra magnética se han usado coronas magnéticas multipolares (ver dibujo 73a) y en lugar de un embobinado simple se han usado varias bobinas. Cuando la corriente fluye por la bobina, se intensifica el campo magnético. La bobina está conectada a la batería a través de un par de anillos aislados que giran con el eje y dos escobillas estacionarias que se apoyan sobre los anillos. Los dos terminales de la bobina están fijados a los anillos. Las escobillas rozan continuamente los anillos. Las espiras de las bobinas que forman el estator están interconectadas en tal forma que la corriente producida en todas ellas se suman.

En vista de que en este artefacto se “fabrica” corriente alterna, ésta debe ser transformada en corriente continua, ya que la batería, el encendido eléctrico y otros componentes del tractor usan corriente continua o directa.

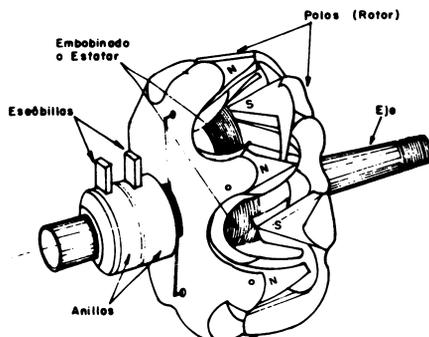


Fig. 73a. Alternador.

En el generador o dinamo (corriente continua) ésta es originalmente alterna y el conmutador o recolector, la pasa a continua. En el alternador se utilizan diodos para hacer la transformación a continua; esto se conoce como rectificación. El diodo permite el paso de la corriente solamente en un sentido.

El alternador, así como el generador requieren regulación. Sin embargo, hay entre ellos algunas diferencias. El alternador no necesita un regulador de corriente; esta regulación es inherente al mismo artefacto. El voltaje sí se regula o se mantiene a un nivel especificado.

El alternador no puede producir una excesiva cantidad de corriente.

El estator puede permanecer permanentemente conectado a la batería, ya que los diodos no permiten el paso de la corriente de la batería hacia él, evitando de esa manera la descarga de la batería cuando el motor no funciona.

Los reguladores de voltaje son similares a los utilizados en el dinamo. Los hay de uno y dos electroimanes, tipo vibrador con platinos y también tipo transistorizado.

Las ventajas del alternador son:

1. Mejor control en la producción de corriente o intensidad, sobre todo cuando hay variaciones constantes en la aceleración del motor.
2. No requiere regulador de amperaje. Sólo necesita regulador de voltaje.
3. No requiere disyuntor o interruptor electromagnético en conexión con la batería.
4. Mejor producción de corriente cuando el motor está en mínima.

Reguladores de tercera escobilla

Algunos generadores tienen tres carbones o escobillas. En este caso, la tercera escobilla está conectada a los campos para producir un aumento de la fuerza magnética de los imanes. Al aumentar la velocidad de giro del generador, se distorsiona el campo magnético establecido entre los imanes del generador y se obtiene menos corriente en la tercera escobilla; es decir, que al tratar de aumentarse la producción de corriente, ésta bajará automáticamente. De esta manera, estos generadores no necesitan reguladores de voltaje y amperaje, pero sí necesitan disyuntor. La tercera escobilla puede cambiarse de sitio manualmente, sí se le mueve en el mismo sentido que gira la armadura, se obtendrá un aumento de voltaje y amperaje. Si se mueve en sentido contrario, se disminuirá. Con un instrumento medidor de corriente será fácil determinar la posición final que debe tener la tercera escobilla.

CAPITULO 12

SISTEMAS DE INYECCION

INTRODUCCION

El sistema de alimentación e inyección de los motores Diesel comprende las siguientes partes:

1. Tanque de combustible, llave y tuberías.
2. Bomba de combustible.
3. Filtro.
4. Bomba de inyección y gobernador.
5. Inyectores.
6. Línea de retorno.

Los tres primeros constituyen el sistema de alimentación de combustible y los tres siguientes el de inyección.

El sistema de alimentación (Fig. 74) es similar al de gasolina ya descrito, con las siguientes diferencias:

El tanque no necesariamente debe estar sobre el nivel de la bomba de inyección, ya que cuenta con una bomba de combustible. Su llave debe permanecer todo el tiempo abierta; solamente debe cerrarse para efectuar algún cambio o alguna limpieza del sistema. Las tuberías son de paredes más gruesas que las de gasolina. La bomba de combustible es igual a la de gasolina ya descrita.

Los filtros del combustible son prácticamente iguales a los filtros de aceite que se explicaron en el Capítulo 8, Sistemas de Lubricación.

El sistema de inyección cumple las siguientes funciones:

1. Varía los volúmenes del combustible a inyectarse, según la aceleración y carga del motor.
2. Corta la inyección para apagar el motor.
3. Inyecta el combustible en los cilindros del motor en el instante preciso (según los grados de adelanto).
4. Pulveriza altamente el combustible.
5. Mezcla el combustible con el aire.

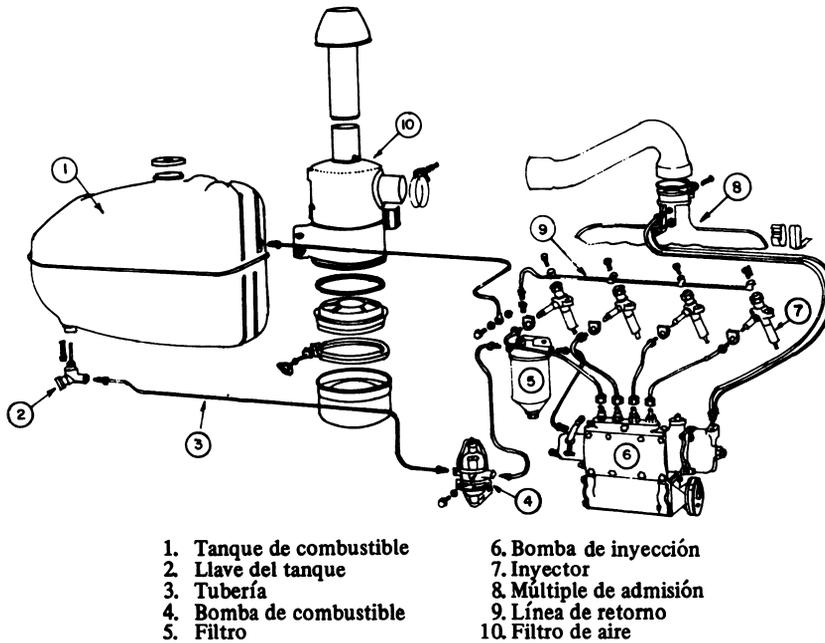


Fig. 74. Sistema de alimentación e inyección Diesel (Fordson super mayor).

TIPOS DE BOMBA DE INYECCION

Los tractores utilizan fundamentalmente dos tipos de bombas: el individual y el distribuidor.

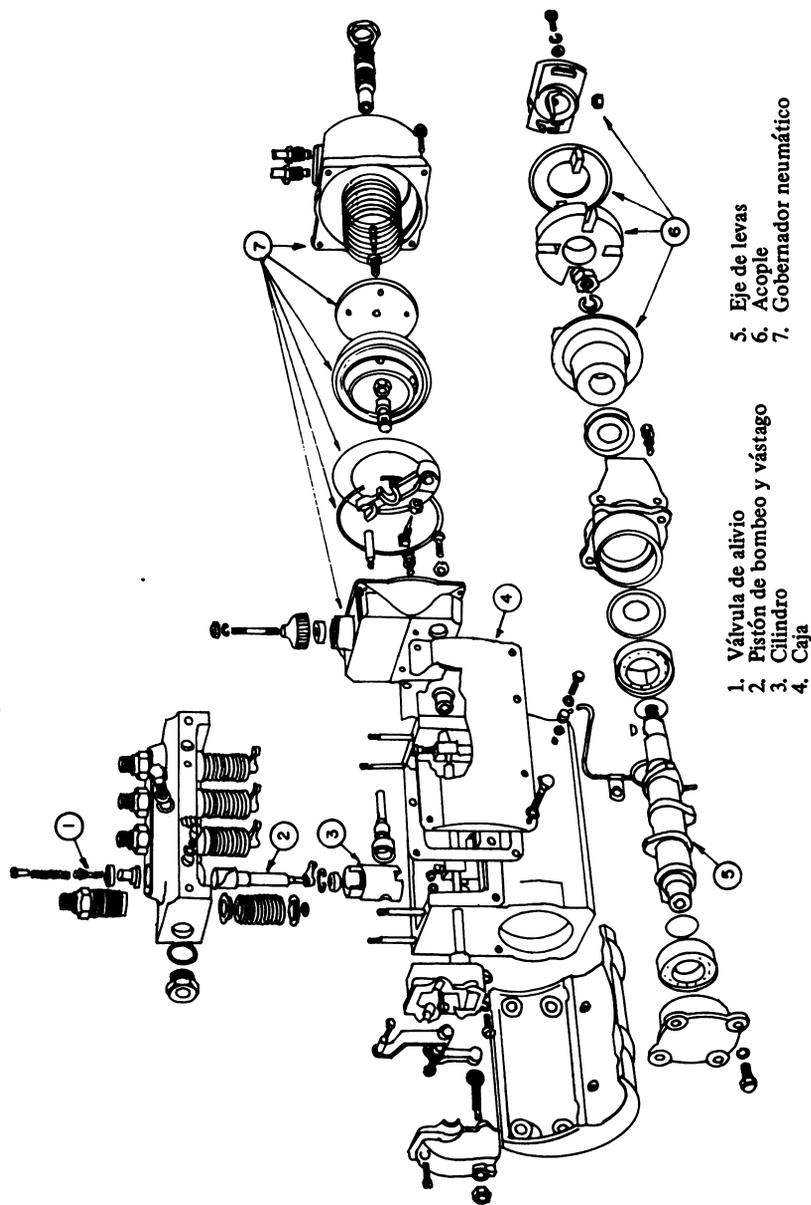
Las bombas de tipo individual son aquellas que tienen tantos cuerpos de bomba como cilindros tenga el motor. Las bombas Bosch son de este tipo. Los de tipo distribuidor tienen un sólo cuerpo de bomba y un sistema de distribución del combustible; entre éstas se tienen a las bombas "International Harvester" y C.A.V. o rotativa.

