

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 00

- TÍTULO: Introducción al curso.
- OBJETIVO: Observación de los elementos de transmisión de un tractor y los diferentes trabajos agrícolas que puede realizar.
- ORIENTACION PEDAGÓGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen incomunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGÓGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de tres equipos para la práctica: un tractor Landini, un tractor Massey Ferguson y un motocultor Piva.
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de “Motores Agrícolas”, “Máquinas Agrícolas” y “Mecanización Agraria”, en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Vista general, maniobrabilidad y visibilidad, trabajos estacionarios, trabajos de tracción, accionamiento desde el sistema de aceite a presión y accionamiento desde la toma de fuerza.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Ortiz-Cañavate, J. et al. 2012. Tractores: técnica y seguridad. Madrid: Mundi-Prensa.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

El tractor es la principal máquina agrícola, ya que es un vehículo autopropulsado, con dos ejes de ruedas que pueden ser de tracción trasera 2WD, de tracción delantera MFWD, de cuatro ruedas motrices 4WD o de tracción por orugas Track. Además, puede llevar enganchas en posición de transporte o de trabajo a muy diferentes máquinas agrícolas. La posición de enganche puede ser arrastrada, semisuspendida o totalmente suspendida al tractor. Por otro lado, el tractor puede accionar o no a las máquinas que desplaza o de forma estacionaria, para ello dispone de uno o varios ejes de toma de fuerza, de diferentes enchufes del circuito de aceite a presión y de diferentes conexiones eléctricas. Todos estos puntos de transmisión de potencia suelen ir en disposición trasera, pero también en disposición delantera e incluso lateral.

En las máquinas agrícolas autopropulsadas también hay un motor de combustión interna, un sistema de aceite a presión, un circuito eléctrico, unos elementos de transmisión de potencia como el volante de inercia, embrague, caja de cambios diferencial y reducción final. Además, al igual que en el tractor, se hace necesario un sistema para el accionamiento de la dirección y frenado.

En el caso de un motocultor, se puede considerar que es un tractor monoeje, de pequeña potencia y que sirve también para múltiples trabajos agrícolas. A veces encontramos estas máquinas con una finalidad específica, entonces se denominan motosegadora, motoazada, motobomba, etc. En cualquier caso, disponen de unos elementos de transmisión de potencia parecidos a los del tractor.

En resumen, entender inicialmente el funcionamiento de todos los circuitos y elementos de transmisión de potencia de un tractor, permite la rápida adaptación de estos conocimientos a las máquinas autopropulsadas o con accionamiento desde el tractor, al igual que a los motocultores.

VISTA GENERAL:

Para un tractor sencillo las ruedas traseras son motrices y las delanteras son directrices. Mantiene el motor de combustión interna en disposición delantera, para desplazar el centro de gravedad cuando se enganchen los aperos. A partir del motor de combustión se encuentra hacia atrás el embrague, la caja de cambios, el diferencial, las reducciones finales y las ruedas, además de la toma de fuerza y el sistema de accionamiento por aceite a presión

MANIOBRABILIDAD Y VISIBILIDAD:

Los equipos de trabajo en el suelo normalmente van dispuestos en posición trasera, lo que permite una mejor maniobrabilidad, aunque también pueden ir en disposición delantera para una mejor visibilidad.

Estas disposiciones en función de la maniobrabilidad del tractor y visibilidad del trabajo realizado, se pueden aplicar a los equipos de laboreo del suelo, a las máquinas de aportación de correctores y nutrientes al suelo, a las sembradoras, plantadores y trasplantadoras, a los equipos de tratamiento fitosanitario y a las máquinas de recolección.

TRABAJO ESTACIONARIOS:

Los tractores también pueden accionar diferentes máquinas que no necesitan ser desplazadas, como es el caso de accionar una bomba de riego con la toma de fuerza, o un tornillo sinfín para el llenado de un silo con el sistema de aceite a presión.

TRABAJO DE TRACCIÓN:

El tractor puede realizar trabajos de tracción sencillos, como es el caso de desplazar un remolque, donde solamente hay que vencer la rodadura y parte del peso del remolque.

Otras veces, cuando se trata de equipos de laboreo primarios, la fuerza de tracción es muy alta ya que hay que considerar la rotura del suelo con una profundidad y anchura determinada.

ACCIONAMIENTO DESDE EL SISTEMA DE ACEITE A PRESIÓN:

Para la manipulación de productos en las explotaciones agrícolas y ganaderas, se puede disponer en el tractor de una pala cargadora delantera, de enganche y desenganche fácil, mediante pasadores, a un bastidor que queda fijo en el tractor, y con accionamiento desde el circuito de aceite a presión del tractor mediante enchufes rápidos.

ACCIONAMIENTO DESDE LA TOMA DE FUERZA:

Algunos aperos que van arrastrados, semisuspendidos o totalmente suspendidos pueden ser accionados desde la toma de fuerza del tractor. A veces es un remolque distribuidor de estiércol o de un subsolador con accionamiento vibratorio.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 00

- Nomenclátor: Introducción al curso.

VISTA GENERAL:

VUE GÉNÉRALE:

MANIOBRABILIDAD Y VISIBILIDAD:

MANIABILITÉ ET VISIBILITÉ:

TRABAJOS ESTACIONARIOS:

TRAVAUX FIXES:

TRABAJOS DE TRACCIÓN:

TRAVAUX DE TRACTION:

ACCIONAMIENTO DESDE EL
SISTEMA DE ACEITE A PRESIÓN:

ENTRAÎNEMENT À PARTIR DU
SYSTÈME D'HUILE SOUS
PRESSION:

ACCIONAMIENTO DESDE LA
TOMA DE FUERZA:

ENTRAÎNEMENT À PARTIR DE LA
PRISE DE FORCE:

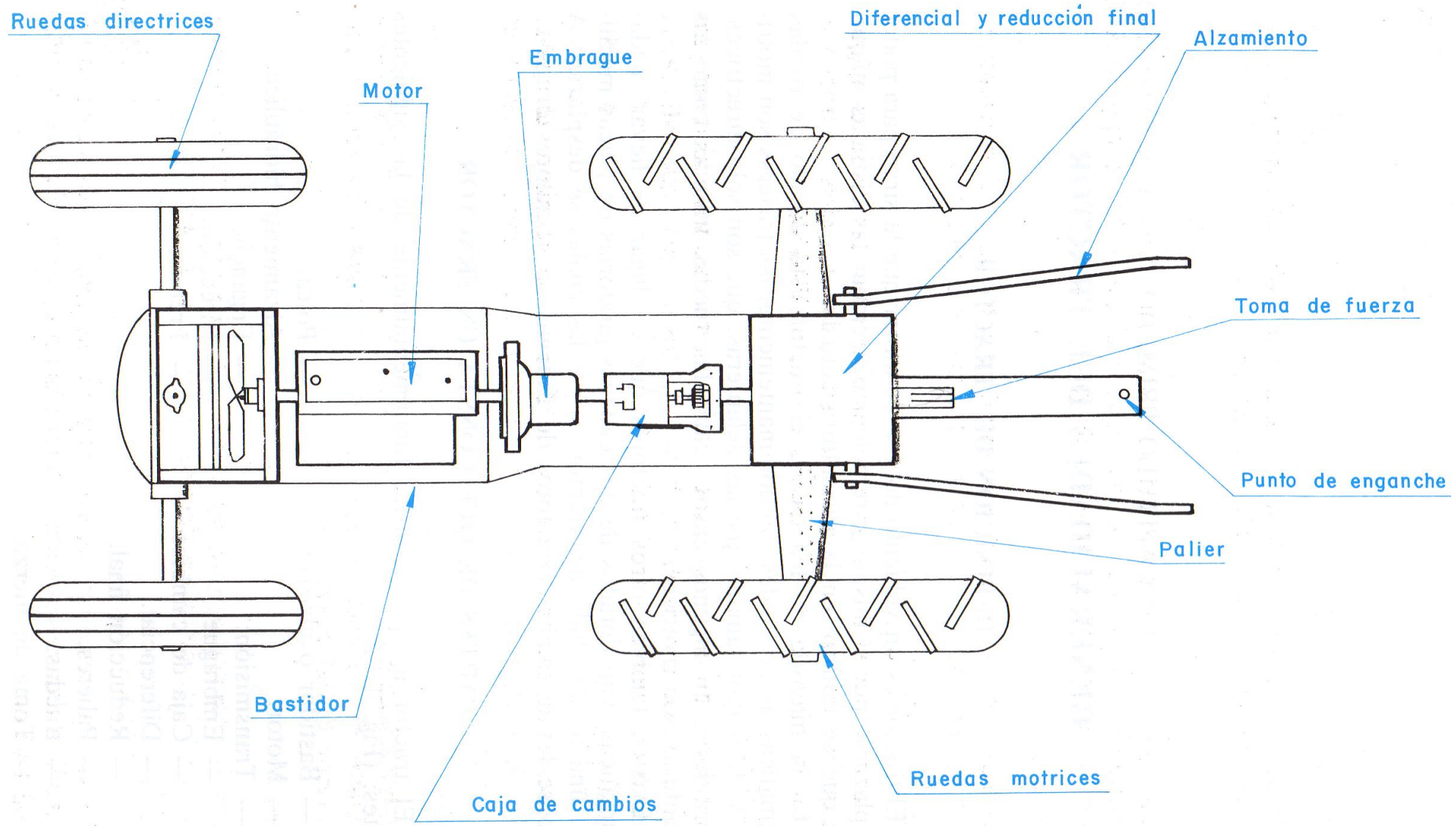


Figura 1-1. Tractor. Vista general.