BOMBA DE INYECCION BOSCH Y SIMILARES

Las partes de este tipo de bomba (Fig. 75) son: válvula de alivio; cilindros y cámaras de combustible; pistones con sus cámaras de descompresión; vástagos con cremalleras y rodillos; eje de levas; sistema de mando y acople.

Funcionamiento

El combustible llega a las cámaras de la bomba con presión media, debido a la bomba de transferencia o de combustible. Si el pistón de



- 1. Válvula de alivio
- 2. Pistón de bombeo y vástago
- 3. Cilindro
- 4. Caja
- 5. Eje de levas
- 6. Acople
- 7. Gobernador neumático

Fig. 75. Bomba de inyección Bosch (Fordson super mayor).

la bomba de inyección está abajo, éste ingresa a través de las aberturas del cilindro de la bomba y llena el espacio superior del cilindro y también la cámara de descompresión. Al subir el pistón de la bomba cierra dichas entradas y se inicia el aumento de presión, la válvula de alivio o de control se abre y el combustible es enviado por la tubería hasta el inyector. Cuando el pistón alcanza cierta altura, la cámara de descompresión enfrenta a las aberturas del cilindro y cae la presión. La válvula de alivio se cierra por la acción de su resorte y cesa la inyección. El volumen de inyección puede variarse, alterando la posición del giro de los pistones de la bomba; esto lo hace el gobernador por medio de la cremallera y así se cambia la aceleración del motor. El inicio de la inyección siempre es el mismo, lo que se varía es el término de la inyección, éste depende de la carrera efectiva (Fig. 76) o distancia entre la cabeza del pistón de bombeo y el punto del borde de la cámara de descompresión que en ese instante enfrenta el orificio del cilindro.

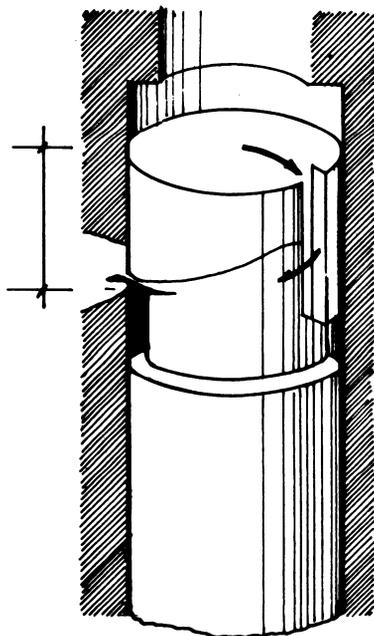


Fig. 76. Elemento de bomba y su carrera efectiva.

BOMBA DE INYECCION INTERNATIONAL HARVESTER

Esta bomba (Fig. 77) es muy parecida a la anterior, con las diferencias siguientes: tiene sólo un cuerpo de bomba; el sistema de entrega del combustible o la distribución, se hace por medio de válvulas que a su vez son operadas por un eje de levas.

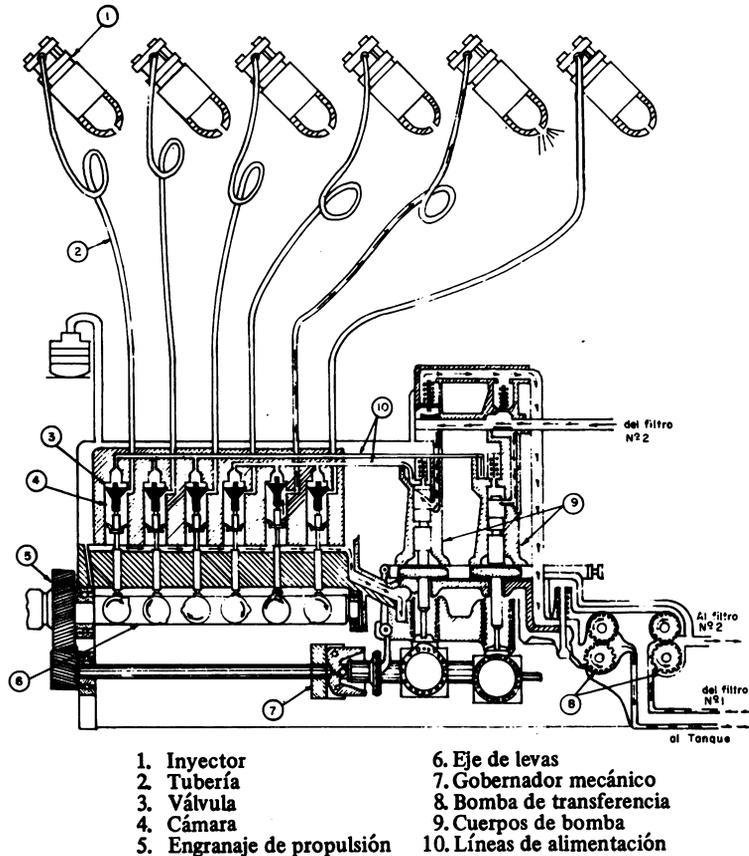


Fig. 77. Bomba de inyección (International Harvester).

En el instante en que sube el pistón de bombeo levantando la presión, se abre la válvula de distribución correspondiente al cilindro del motor que debe admitir la inyección.

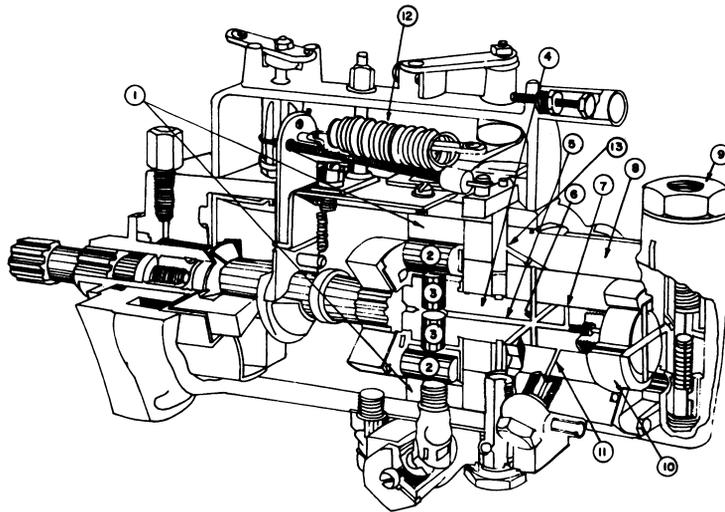
BOMBA DE INYECCION C.A.V.

Estos tipos de bomba distribuidora (Fig. 78) difieren de las anteriores en que son rotativas. Sus partes son: bomba de alimentación; válvula reguladora de presión; rotor (parte giratoria); cabeza hidráulica (parte fija); cuerpo de la bomba; válvula de medición.

Funcionamiento

Admisión. El pasaje de entrada del combustible desde la cabeza hidráulica, enfrenta a la ranura de alimentación del rotor; el combus-

tible ingresa debido a la presión dada por la bomba de alimentación tipo paletas y llega a la cámara de bombeo formada por las cabezas de dos pistones (Fig. 78). Aquí puede observarse que el canal de entrega no alinea con la salida al inyector.



- | | |
|---|---|
| 1. Anillo de levas | 8. Cabeza hidráulica |
| 2. Rodillos | 9. Válvula reguladora de presión |
| 3. Pistones del cuerpo de bomba | 10. Bomba de transferencia (Tipo paletas) |
| 4. Rotor | 11. Perforación de salida de la cabeza hidráulica |
| 5. Perforación de alimentación | 12. Gobernador mecánico |
| 6. Perforación en comunicación con el cuerpo de bomba | 13. Válvula de medición |
| 7. Perforación de entrega a los inyectores | |

Fig. 78. Bomba de inyección de combustible tipo de distribuidor C.A.V. DPA.

Compresión. Al girar el motor y el rotor de la bomba, los dos pistones de bombeo se acercan uno al otro debido a la acción de las levas y se inicia la compresión y la consiguiente elevación de la presión del combustible. En esta fase, los pasajes de admisión ya no enfrentan el orificio de alimentación de la cabeza hidráulica, pero el canal de entrega sí enfrenta ahora el canal de salida al inyector.