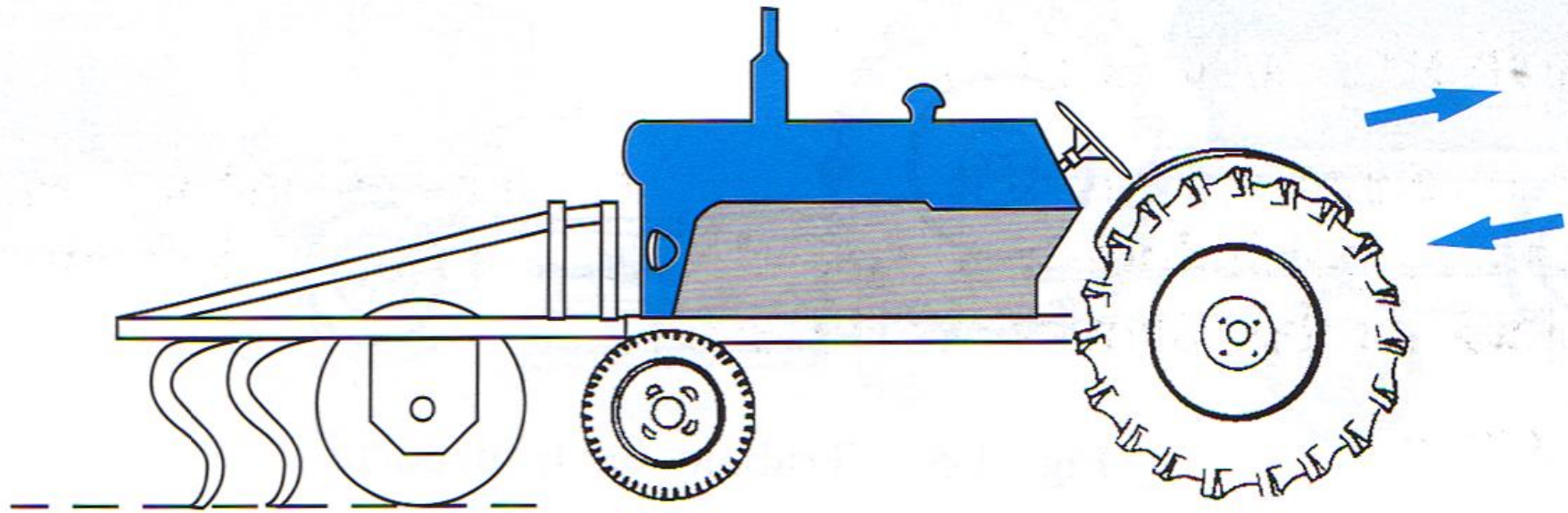


Fig. 1-2. Preparación del terreno con apero situado en enganche frontal.

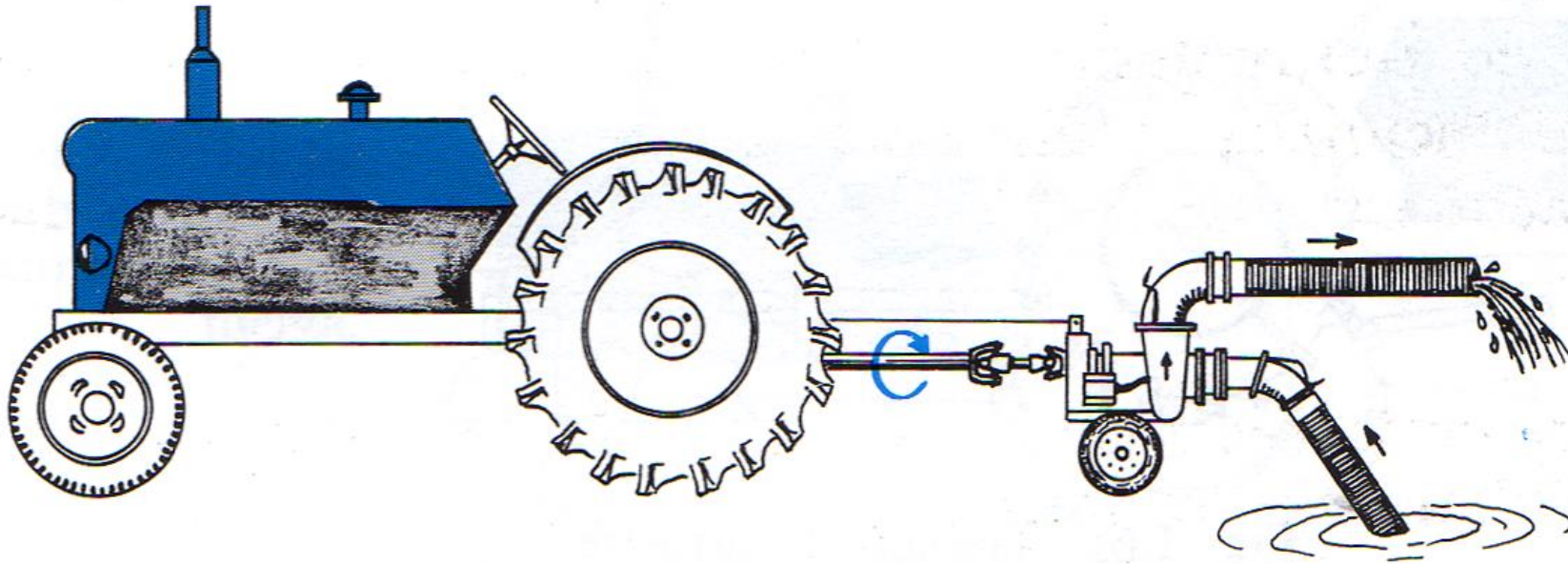


Fig. 1-3. Trabajo estacionario a la toma de fuerza.

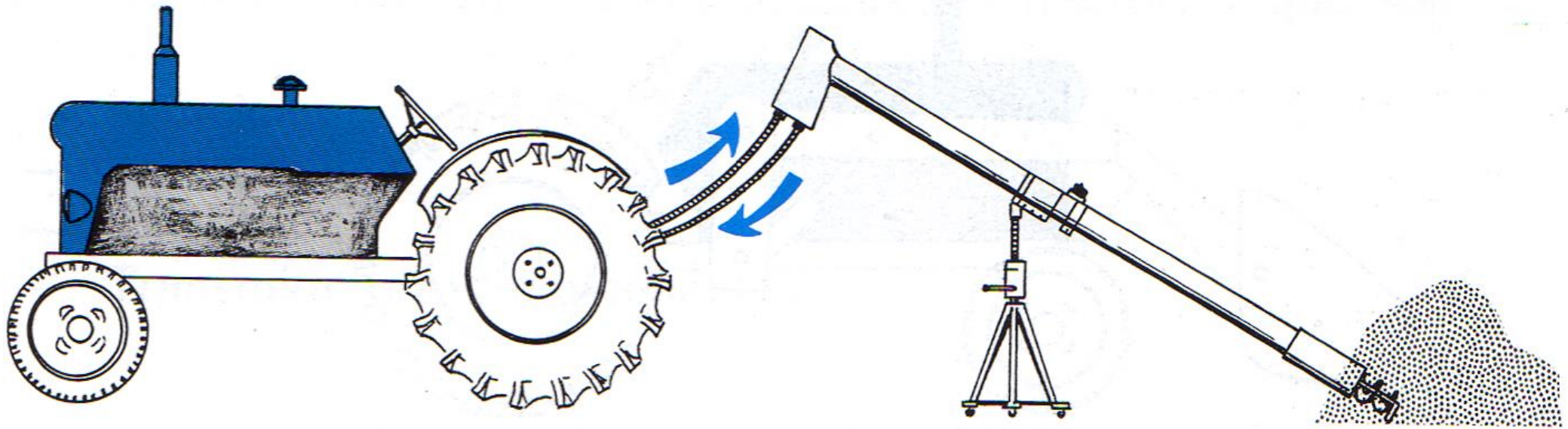


Fig. 1-4. Trabajo estacionario con el equipo hidráulico.

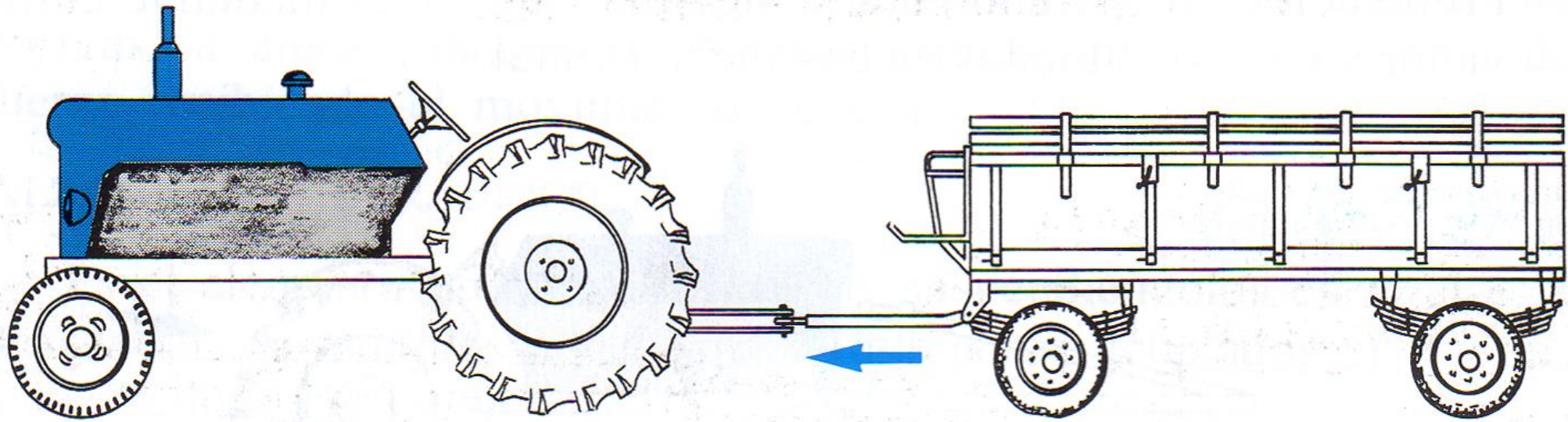


Fig. 1-5. Trabajo de transporte.