El volumen de inyección y la aceleración dependen de la presión de la bomba de transferencia y de la posición de la válvula de medición que es controlada por el gobernador.

SINCRONIZACION DE LAS BOMBAS DE INYECCION

En cualquier tipo de bomba, la sincronización se obtiene de la manera siguiente:

1. se coloca el cilindro No. 1 del motor en compresión;

2. se determinan los grados de adelanto en la volante y se pone ésta en esa posición;
3. se aflojan los pernos del acople de sincronización;
4. se gira con la mano el eje de mando de la bomba hasta conseguir el enfrentamiento de las marcas; y
5. se ajustan los pernos del acople.

Purga de los sistemas de inyección

El sistema de inyección debe operar en perfectas condiciones de limpieza y herméticamente, ya que si ingresara aire, el sistema fallaría. El aire puede ingresar cuando falla un empaque del filtro de la bomba, cuando no ajusta bien un niple de alguna tubería o cuando el tanque del combustible se vacía. Si esto ocurre, el aire debe extraerse.

Para lograr la purga o extracción del aire, las tapas de los filtros presentan dos pernos de purga; también los presenta la bomba de inyección. Para efectuar la purga se deben seguir los siguientes pasos:

1. verificar si hay combustible en el tanque;
2. verificar si la llave de combustible está abierta;
3. aflojar todos los pernos de purga;
4. cebar con la mano la bomba de combustible;
5. esperar que salga aire y combustible por el primer tapón de purga del filtro y cerrarlo cuando sólo salga combustible sin burbujas.
6. continuar bombeando hasta que ocurra lo mismo con el segundo tapón del filtro, después ajustar dicho tapón;
7. continuar bombeando y hacer lo mismo con cada tapón de la bomba de inyección;
8. dar al motor de arranque hasta que el motor Diesel comience a trabajar normalmente.

Inyectores

Los inyectores (Fig. 79) son las partes por donde se inyecta el combustible pulverizado a las cámaras de combustión del motor.

El combustible ingresa al inyector, continúa por una perforación central y llega a una cámara donde existe una válvula sometida a la presión de un fuerte resorte; esta válvula se levanta por la presión del combustible y éste sale por uno o más orificios, llamados también boquillas.

Formas de inyección

Algunos motores tienen la cámara de combustión encima del pistón (entre éste y la culata). En este caso se llama inyección directa.

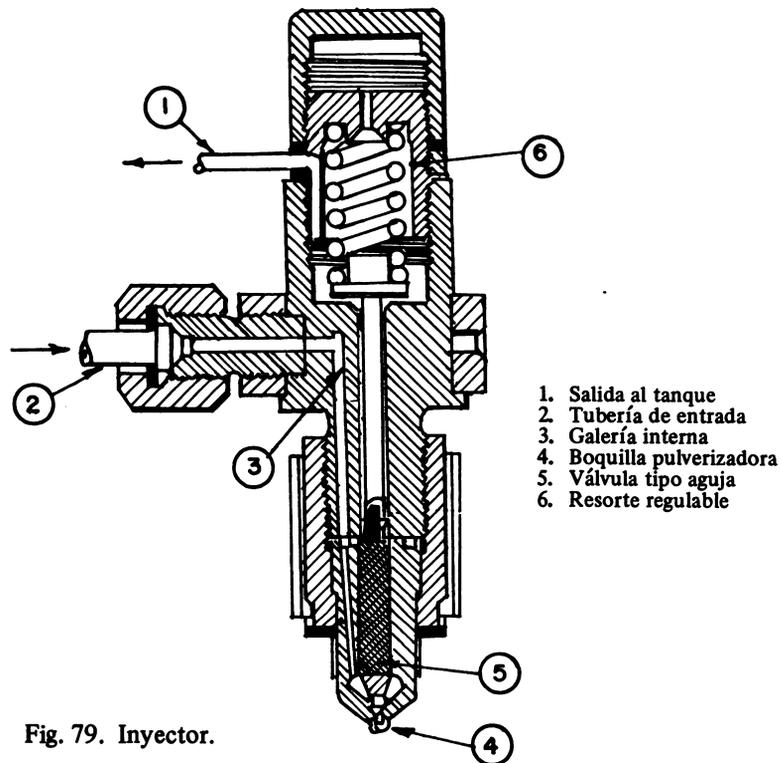


Fig. 79. Inyector.

Otros motores tienen cámara especial en la culata y en este caso se llama inyección indirecta.

Gobernador o regulador de velocidad

En el Capítulo 9 se explicó lo que era un gobernador, los tipos existentes, etc. En los motores Diesel se utilizan los dos tipos descritos (centrífugo y neumático) con la salvedad de que la varilla de acción va conectada a la bomba de inyección en lugar del carburador, que estos motores no los tienen.

Arranque de los motores Diesel

Para el arranque de los motores Diesel pueden utilizarse los siguientes métodos:

1. con arrancador eléctrico (ya explicado en sistemas eléctricos);
2. con motor auxiliar de gasolina;
3. convirtiendo momentáneamente el motor Diesel en motor a gasolina y nuevamente a Diesel:

4. con manizuela o soguilla;
5. con aire comprimido (motores estacionarios).

En estos métodos de arranque se puede hacer uso de las siguientes ayudas: cápsulas de éter sulfúrico; bujías de calentamiento; cigarros de ignición; y descompresor.

Los tres primeros se utilizan en climas fríos. El descompresor es un mecanismo que baja la compresión del cilindro a cero. Este se consigue abriendo las válvulas de los cilindros forzadamente desde afuera. Cuando el motor ha ganado inercia, se opera el descompresor en el otro sentido y así se restituye la compresión del motor permitiendo el arranque.

El descompresor se usa algunas veces para apagar el motor; esto no debe hacerse ya que el carbón de las válvulas cae dentro de la cámara de combustión ocasionando trastornos y hasta el rayado del cilindro y del pistón. También pueden ocasionarse daños a las válvulas del motor.

El apagado del motor debe hacerse siempre actuando con el cable o la varilla que van conectados a la bomba de inyección.

CAPITULO 13

TRANSMISION, EMBRAGUES, CAJAS DE CAMBIO, CONVERTIDORES DE TORSION, MANDO FINAL

TRANSMISION

La transmisión es el conjunto de mecanismos que trasmite la fuerza y el movimiento desde el motor hasta las ruedas propulsoras o catalinas de los tractores de orugas.

EMBRAGUES

Los embragues sirven para acoplar o desacoplar el movimiento del motor a partir de la volante.

EMBRAGUE DE SIMPLE ACCION

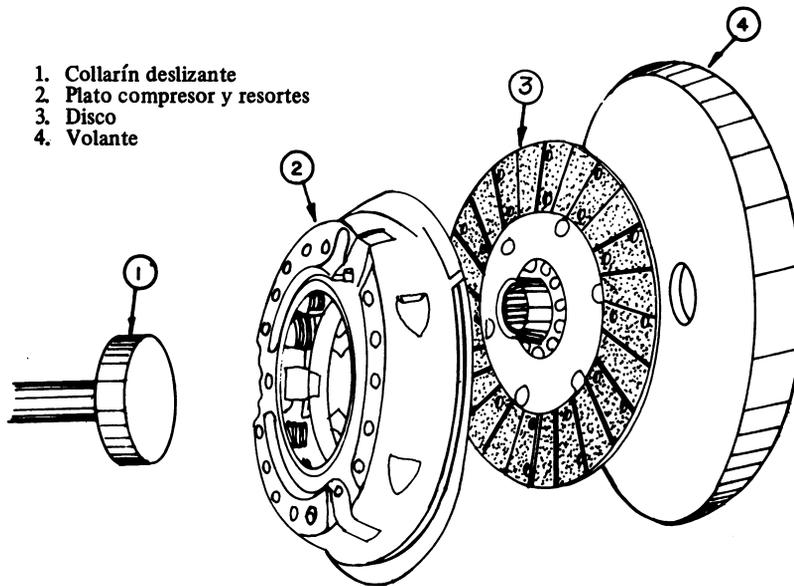
Se llama también monodisco seco o de fricción (Fig. 80). Consiste de un disco de acero forrado con asbesto por ambas caras; un plato compresor con resortes; un juego de palancas o uñas; un cojinete de acción o collarín y los pedales con su regulador y resorte de recuperación.

Funcionamiento

Cuando se oprime el pedal se actúa con el collarín sobre las uñas; éstas comprimen los resortes y el plato compresor se separa de la volante. El disco queda desacoplado de la volante y no hay transmisión al eje del disco. El movimiento no llega a la caja de cambios o al convertidor de torsión. Al soltarse el pedal se obtiene la acción inversa y el movimiento sí puede transmitirse.