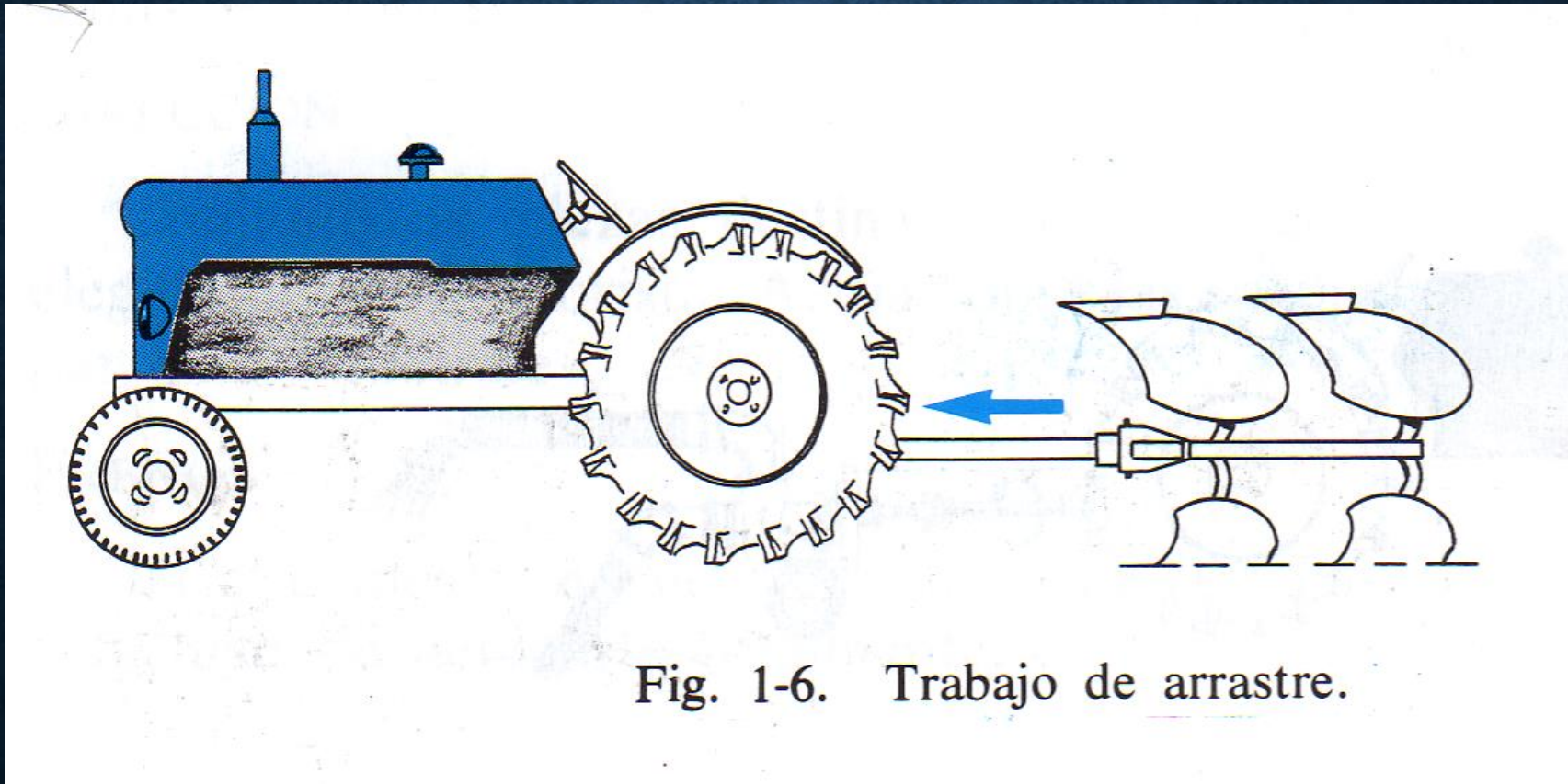


Fig. 1-6. Trabajo de arrastre.

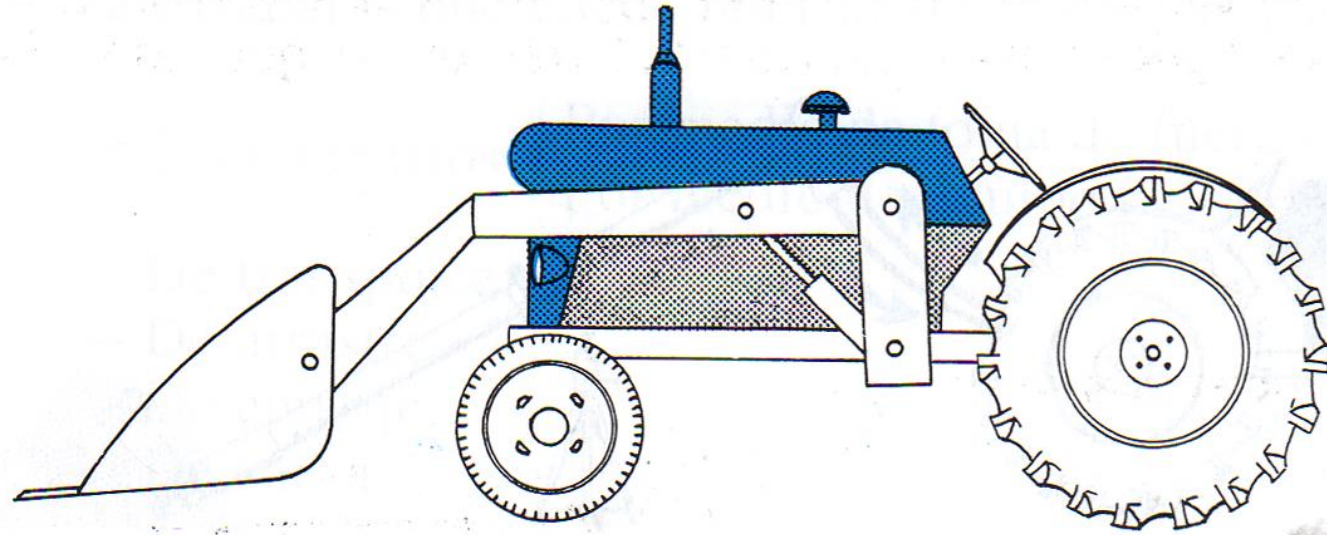


Fig. 1-7. Trabajo de empuje.

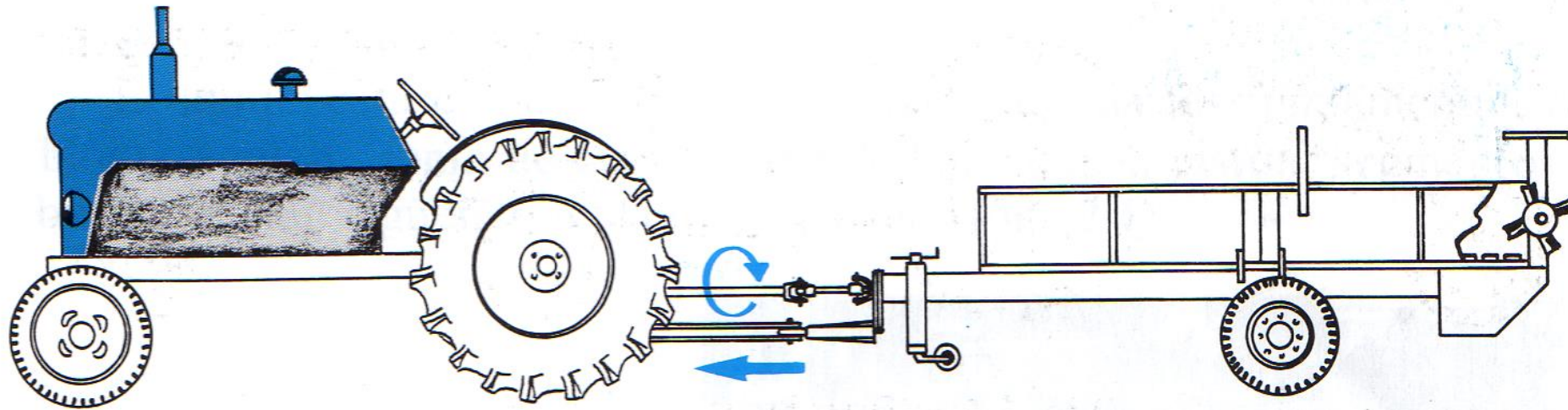
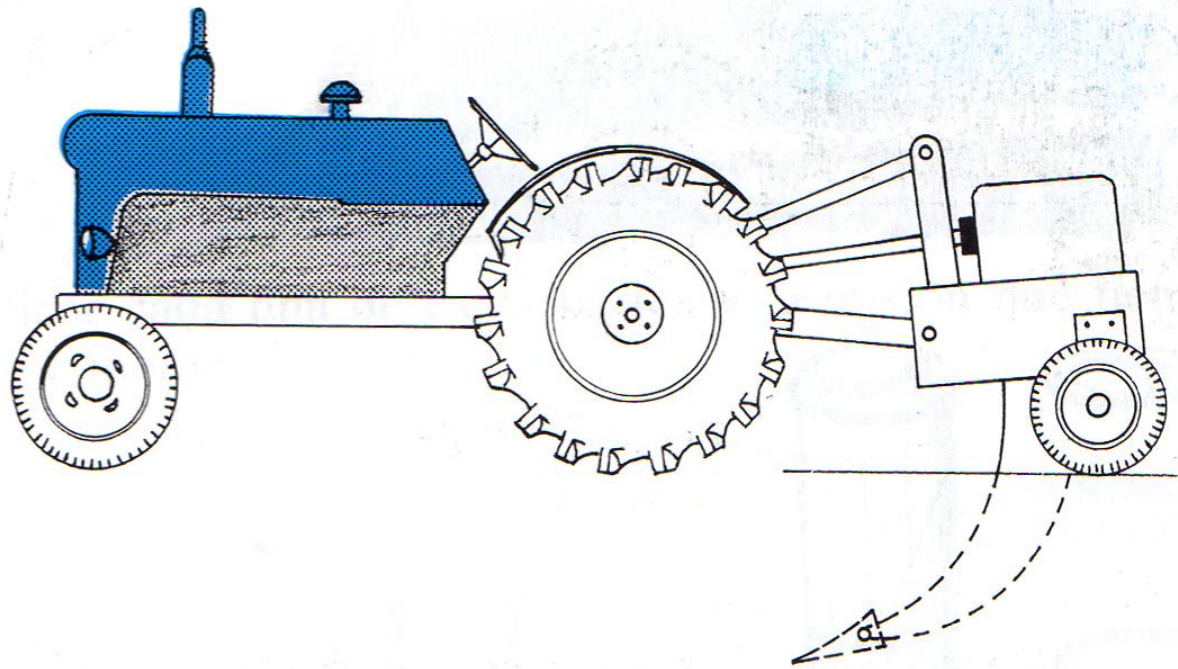


Fig. 1-8. Trabajo combinado de transporte y de toma de fuerza.

Fig. 1-9. Trabajo
combinado de
arrastre y toma de
fuerza.



Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 01

- TÍTULO: Componentes del motor y cotas del cilindro.
- OBJETIVO: Observación de los componentes más importantes que configuran un motor de CI (en particular el motor Diesel, por su gran aplicación en agricultura), conocer su funcionamiento básico y sus parámetros más importantes.
- ORIENTACION PEDAGÓGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen comunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGÓGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de tres equipos para la práctica: Motor seccionado Distesa (gasoil, 4 cilindros y 4 tiempos), motor seccionado Mowog (gasolina, 4 cilindros y 4 tiempos) y motor transparente Megatex Mark III (alcohol, 1 cilindro y 4 tiempos).
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de "Motores Agrícolas", "Máquinas Agrícolas" y "Mecanización Agraria", en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Bloque, camisa, culata, junta de culata, tapa de balancines, émbolo, bulón, aros, biela, cigüeñal, volante, cojinetes antifricción, cárter y cotas del cilindro.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Giacosa, D. 2000. Motores endotérmicos. Omega.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

El motor está compuesto por el bloque, culata, cárter, cigüeñal, cojinetes antifricción, émbolos, aros y bielas. Además de una serie de mecanismos auxiliares, tales como bombas de combustible, lubricación y refrigerante, generador de electricidad, ventilador, etc., necesarios para su funcionamiento.

BLOQUE:

Es la parte de mayor tamaño, peso y volumen del motor, en él van instalados todos los demás elementos y mecanismos auxiliares, normalmente se fabrica de fundición.

En el bloque se encuentran unos huecos de forma cilíndrica y las galerías o aletas para refrigeración y lubricación. Estos huecos cilíndricos pueden estar fabricados directamente sobre el bloque o ser unas piezas postizas llamadas camisas.

El bloque va unido por la parte superior con la culata, cerrando los cilindros, para ello dispone de una serie de espárragos roscados al bloque, además de los orificios correspondientes, que coinciden entre bloque y culata, para dar paso al líquido refrigerante, varillas empujadoras de la distribución, etc.; por la parte inferior se une al cárter.

CAMISA:

Son unas piezas postizas cilíndricas que configuran los huecos del bloque, dentro de ellas van los pistones. Las camisas pueden ser húmedas o secas según están en contacto directo o no con el líquido refrigerante. Las camisas húmedas necesitan mantener la estanqueidad de la refrigeración, para ello en la parte superior llevan juntas de cobre y en la inferior de goma.

CULATA:

Con este elemento se tapa la parte superior de los cilindros, sujetándola por medio de los espárragos y sus tuercas. Junto con el pistón determina el volumen interior del cilindro donde van a evolucionar los fluidos que se introducen o sacan a través de las válvulas de admisión y escape respectivamente.

La culata se fabrica normalmente de aluminio o hierro colado, en ella se encuentran una serie de orificios que permiten el paso del líquido refrigerante, las varillas empujadoras de la distribución, los espárragos de al bloque, y las galerías de admisión y escape, algunas veces junto con las guías de las válvulas.

Sobre la culata se instalan los inyectores o las bujías, según el tipo de combustible, y algunas veces los elementos de distribución.

JUNTA DE CULATA:

Para mantener la hermeticidad entre bloque y culata, y debido a que las superficies en contacto estarán sometidas a altas temperaturas, el ajuste metálico no es perfecto y las presiones en el interior del cilindro son elevadas, se emplea la junta de culata que se interpone entre ambos elementos.

Aparte de aislar del exterior lo hace entre cilindros y demás orificios. Puede estar constituida por una lámina de amianto recubierta con dos de cobre, por una lámina de aluminio o un tejido metálico recubierto de amianto.

TAPA DE BALANCINES:

Dispuesta encima de la culata, va la tapa de balancines, que permite proteger los mecanismos de la distribución. Se fabrica con chapa de acero y para mantener la hermeticidad, evitar la pérdida de lubricante, se instala una junta de goma o corcho entre culata y tapa, algunas veces lleva orificio y tapón para el llenado de aceite.

ÉMBOLO O PISTÓN:

Es un elemento cilíndrico fabricado en aluminio, se aloja dentro de la camisa manteniendo una mínima separación, ya que se va a mover alternativamente dentro de ella. La parte superior del émbolo o pistón se denomina cabeza y la inferior falda. Atravesando diametralmente este cilindro se encuentran los huecos que sirven de alojamiento para el bulón.

En la cabeza se encuentran unas ranuras horizontales donde se instalan los aros de compresión y los de engrase, también en las ranuras horizontales de la falda suelen ir aros de engrase.

BULÓN:

Es una pieza cilíndrica de acero que sirve para conectar el émbolo con el pie de biela, permitiendo la oscilación de ésta. Entre la cabeza y la falda del émbolo hay dos orificios simétricos que forman el alojamiento transversal del bulón. Estos dos orificios llevan las correspondientes ranuras para alojar los dos frenillos del bulón, evitando que se salga de su alojamiento en el pistón.

AROS:

Los aros o segmentos son piezas metálicas casi circulares, con la elasticidad que le permite adquirir, una vez montado en el pistón y dentro del cilindro, la forma circular de ellos.

Los aros pueden ser de compresión y de engrase: Los de compresión son macizos, mantienen la hermeticidad entre pistón y camisa, el aro situado en la parte más alta se denomina aro de fuego, por estar más próximo a la cámara de combustión; los de engrase o rascadores tienen numerosos orificios, y a través de ellos se recupera el aceite depositado en exceso en las paredes de la camisa, enviándolo a través de sus orificios y los de la ranura donde se aloja en el pistón.

Los aros se encuentran abiertos en un punto de su periferia, con cierta separación, de tal manera que se pueden abrir y cerrar elásticamente durante su montaje en el pistón. Una vez montados, debe quedar siempre un huelgo o separación mínima entre sus extremos, ya que los aros se dilatan por el calor y entrarían en contacto, aumentando el diámetro interno del cilindro; por lo tanto, aumentaría el rozamiento, esto permitiría el agarrotamiento o gripado del pistón.

Esta separación de las puntas haría perder parte de la compresión, por ello los extremos de los aros se cortan de forma oblicua o en escalera, mejorando a los de corte recto.

BIELA:

Esta pieza debe ser lo más robusta posible, ya que transmite las fuerzas derivadas de la expansión, durante la combustión, sobre el pistón, con movimiento rectilíneo alternativo, sobre la manivela del cigüeñal, con movimiento giratorio. Para ello se fabrica en acero de alta resistencia ya que debe transmitir los esfuerzos resultantes sobre el pistón al cigüeñal.

Se divide en pie, cuerpo y cabeza: En el pie de biela se instala el bulón, para lo cual dispone de un orificio que lo atraviesa; además, para evitar el desgaste de las superficies de rozamiento, se interpone el casquillo de pie de biela, éste es de latón; el cuerpo es de forma alargada y une el pie con la cabeza; la cabeza conecta la biela al cigüeñal. Esta unión se lleva a cabo gracias que la cabeza de la biela tiene una pieza desmontable denominada sombrerete, la unión se lleva a cabo mediante un par de tornillos; para evitar el desgaste de las superficies de rozamiento, se interpone entre ellas un cojinete de material antifricción.

CIGÜEÑAL:

Se encarga de transformar el movimiento alternativo del pistón en circular uniforme del eje. Se fabrica de acero forjado y se aloja en los cojinetes de bancada del bloque por los apoyos, éstos se encuentran alineados y constituyen el verdadero eje.

Las piezas del cigüeñal que se alojan en los cojinetes de las cabezas de bielas, se denominan codos o muñequillas, y las que se alojan en los cojinetes de bancada o bloque se denominan apoyos. El cigüeñal tiene unas galerías en su interior que permite el paso de lubricante a los cojinetes. Los apoyos y los codos se hacen

solidarios por medio de las manivelas, éstas se suelen prolongar con contrapesos por el lado contrario de los codos. Los contrapesos sirven para equilibrar al eje, manteniendo constante la velocidad de giro y evitando las vibraciones, ya que las fuerzas que resultan sobre el cigüeñal podrían generar esfuerzos de llevarían a su rotura.