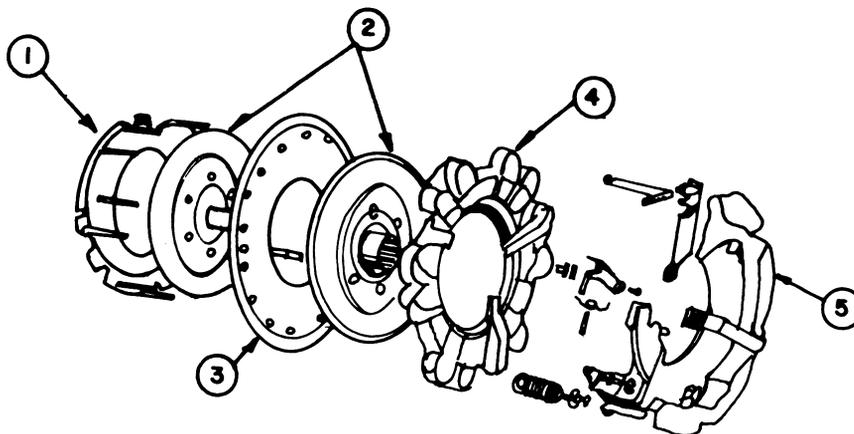
EMBRAGUE DE DOBLE ACCION

Se utilizan los mismos principios que en el anterior, pero se diferencia en que posee dos discos, dos platos de compresión y dos juegos de uñas (Fig. 81). Uno de los discos está montado sobre el eje



- 1. Collarín deslizable
- 2. Plato compresor y resortes
- 3. Disco
- 4. Volante

Fig. 80. Embrague de simple acción.



- 1. Base posterior-plato
- 2. Discos
- 3. Plato central
- 4. Plato de compresión del P.T.O.
- 5. Cubierta del embrague

Fig. 81. Embrague de doble acción (Fordson major).

que opera la caja de cambios y el otro sobre el eje que opera el toma de fuerza.

Funcionamiento

Al oprimirse el pedal a una primera posición, se descomprime el disco del eje que opera la caja de cambios, el tractor no se desplaza pero continúa el giro del eje toma de fuerza. Al oprimirse a fondo el pedal, ambos discos se desacoplan, el tractor no se desplaza y el toma de fuerza cesa de girar. Este sistema tiene la ventaja que el toma de fuerza es independiente de la acción de la caja de cambios.

EMBRAGUE DE PALANCA

Se utiliza mayormente en tractores de orugas, con el objeto de dejar en libertad al operador para que pueda utilizar los dos pies para frenar. Su principio de operación es similar al de simple acción.

EMBRAGUE HIDRAULICO

Muchos tractores a orugas y algunos de ruedas utilizan una turbina montada en el cigüeñal y otra turbina en el eje de entrada a la caja de cambios. A la primera se le llama impulsor y a la segunda rotor. Estas turbinas (Fig. 82) están dentro de una caja hermética y llena de fluido hidráulico. Cuando el motor está en mínima (600 R.P.M.) la energía hidráulica no es suficiente para mover el rotor. Al aumentarse la velocidad del motor, el aceite se energiza y comienza a hacer girar el rotor, obteniéndose un acople suave y eficiente. La característica de este embrague es que no requiere de pedal ni palanca para operarlo.

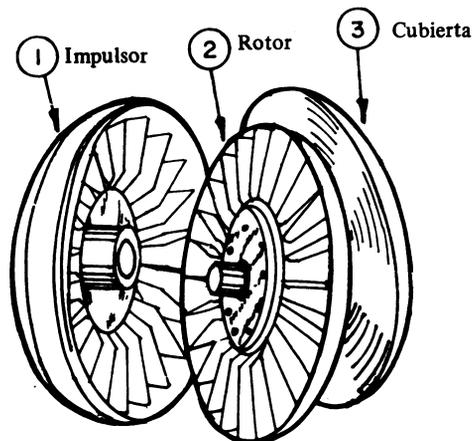


Fig. 82. Embrague hidráulico.

EMBRAGUE CENTRIFUGO

Se utiliza en vehículos menores (tractores de jardín). Un sistema de pesas está montado en la volante y al aumentar la aceleración el motor las pesas se abren por haber mayor fuerza centrífuga y ese movimiento de las pesas se utiliza para acoplar el plato compresor y el disco con el eje propulsor de la caja de cambios.

CAJAS DE CAMBIOS

Definición y descripción

Se denomina caja de cambios a un conjunto de engranajes fijos y deslizantes que tienen la posibilidad de ser engranados en varias combinaciones, obteniéndose así diferentes velocidades y fuerzas.

La caja de cambios (Fig. 83) muestra a los engranajes de la primera, segunda, tercera y retroceso, así como el tren fijo y la palanca de acción. Estos engranajes están lubricados con aceite de transmisión. Su operación no puede realizarse sobre la marcha como ocurre con los automóviles y en otros vehículos.

Para obtener cajas de seis velocidades adelante y dos atrás se utiliza una caja pequeña adicional llamada de alta y baja. En general, cualquier caja de 4, 5 y 6 revoluciones da origen a cajas de 8, 10 y 12 cambios, utilizando la alta y baja.

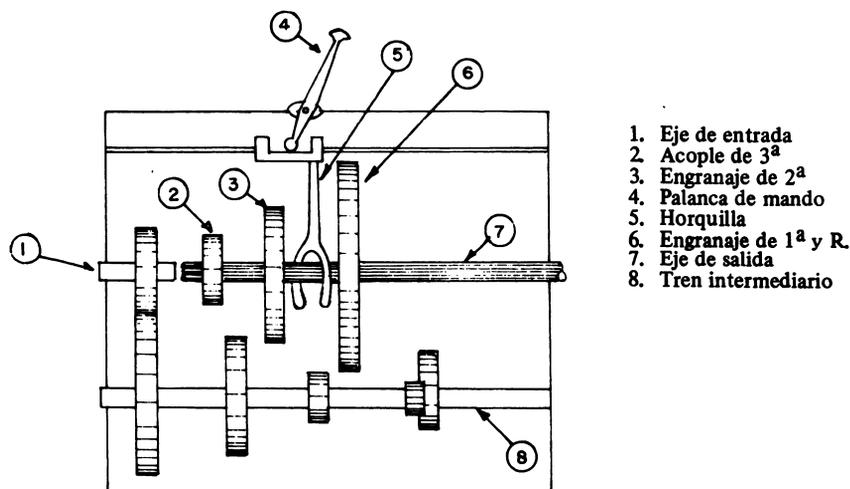


Fig. 83. Caja de cambios de tres velocidades adelante y una atrás.

Caja de cambios epicíclica

Son cajas semiautomáticas que operan con la ayuda de sistemas hidráulicos (servo). Pueden operarse sobre la marcha y tienen hasta 12 cambios graduales. Tres sistemas epicíclicos o planetarios son interconectados para dar los rangos de velocidad indicados. Estos conjuntos epicíclicos son operados por embragues y frenos y no es necesario aplicar el pedal para hacer los cambios. Las características de estas cajas son: sin sonidos ni golpes; no requieren embrague para cambiar de velocidad; son prácticas y cómodas; ahorran combustible; ahorran tiempo.

CONVERTIDORES DE TORSION

Definición y descripción

Todo mecanismo que cambia la fuerza de giro de un eje es un convertidor de torsión. Una caja de cambios, el piñón de ataque y la corona, la caja de alta y baja, etc., son ejemplos de convertidores de torsión.

Se llama convertidor de torsión a todo sistema mecánico, hidráulico o eléctrico o combinación de ellos, que puede aumentar el torque o fuerza de giro "sobre la marcha".

Generalmente este mecanismo está ubicado delante de la caja de cambios a la que modifica en su acción. Estos mecanismos son muy útiles en tractores que realizan empuje, movimiento de tierra, cosechadoras autopropulsadas, etc.

El convertidor de torsión hidráulico (Fig. 84) es un embrague hidráulico modificado, al cual se le ha añadido un tercer elemento llamado "estator" o turbina estática. El aceite hidráulico rebota en él

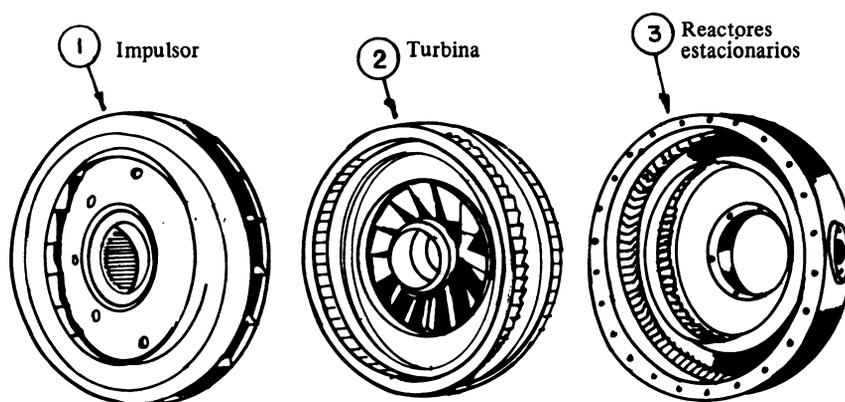
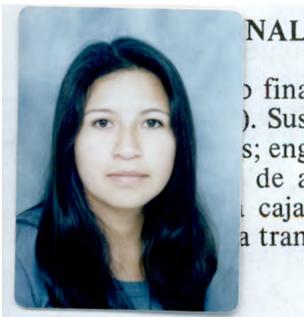


Fig. 84. Convertidor hidráulico.

y vuelve al rotor aumentando la fuerza de torque. El convertidor de torsión mecánico opera con engranajes planetarios. Si se frena la caja del convertidor, los engranajes internos obtienen movimiento de rotación y se ejerce la disminución de velocidad o aumento del torque en la transmisión. Si se deja libre la caja del convertidor, los engranajes internos solamente tienen movimiento de traslación y no se ejerce aumento de torque.

MANDO FINAL



MANDO FINAL DE LOS TRACTORES DE RUEDAS

El mando final es la última parte de la transmisión de estos tractores. Sus partes son: piñón de ataque y la corona; diferencial; ejes laterales; engranajes reductores.

El piñón de ataque y la corona reducen la velocidad del eje de la caja de cambios y permiten que el movimiento longitudinal se convierta en movimiento transversal por medio de la corona y los ejes laterales.

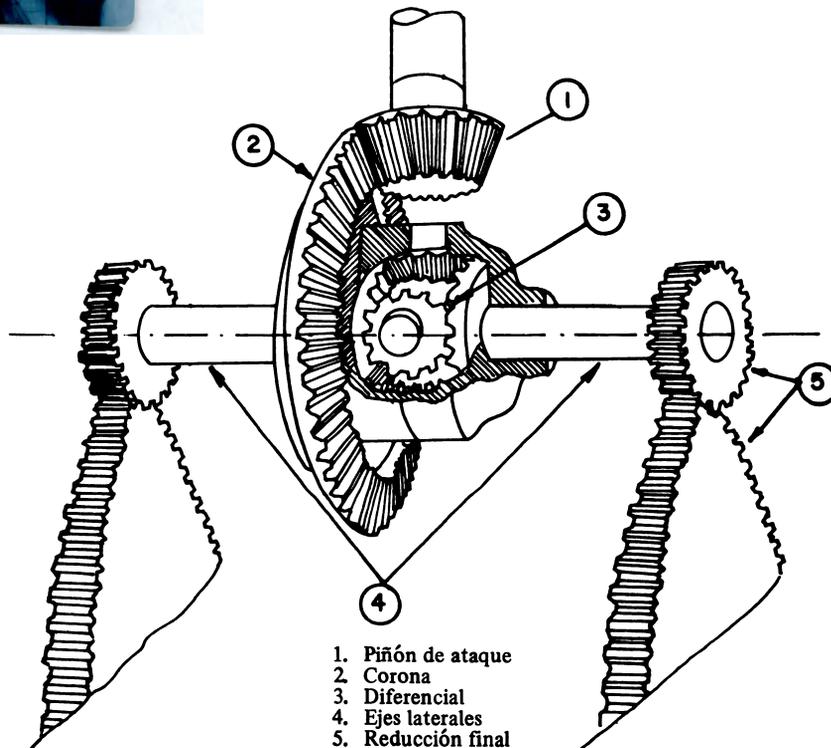


Fig. 85. Mando final. Tractor de ruedas.

El diferencial permite que una rueda aumente, disminuya o elimine su giro respecto a la otra. Esto es necesario al hacer giros con el tractor o al aplicar los frenos.

Los engranajes reductores disminuyen la velocidad de los ejes laterales y aumentan el torque.

Bloqueo o traba del diferencial

Cuando el terreno es muy resbaladizo es conveniente eliminar temporalmente el trabajo del diferencial, de esta manera las ruedas posteriores "se ayudan" una a otra y se elimina el riesgo de patinamiento y empantanamiento del tractor. El mecanismo actúa uniendo los dos planetarios del diferencial por medio de un acople deslizante de garras. Solamente debe bloquearse el diferencial cuando el tractor se desplaza en línea recta.

MANDO FINAL DE LOS TRACTORES DE ORUGAS

Los tractores de orugas poseen también piñón de ataque y corona, así como engranajes reductores (Fig. 86).

El diferencial es reemplazado por dos embragues polidisco montados cada uno en los ejes laterales. De esta manera cada oruga puede desconectarse independientemente una de otra para dar las curvas. Si se desacopla una oruga solamente con el embrague direccional, el radio de curvatura es muy amplio, sobretodo cuando el tractor no remolca ningún implemento en la barra de tiro. Para acortar el giro se debe aplicar el freno del lado en que se efectúa el giro, así la oruga respectiva elimina el "arrastre" que alarga los giros. Para detener el tractor debe desacoplarse el embrague de la volante y nunca debe hacerse desacoplando los dos embragues direccionales, aunque puede lograrse igual efecto.

Ruedas. Las ruedas sirven para desarrollar la tracción, soportar el tractor, propulsarlo, dirigirlo, amortiguar los golpes y vibraciones y darle altura o despeje vertical al tractor agrícola. Las ruedas van provistas de llantas neumáticas que se llenan con agua para aumentar el peso del tractor y mejorar el agarre contra el suelo. Para disminuir el patinamiento de las ruedas se utilizan los siguientes métodos: aumento de la superficie de contacto; aumento del peso; aumento del agarre de la llanta.

Cambios de trocha. Las ruedas posteriores y anteriores pueden separarse o acercarse para obtener diferentes anchos de trabajo o de trocha. Los siguientes métodos se utilizan para lograrlo:

1. Se corre la bocamasa o cubo sobre el eje lateral, el que posee ranuras longitudinales;
2. se desplaza la bocamasa sobre el eje lateral, el que posee ranuras transversales;

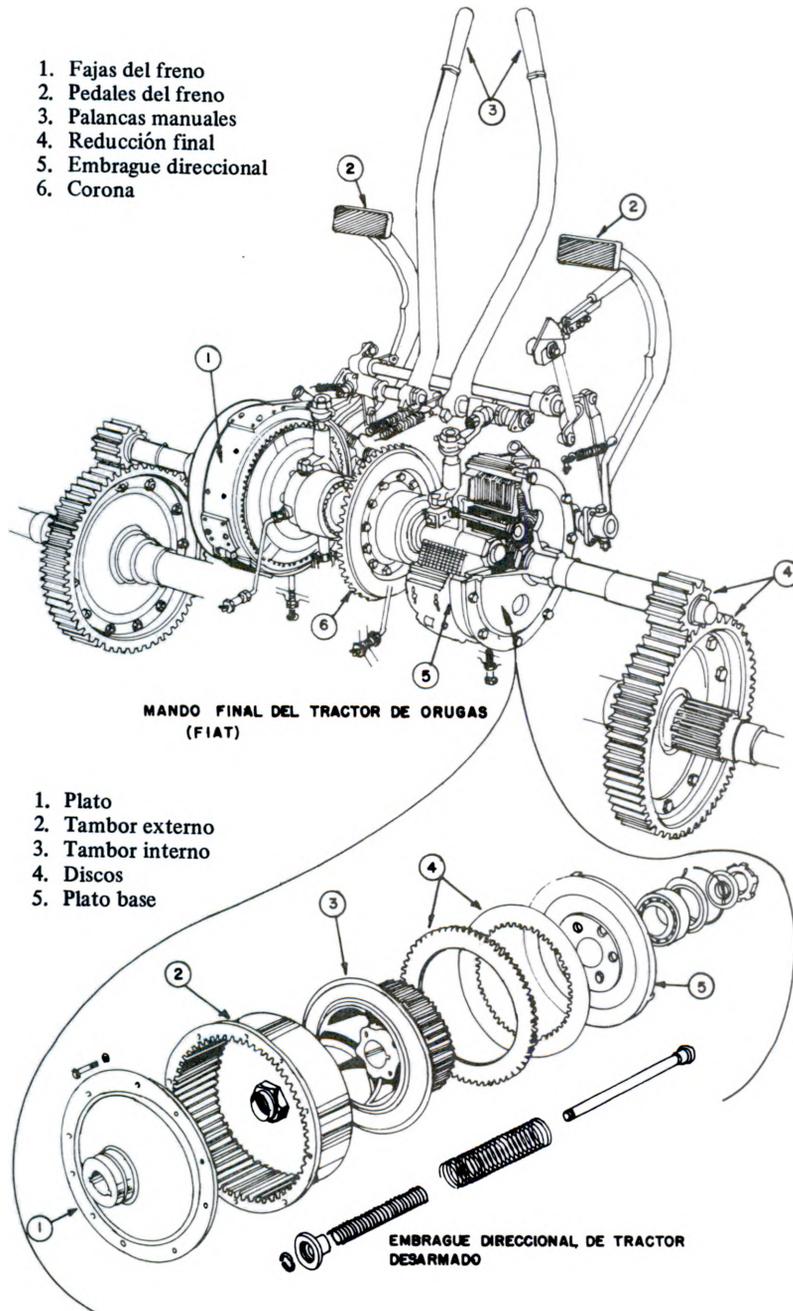


Fig. 86. Mando final del tractor de orugas.

3. se desplaza el aro de la rueda sobre el disco (Fig. 87), o sea, el llamado cambio de trocha "a poder". Para esto existen rieles o planos inclinados sobre los que se produce el desplazamiento;
4. se cambia la posición del disco respecto al aro (Fig. 88). El intercambio de la rueda izquierda con la derecha es necesario para aplicar este sistema.