Los extremos del cigüeñal salen del bloque con las correspondientes juntas de retención, por la parte delantera el eje lleva un engranaje con el que acciona los mecanismos auxiliares al motor y por la trasera se conecta al volante de inercia, por este punto es por donde se realiza la transmisión de potencia.

VOLANTE:

Es un plato metálico, con bastante masa o peso, que va conectada en el extremo de salida de potencia del cigüeñal.

Se encarga de acumular energía en forma de inercia cuando la carrera del motor o giro del cigüeñal es positiva (etapa de trabajo o expansión) y de cederla al cigüeñal cuando es negativa (etapas de compresión, admisión y escape).

En la periferia del volante se encuentra tallada una corona dentada, que sirve para, en los momentos del arranque, conectar sobre ella el piñón del motor de arranque.

El volante de inercia, por el lado contrario del motor, dispone del espacio suficiente para la instalación del mecanismo del embrague.

COJINETES ANTIFRICCIÓN:

Tanto los cojinetes de bancada como los de biela están formados por casquillos de dos piezas semicilíndricas, constituidos por una capa exterior de acero, una intermedia de bronce y otra interior de material antifricción (aleaciones de estaño), que es donde roza el cigüeñal, para que el contacto sea mínimo se interpone una película de lubricante que circula a cierta presión.

Los casquillos se sujetan tanto al bloque como a la biela por medio de las correspondientes tapas o sombreretes, éstos son desmontables y se cierran por medio de espárragos y tuercas.

CÁRTER:

Es una bandeja de chapa de acero o fundición que cierra el bloque por la parte inferior, mantiene la hermeticidad por medio de una junta de corcho. Sirve para acumular el aceite del sistema de lubricación, en el fondo del mismo se instala un orificio y tapón para sacar el aceite y realizar el mantenimiento.

COTAS DEL CILINDRO:

Son los parámetros más importantes del cilindro, con ellas se determinan algunas características del motor.

PMS: Punto muerto superior, es el punto más próximo a la culata al que puede llegar el pistón en su recorrido por el interior del cilindro.

PMI: Punto muerto inferior, es el punto más alejado de la culata al que puede llegar el pistón en su recorrido por el interior del cilindro.

C: Carrera, es la distancia entre el PMS y el PMI descrita por el pistón en su recorrido por el interior del cilindro.

h: Altura de la cámara de compresión o espacio neutro, es la distancia entre el PMS y la culata.

R: Longitud de la manivela, es el radio de la circunferencia descrita por el extremo de la manivela cuando gira el cigüeñal, por lo tanto, $L = 2C$.

D: Diámetro, corresponde al valor del diámetro interior del cilindro.

V₁: Volumen total del cilindro, es el volumen comprendido entre la culata y el extremo de la cabeza del pistón cuando se encuentra en el PMI. Se puede calcular según:

$$V_1 = (\pi D^2/4) (C + h)$$

V₂: Volumen de la cámara de compresión o espacio neutro, es el volumen comprendido entre la culata y el extremo de la cabeza del pistón cuando se encuentra en el PMS. Se puede calcular según:

$$V_2 = (\pi D^2/4) (h)$$

V_c: Volumen de cilindrada, es el volumen comprendido entre el PMS y el PMI, o volumen del cilindro en la carrera C descrita por el pistón. Se puede calcular según:

$$V_c = (\pi D^2/4) C = V_1 - V_2$$

Volumen de la cilindrada total del motor: es el volumen de todos los cilindros del motor, se calcula multiplicando el volumen de la cilindrada unitaria por el número de cilindros, ya que todos los cilindros deben ser iguales.

rc: Relación o grado de compresión, es la relación entre los volúmenes descritos por el pistón entre el PMI y el PMS; es decir, es el cociente entre V₁ y V₂. En los motores de gasolina (o encendido por batería) oscila entre 6 y 10, y en los de gasoil (o encendido por compresión) entre 14 y 22.

RECOMENDACIONES FINALES:

Con este tema se pretende observar los componentes del motor de combustión interna de los tractores y de las máquinas automotrices, de dos y cuatro ruedas.

Se describen para un tractor por ser la principal máquina agrícola generadora de potencia y su gran aplicación en agricultura, conocer su funcionamiento es básico para la selección del parque de maquinaria agrícola necesario en una explotación agraria.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 01

- Nomenclátor: Componentes del motor y cotas del cilindro.

BLOQUE:

Motor de combustión interna:
Mecanismos auxiliares:
Cilindros:
Espárragos roscados:
Varillas de empuje:

CAMISA:

Pistones:
Juntas de estanqueidad:

CULATA:

Tuercas:
Válvulas de admisión:
Válvulas de escape:
Guías de las válvulas:
Inyectores:
Bujías:
Árbol de levas:

JUNTA DE CULATA:

Altas presiones en el interior del cilindro:
Altas temperaturas en el interior del cilindro:

TAPA DE BALANCINES:

Junta de goma o corcho:
Tapón para el llenado de aceite:

BLOC MOTEUR:

Moteur à combustion interne:
Mécanismes auxiliaires:
Cylindres:
Vis de culasse filetage:
Tiges de poussoir:

CHEMISE DE CYLINDRE:

Pistons:
Des joints d'étanchéité:

CULASSE:

Écrous:
Soupapes d'admission:
Soupapes d'échappement:
Guides de soupapes:
Injecteurs:
Bougie:
Arbre à cames:

JOINT DE CULASSE:

Hautes pressions à l'intérieur du cylindre:
Températures élevées à l'intérieur du cylindre:

COUVRE CULASSE:

Joint caoutchouc ou liège:
Bouchon de remplissage d'huile:

ÉMBOLO O PISTÓN:

Elemento cilíndrico de aluminio:
Movimiento alternativo:
Cabeza del pistón:
Falda del pistón:

BULÓN:

Movimiento de oscilación:
Frenillos:

AROS:

Aros de compresión:
Aros de engrase:
Dilatación:
Compresión:

BIELA:

Acero de alta resistencia:
Transmisión de esfuerzos:
Pie de biela:
Cuerpo de biela:
Cabeza de biela:
Casquillo de pie de biela:
Sombbrero de cabeza de biela:
Cojinete antifricción:

CIGÜEÑAL:

Movimiento alternativo del pistón:
Movimiento circular uniforme del eje:
Cojinetes de bancada del bloque:
Apoyos:
Codos o muñequillas:
Manivelas:
Contrapesos:
Vibraciones:
Juntas de retención:

PISTON:

Élément cylindrique en aluminium:
Déplacement alternatif:
Calotte de piston:
Jupe de piston:

AXE DU PISTON:

Mouvement oscillant:
Circlips (barrure):

SEGMENTS:

Segments de compression:
Segments racleur d'huile:
Dilatation:
Compression:

BIELLE:

Acier à haute résistance
Transmission des efforts:
Pied de bielle:
Corps de bielle:
Tête de bielle:
Bague de pied de bielle:
Chapeau de tête de bielle:
Cousinets antifriction:

VILEBREQUIN:

Mouvement alternatif du piston
Mouvement circulaire uniforme de
l'arbre:
Roulements principaux de bloc:
Tourillons:
Manetons:
Manivelles (flasques):
Contrepoids:
Vibrations:
Joint de rétention:

VOLANTE:

Salida de potencia del cigüeñal:
Acumulación de energía:
Energía en forma de inercia:
Corona dentada:
Motor de arranque:
Mecanismo del embrague:

COJINETES ANTIFRICCIÓN:

Cojinetes de bancada:
Cojinetes de biela:
Casquillos de dos piezas
semicilíndricas:
Película de lubricante:
Tapas o sombreretes:

CÁRTER:

Recipiente o bandeja metálica:
Hermeticidad:
Aceite del sistema de lubricación:

COTAS DEL CILINDRO:

PMS: Punto muerto superior:
PMI: Punto muerto inferior:
C: Carrera:
h: altura de la cámara de
combustión:
R: Longitud de la manivela:
D: Diámetro:
V₁: Volumen total del cilindro:
V₂: Volumen de la cámara de
compresión o combustión:
V_c: Volumen de cilindrada:
Volumen de la cilindrada del motor:
rc: Relación o grado de compresión:

VOLANT MOTEUR:

Puissance de sortie du vilebrequin:
Accumulation d'énergie:
Énergie sous forme d'inertie:
Jante dentée:
Moteur de démarrage:
Mécanisme d'embrayage:

ROULEMENTS ANTI-FRICTION:

Coussinets de banque:
Coussinets de bielle:
Coussinets en deux parties semi-
cylindriques:
Film lubrifiant:
Casquettes o chapeau:

CARTER:

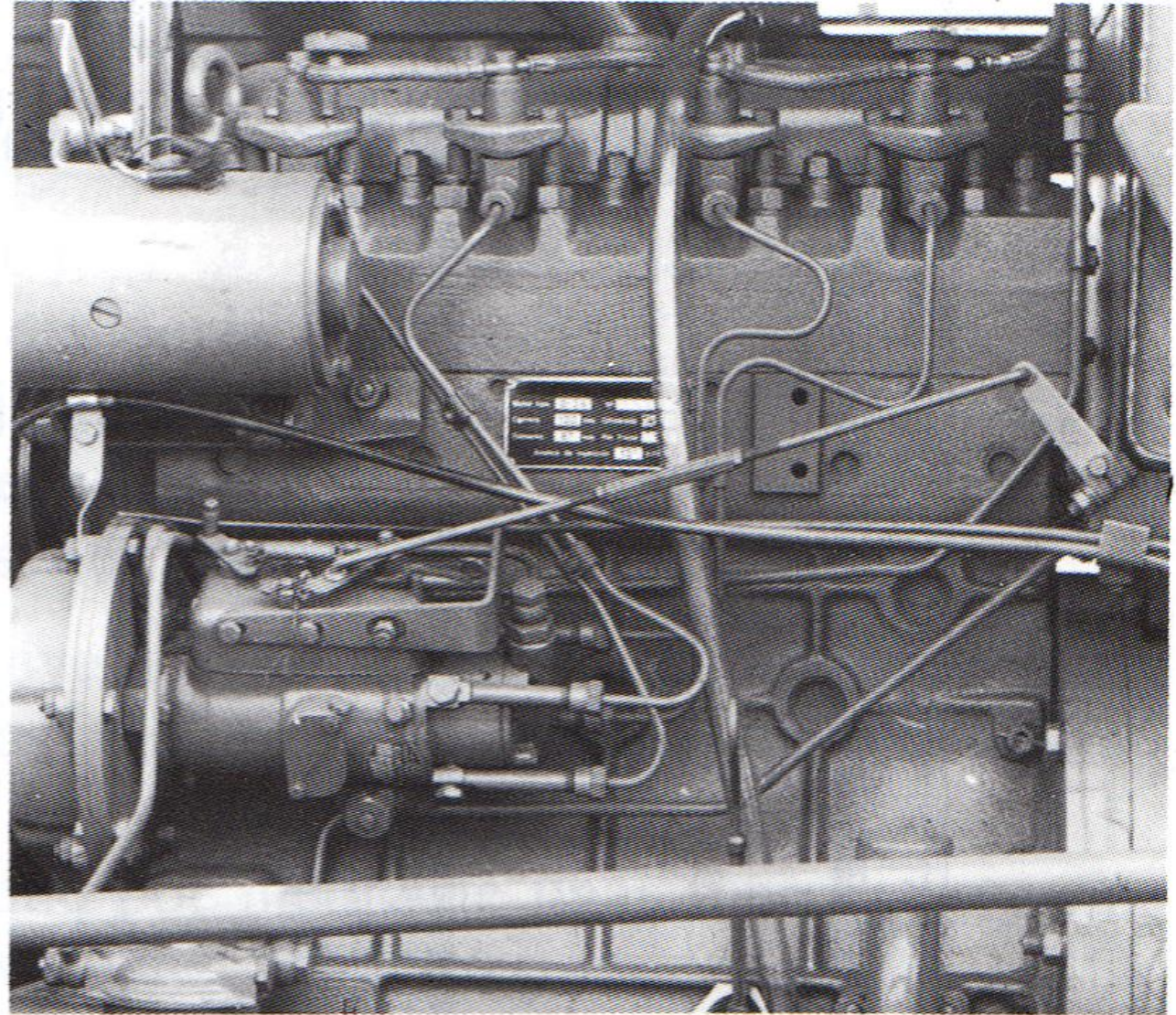
Récipient ou plateau en métal:
Étanchéité:
Huile du système de lubrification:

DIMENSIONS CYLINDRE:

PMH: Point mort haut:
PMB: Point Mort Bas:
C: Course:
h: hauteur de la chambre de
combustión:
R: Longueur de la manivelle:
D: Diamètre (alésage):
V₁: Volume total du cylindre:
V₂: Volume de la chambre de
combustion:
V_c: Volume des cylindres:
Volume de cylindrée du moteur:
rc: Taux ou degré de compression:



Fig. 2-1. Motor de un tractor.

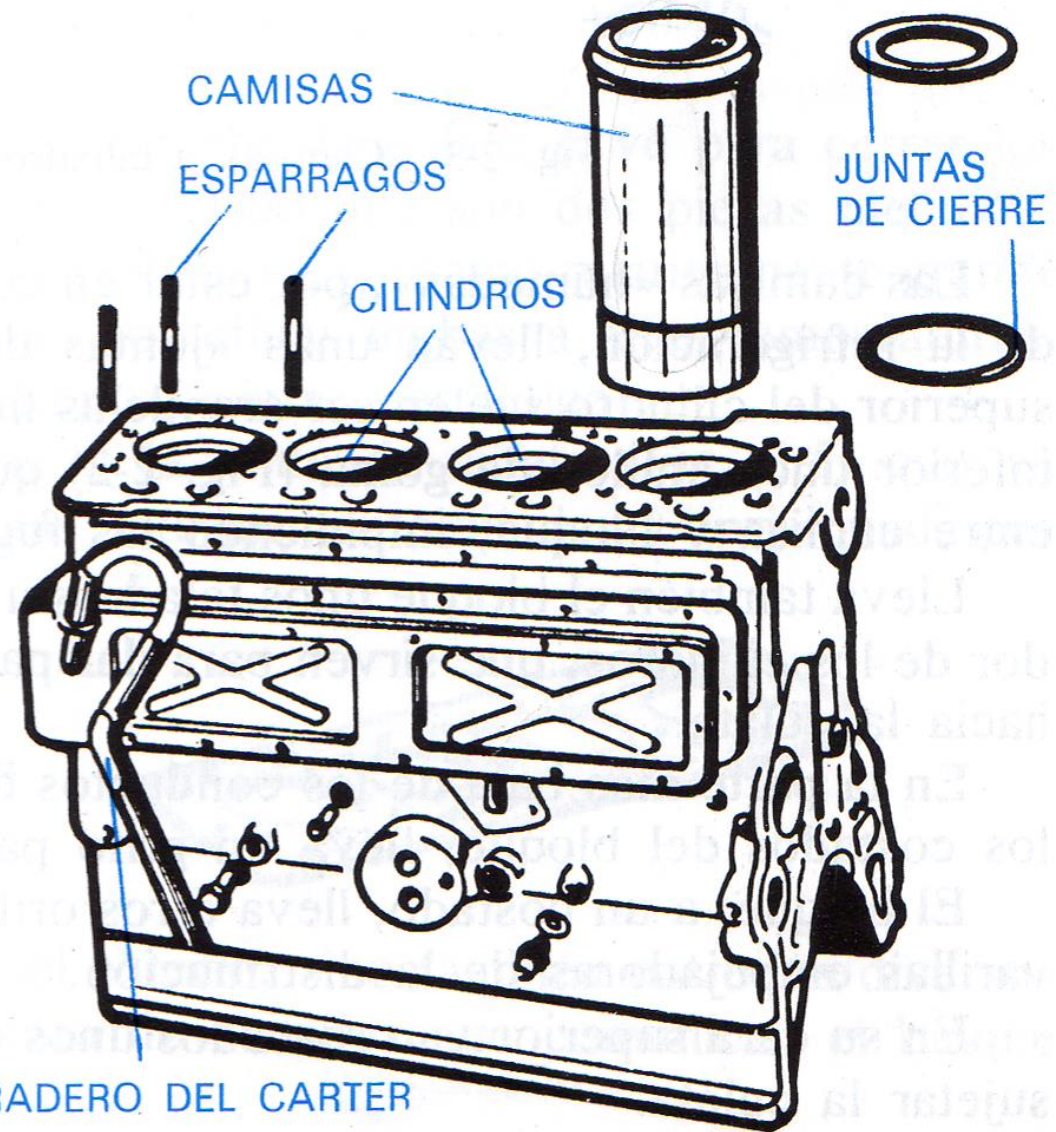


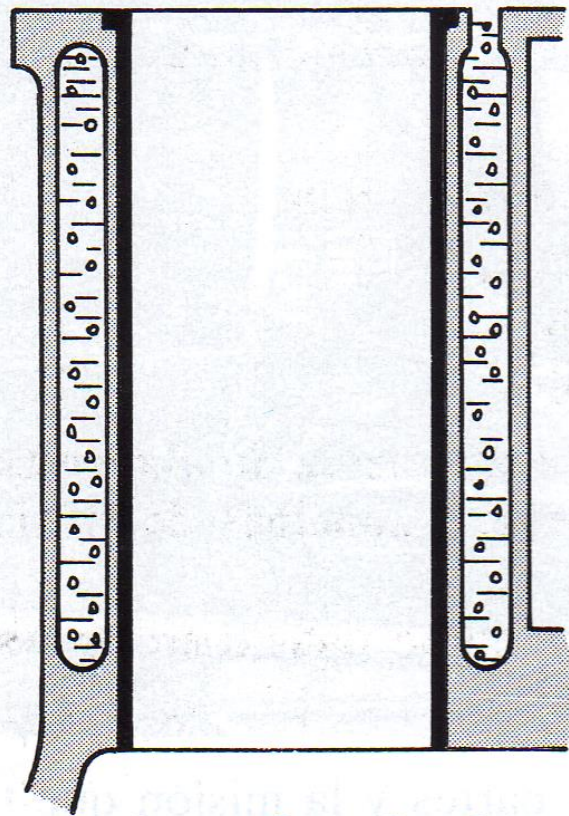
BLOQUE

Es una pieza hecha de fundición. Es la más pesada y voluminosa del motor, en la cual se insertan todos los mecanismos fundamentales de éste (Fig. 2-2).