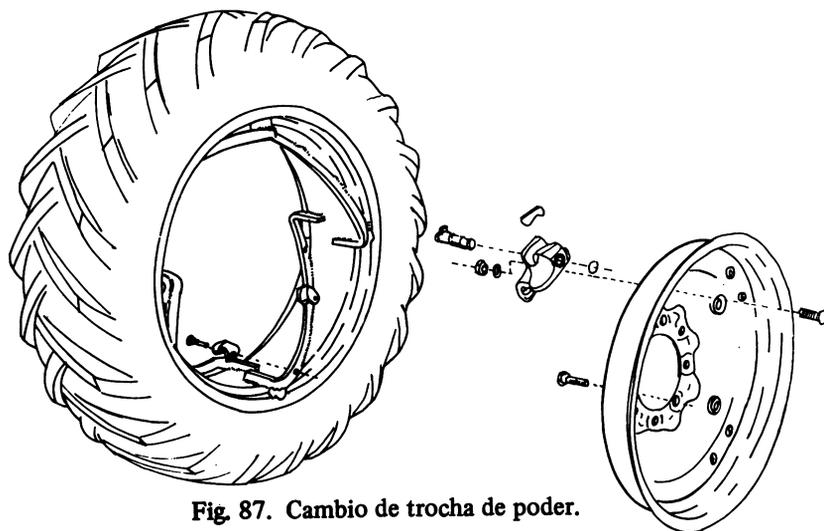


Fig. 87. Cambio de trocha de poder.

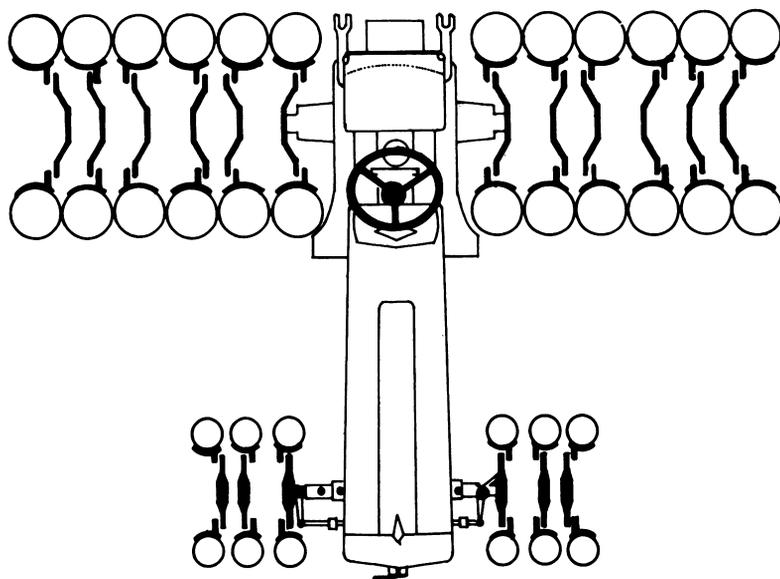


Fig. 88. Cambio de trocha combinado disco y aro.

SISTEMA DE DIRECCION DE LOS TRACTORES AGRICOLAS

Los tractores agrícolas vienen equipados con dirección mecánica o hidráulica.

En el primer caso (Fig. 89), al girar la volante o el timón, el piñón de ataque mueve el sector produciendo su movimiento angular, el sector mueve a la biela ocasionando el giro del pivote de la rueda, según se indica con las flechas. Si el tractor es de cuatro ruedas, este movimiento del pivote se transmite por medio de la barra de la dirección hacia el otro pivote, moviendo así la otra rueda.

La dirección hidráulica utiliza básicamente el sistema descrito, pero la acción es reforzada con una botella hidráulica de doble acción. De esta manera el esfuerzo muscular se reduce enormemente.

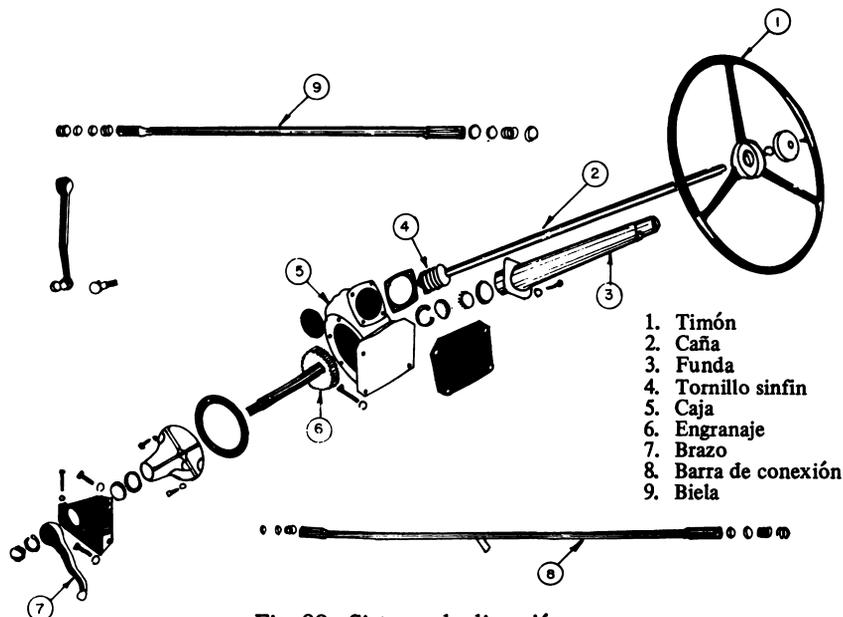


Fig. 89. Sistema de dirección.

PROPULSION TOTAL

Se llama así a la transmisión de fuerza de propulsión a las cuatro ruedas. La Fig. 90 muestra uno de los sistemas utilizados para propulsar las cuatro ruedas. Las uniones universales son necesarias para dar flexibilidad de maniobra. La característica de funcionamiento de esta transmisión es el gran agarre del tractor contra el suelo, eliminando prácticamente el patinamiento.

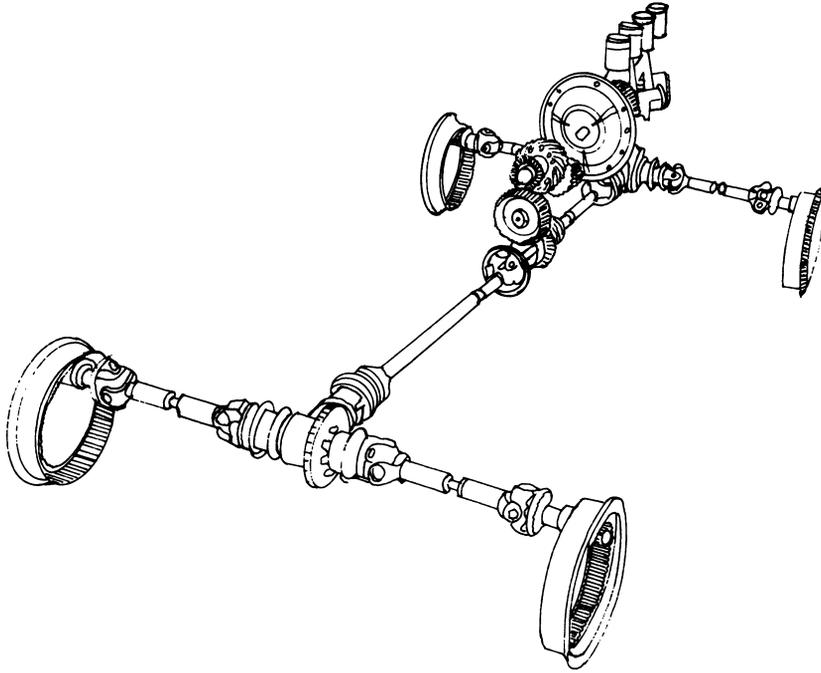


Fig. 90. Propulsión total.

SISTEMAS DE FRENOS

Los tractores utilizan frenos mecánicos o hidráulicos. Los primeros (Fig. 91) consisten de los pedales, las varillas, los resortes, los reguladores y las zapatas. Estas últimas ejercen su acción de fricción sobre los tambores fijados a los ejes laterales o en las mismas ruedas; como en los automóviles.

Si la acción de las zapatas se hace por medio del sistema hidráulico, se llamarán frenos hidráulicos. En este caso, al oprimir el pedal se levanta la presión del aceite en una bomba, de allí se distribuye dicha presión a través del líquido contenido en las tuberías. La presión hidráulica llega a los cilindros de los tambores de las ruedas y allí se desplazan los pistoncitos que actúan sobre las respectivas zapatas.

SISTEMAS DE PROPULSION

Orugas

Son medios de transmisión y propulsión flexibles característicos de los tractores a cadenas u orugas. Debido a la apreciable superficie

de soporte no ocasionan mayor compresión al suelo. Se miden en Kg/cm^2 ó en lb/pulg^2 . Las partes de este sistema de propulsión son: chasis o bastidor; rueda propulsora o catalina; rueda tensora; resorte templador; rodillos superiores; rodillos inferiores; carriles o rieles sin fin; pines, bocinas, eslabones y zapatas (todos forman la cadena).