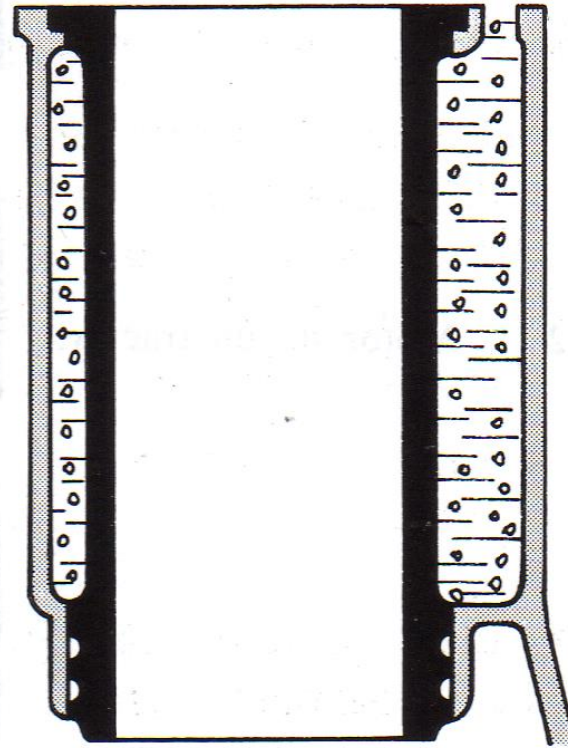
Fig. 2-2. Bloque y algunas de las piezas que contiene.

RESPIRADERO DEL CARTER





CAMISA SECA



CAMISA HUMEDA

Fig. 2-3. Camisas o cilindros postizos.

Es la pieza (Fig. 2-4) que tapa los cilindros por su parte superior. Está hecha de aluminio o de hierro colado.

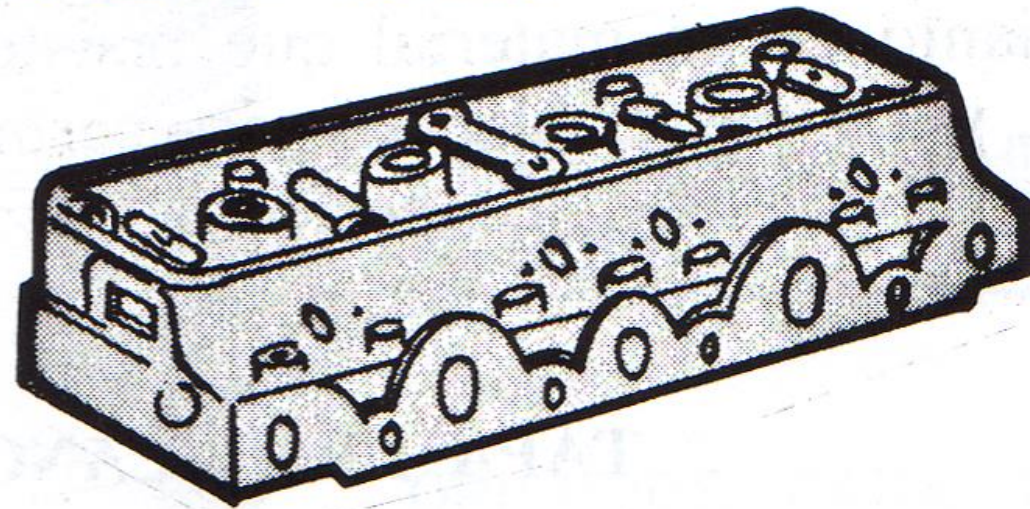
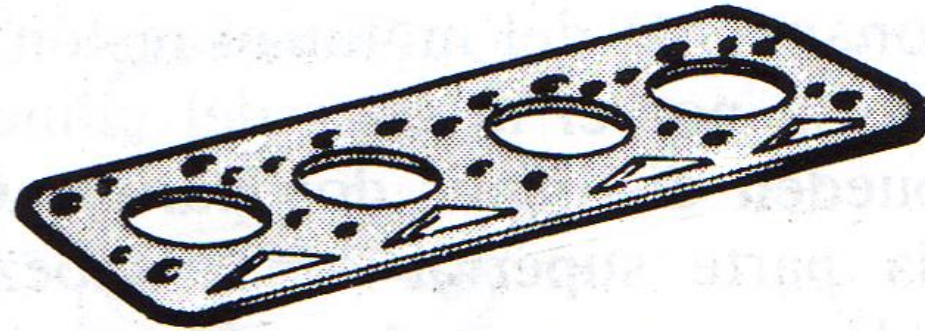


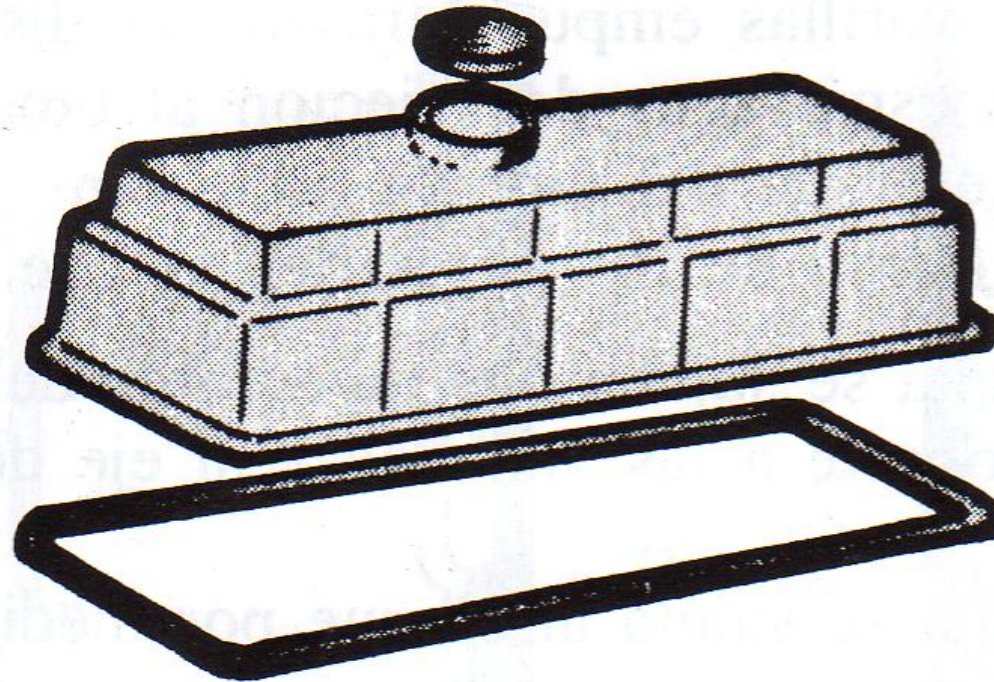
Fig. 2-4. Culata.

Fig. 2-5. Junta de culata.



La junta no sólo aísla del exterior sino también entre los diversos cilindros contiguos y el resto de orificios que comunican el bloque con la culata.

Fig. 2-6. Tapa de balancines y junta de la tapa.



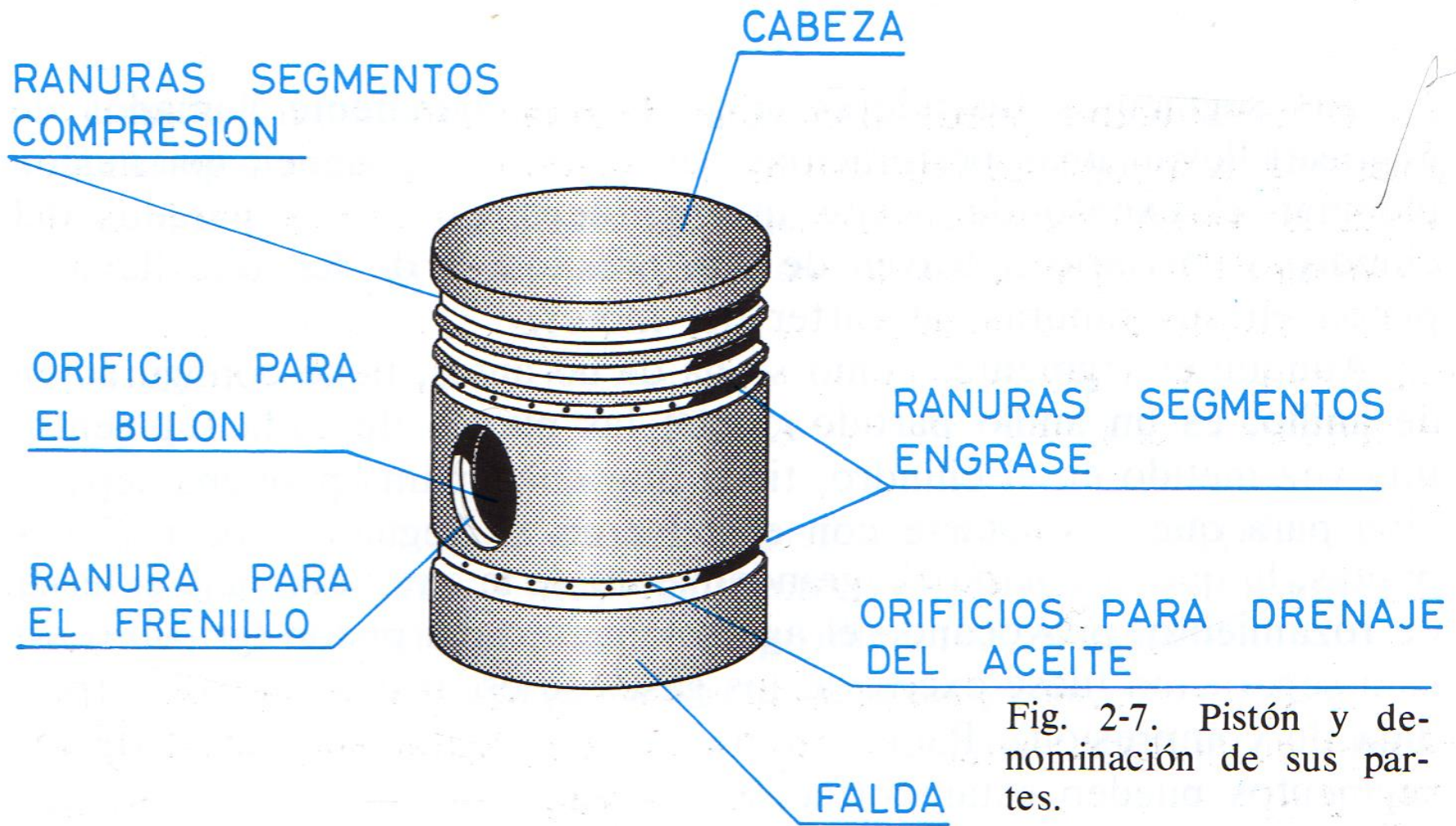


Fig. 2-7. Pistón y denominación de sus partes.