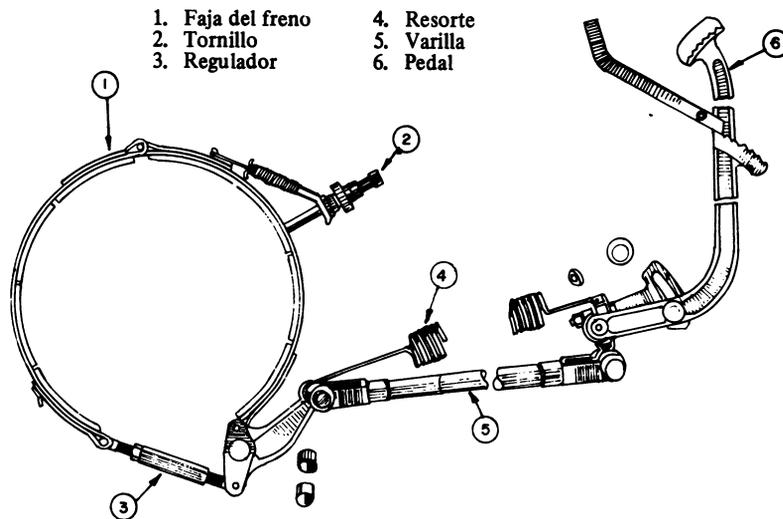


Fig. 91. Freno mecánico (IH).

SISTEMAS DE ENGANCHE

Barras de tiro

El tractor ejerce su tracción a través de la barra de tiro (Fig. 92) que va montada en la parte posterior o del sistema de enganche en tres puntos hidráulicos. Diferentes barras de tiro se usan para este fin; entre las más usadas están: barras fijas y barras oscilantes (Fig. 92a); barras adaptables o barras portaherramientas al enganche en tres puntos (Fig. 92b); enganche en tres puntos (Fig. 92c).

De estas barras, las dos últimas pueden ocasionar el volteo del tractor hacia atrás. Mientras más alto sea el enganche, mayor será la probabilidad que se produzca el volteo. Para disminuir este peligro, se deben colocar pesas en la parte delantera del tractor y usar el embrague con suavidad.

En enganche en tres puntos tiene las ventajas siguientes: permite el control de la altura y de la profundidad manual; el de la profundidad automática; el control del tiro automático; y el de la transferencia de peso automático.

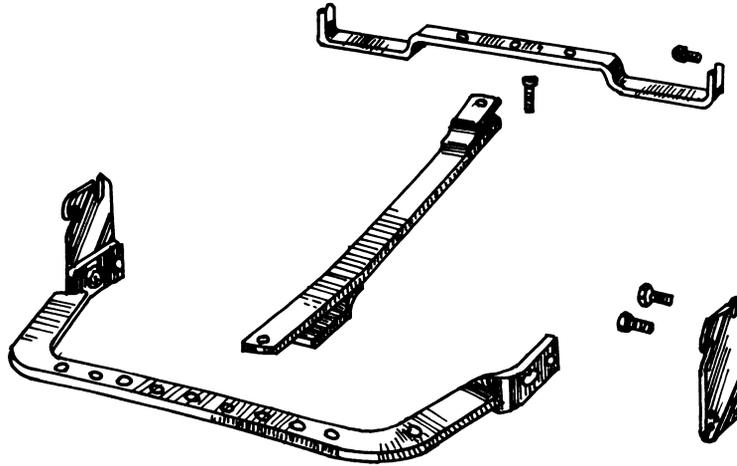


Fig. 92a. Barra de tiro fija y oscilante.

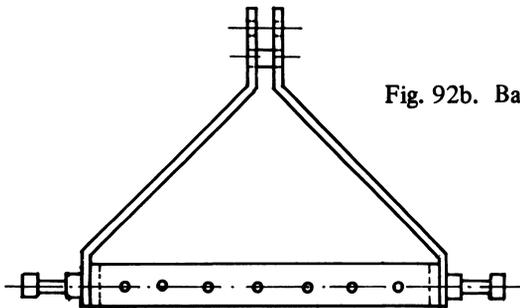


Fig. 92b. Barra portaherramientas.

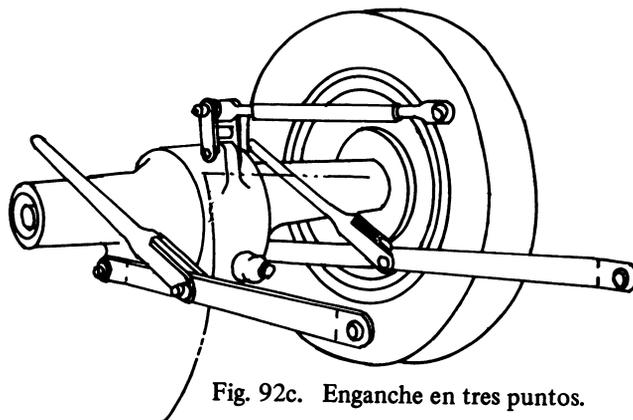


Fig. 92c. Eganche en tres puntos.

Fig. 92. Diferentes tipos de barra de tiro.

POLEA

Es una pieza cilíndrica en forma de tambor que puede ir colocada al lado derecho y medio del tractor o también en la parte posterior. La polea sirve para mover máquinas estacionarias por medio de una faja larga. Su velocidad es variable, y depende de los requerimientos de la máquina conducida. Se considera que la velocidad lineal de la faja es más o menos 3000 pies/minuto. La polea gira en sentido horario. La potencia en la polea es casi igual a la potencia en el motor.

EJE TOMA DE FUERZA

Es un eje ranurado (Fig. 93) que puede ir colocado en la parte delantera, media o posterior del tractor. Las dos últimas ubicaciones son las más comunes. El eje toma de fuerza (P.T.O.) sirve para propulsar mecanismos de máquinas estacionarias o remolcadas. Las velocidades de rotación son 540 R.P.M. y 1000 R.P.M.

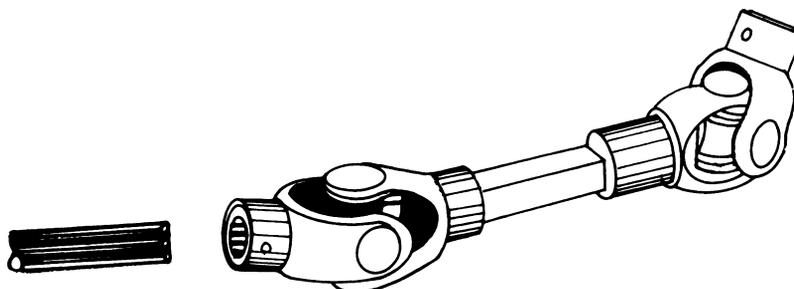


Fig. 93. Eje de toma de fuerza y su conexión a la máquina conducida.

El P.T.O. va protegido con fundas; también tiene protección el eje de conexión con la máquina mandada.

El P.T.O. tiene varias formas de tomar y entregar el movimiento, así se tiene:

P.T.O. vivo o independiente. Normalmente toma movimiento del embrague de doble acción; su operación es independiente de la transmisión a las ruedas, es decir, que el tractor puede estar desplazándose o parado y el P.T.O. puede operarse independientemente de estas dos situaciones. Si está desplazándose el tractor, el P.T.O. puede desacoplarse presionando el pedal del embrague a la primera posición y soltándolo se logra conectarlo nuevamente. La velocidad de giro no es proporcional a la velocidad de avance del tractor.

Otro tipo de conexión del P.T.O. vivo o independiente es que posee un embrague especial que lo conecta o desconecta antes de entrar el movimiento a la caja de cambios.

P.T.O. simple. En este caso el movimiento lo toma de la caja de cambios (tren fijo) y es necesario detener el tractor para acoplarlo o desacoplarlo. No es tan ventajoso como el primero. Su velocidad de giro no es proporcional a la velocidad de avance del tractor.

P.T.O. variable o de acuerdo al avance. Toma el movimiento del puente trasero del tractor (corona diferencial) y su velocidad de giro es proporcional a la velocidad de avance del tractor. Se utiliza en vehículos remolcados y propulsados (remolques y similares).

Este tipo de P.T.O. también es necesario en sembradoras propulsadas por eje de toma de fuerza, de tal manera que al avanzar el tractor más rápidamente, aumentará también la velocidad de giro del mecanismo de siembra, manteniendo así el mismo distanciamiento entre las semillas.

La potencia en el P.T.O. (cualquier tipo) es inferior a la de la polea; esto depende del número de engranajes reductores (a mayor número de engranajes, menor será la potencia).

SISTEMA HIDRAULICO

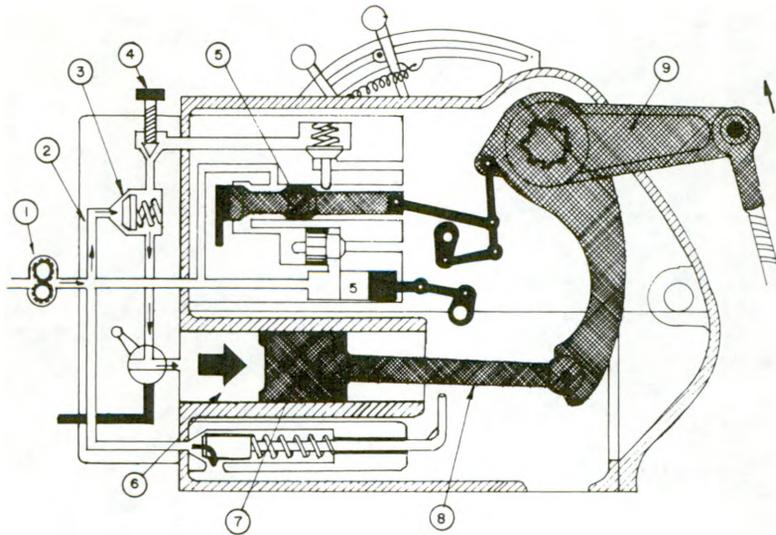
El sistema hidráulico (Fig. 94) está ubicado en la parte delantera o posterior del tractor. Sus funciones son: elevar los brazos de levante; retenerlos en cierta posición; bajar los brazos de levante; controlar la altura en el transporte; controlar la profundidad del trabajo; controlar la transferencia de peso automáticamente; apoyar la acción de otros mecanismos: dirección, frenos, etc.

Las partes del sistema hidráulico son: el reservorio de aceite hidráulico; el filtro; la bomba hidráulica; las líneas o conductos; la válvula de regulación de presión; las válvulas de derivación; el control manual y automático; el cilindro hidráulico con su pistón; los brazos de acción.

Funcionamiento

Al arrancar el motor se pone en funcionamiento la bomba del sistema; se eleva la presión del aceite el que llega a las válvulas de derivación perfectamente filtrado y limpio. Según la posición de estas válvulas, el aceite puede seguir por los siguientes conductos:

Si va por el conducto a la botella hidráulica, el pistón será empujado y se estarán levantando los brazos portacargas. Si el aceite va por la línea de desvío al "carter", el pistón puede quedar en una determinada posición (ni bajan ni suben los brazos) o puede permitir que el aceite de la botella hidráulica regrese al depósito o "carter", haciendo



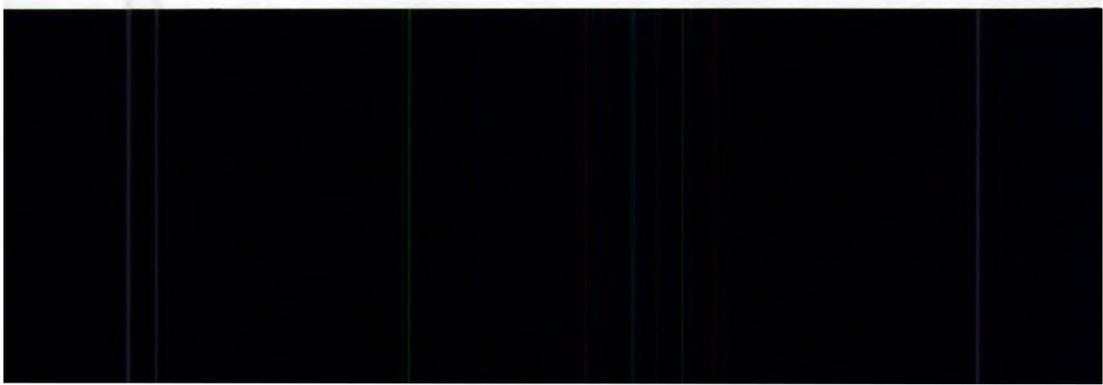
- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Bomba hidráulica | 6. Cilindro hidráulico |
| 2. Línea de aceite a presión | 7. Pistón |
| 3. Válvula de alivio | 8. Biela |
| 4. Regulador de velocidad | 9. Brazo de levante |
| 5. Válvula de control | |

Fig. 94. Sistema hidráulico en posición de levante.

que los brazos portacargas bajen. Las válvulas son movidas por el operador a través de una palanca manual, pero también son movidas automáticamente por los brazos de levante (debido a una conexión de varillas), de tal forma que cuando los brazos llegan a una posición máxima de altura y profundidad, automáticamente quedan arriba o abajo hasta que el operador mueva de nuevo el control manual para subir o bajar los brazos.

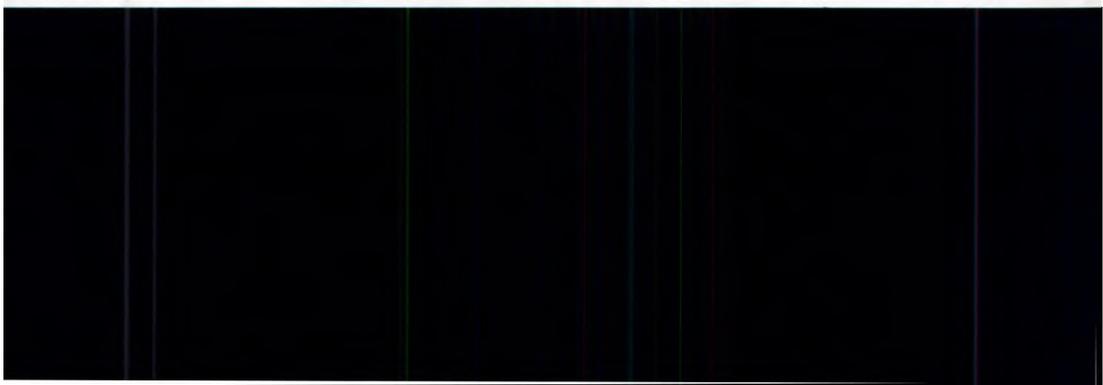
El sistema hidráulico opera con el principio de Pascal aumentando enormemente la fuerza de levante, según la presión dada al aceite y al diámetro del cilindro hidráulico.

Para controlar la velocidad de bajada y subida de los brazos de levante existe un tornillo regulador del flujo del aceite, si se restringe o aumenta el diámetro de la abertura, se disminuirá o acelerará la acción del sistema.



BIBLIOGRAFIA

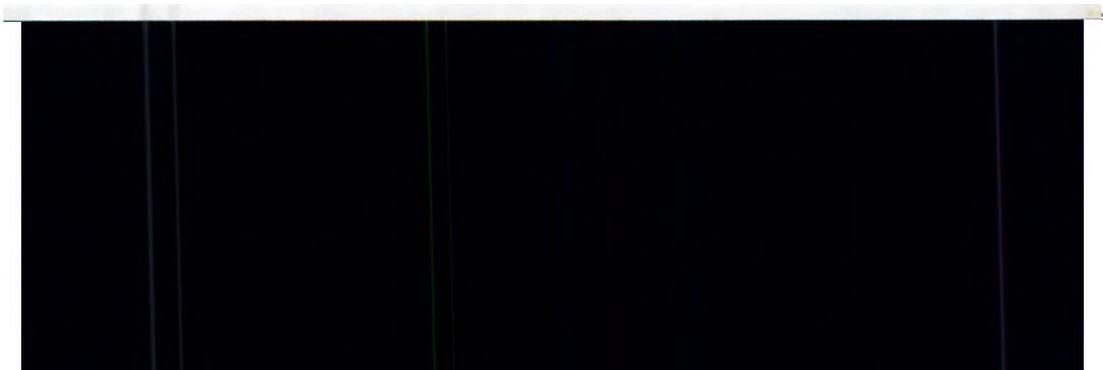
1. BERLIJN, J.D. y LEDGARD, R. Tractores agrícolas. Lima, Universidad Nacional Agraria, 1963. 178 p.
2. CROUSE, W.H. Automotive electrical equipment. 7 ed. New York, McGraw-Hill, 1971. 432 p.
3. FORD MOTOR Co. Motor vehicle manufactures. Dagenham Essex, 1959. 99 p. (The Tractor No. 6).
4. GULVIN, H.E. Farm engines and tractors. New York, McGraw-Hill, 1953. 397 p.
5. MOBIL OIL DEL PERU. Manual de información técnica. Lima, 1964. 61 p.
6. STONE, A.A. y GULVIN, H.E. Machines for power farming. 3 ed. New York, Wiley, 1963. 616 p.



Este libro se terminó de imprimir
en los Talleres Gráficos de Trejos
Hnos. Suc. S.A. San José – Costa Rica
en el mes de setiembre de 1985
La edición consta de 3.000 ejemplares

5

|





ISBN-92-9039-027-1

Motores de Combustión Interna fue escrito como texto en los cursos universitarios de Mecanización Agrícola, Motores y Tractores. También sirve como obra de consulta para operadores mecánicos, jefes de talleres de entidades particulares y estatales, así como para centros de enseñanza a nivel medio.

Este texto es un complemento del libro Reparación de **Motores de Tractores Agrícolas**, escrito por el autor, y el cual fue publicado por el IICA en esta misma Serie de Libros y Materiales Educativos.

El Ing. Agr. Jaime Gilardi Rodríguez se graduó en la Escuela Nacional de Agricultura de La Molina, en Lima, Perú, en 1960. Posteriormente realizó un programa especial de cursos y entrenamiento en Motores y Maquinaria Agrícola en la Universidad de Carolina del Norte, EUA, con el auspicio de la AID. Actualmente es profesor principal y jefe del Departamento de Mecanización Agrícola, de la Universidad Agraria, La Molina, Lima, Perú.

Es Director del Centro de Entrenamiento de Mecánicos Agrícolas, creado en la Universidad Nacional Agraria, con la cooperación del Gobierno Británico.