Fig. 2-8. Diversos tipos de segmentos de compresión.

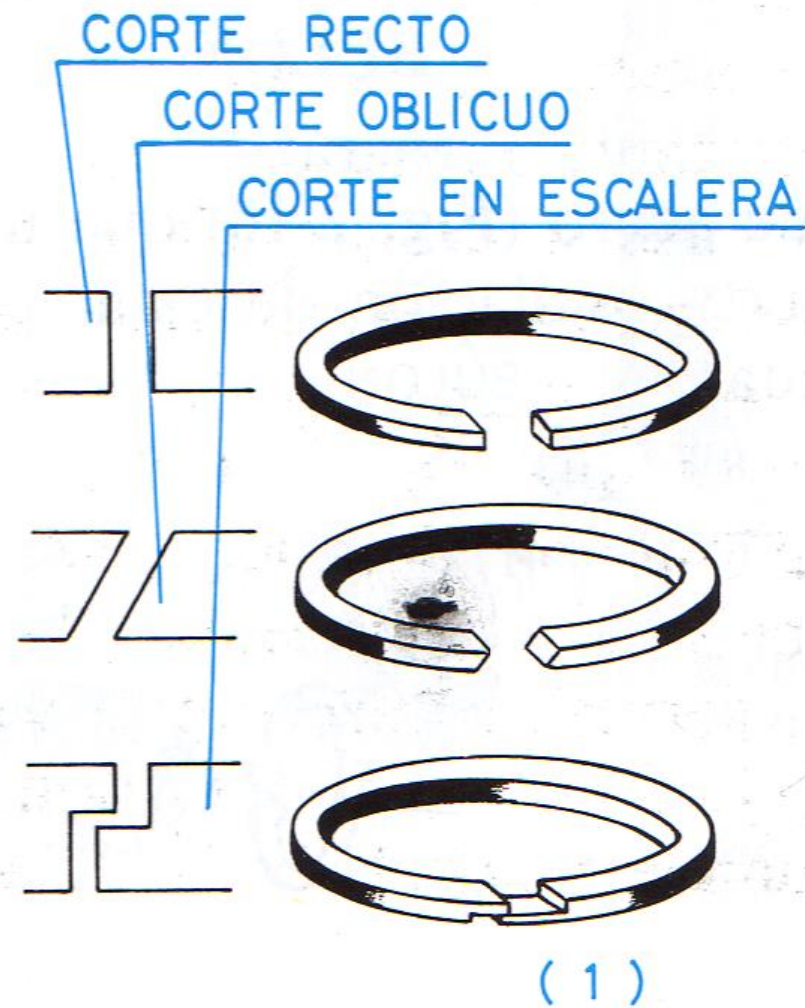
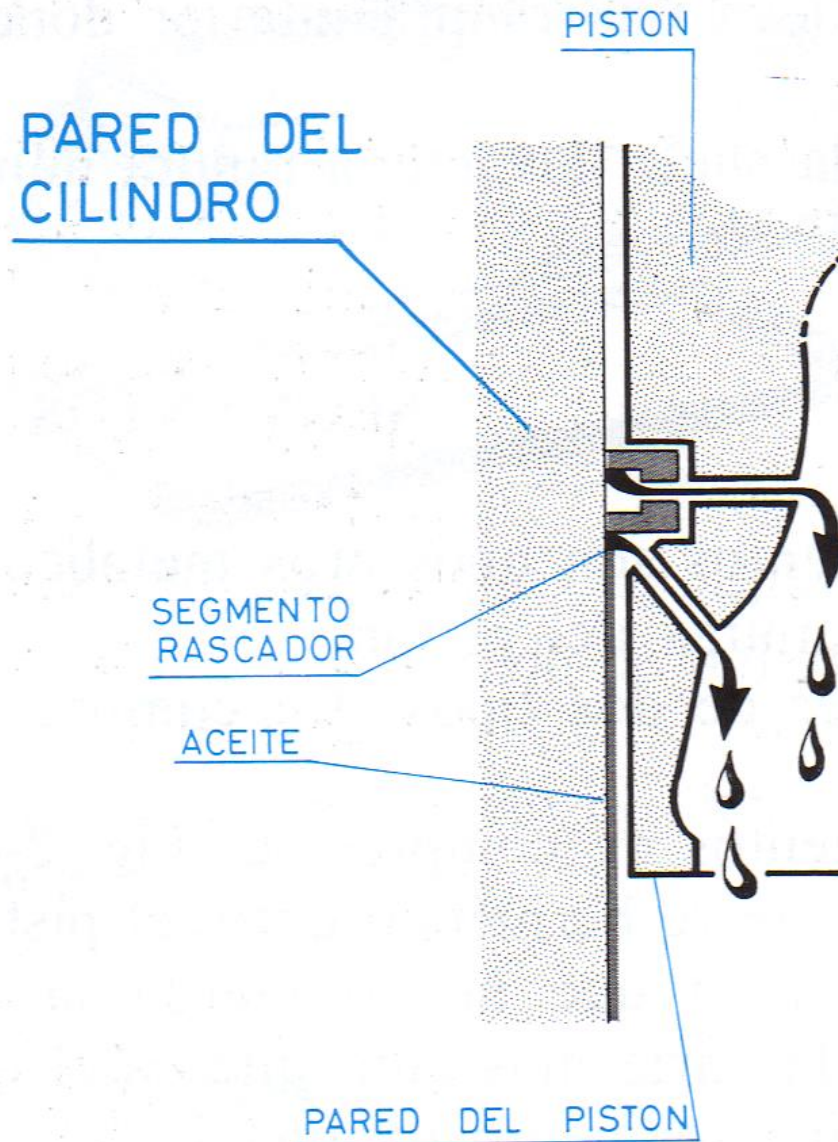
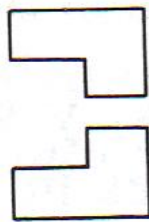
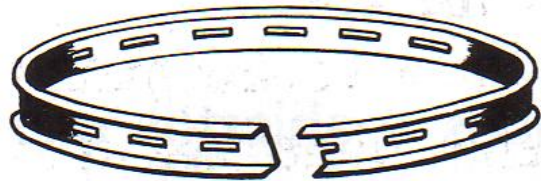


Fig. 2-9. Segmento rascador. A la derecha, apréciase la acción y el efecto de los segmentos rascadores o de engrase.



Es un pasador de acero (Fig. 2-10) que une el pistón con la biela, permitiendo una cierta oscilación de ésta, pero manteniendo las dos piezas siempre unidas.

Fig. 2-10. Bulón y sus frenillos.

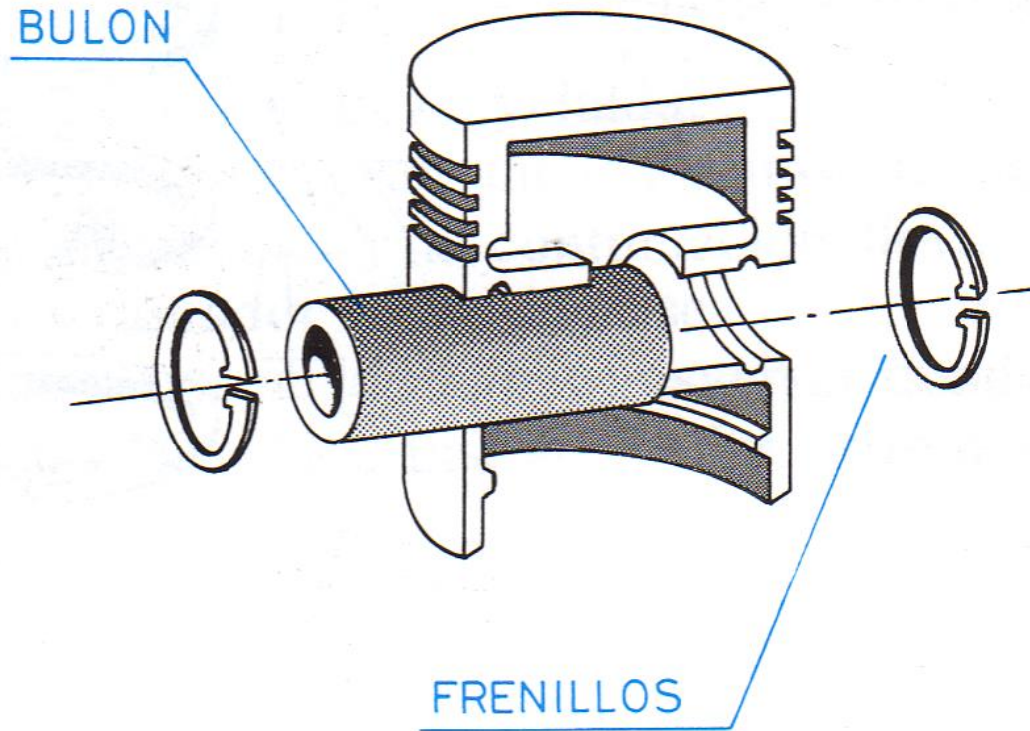
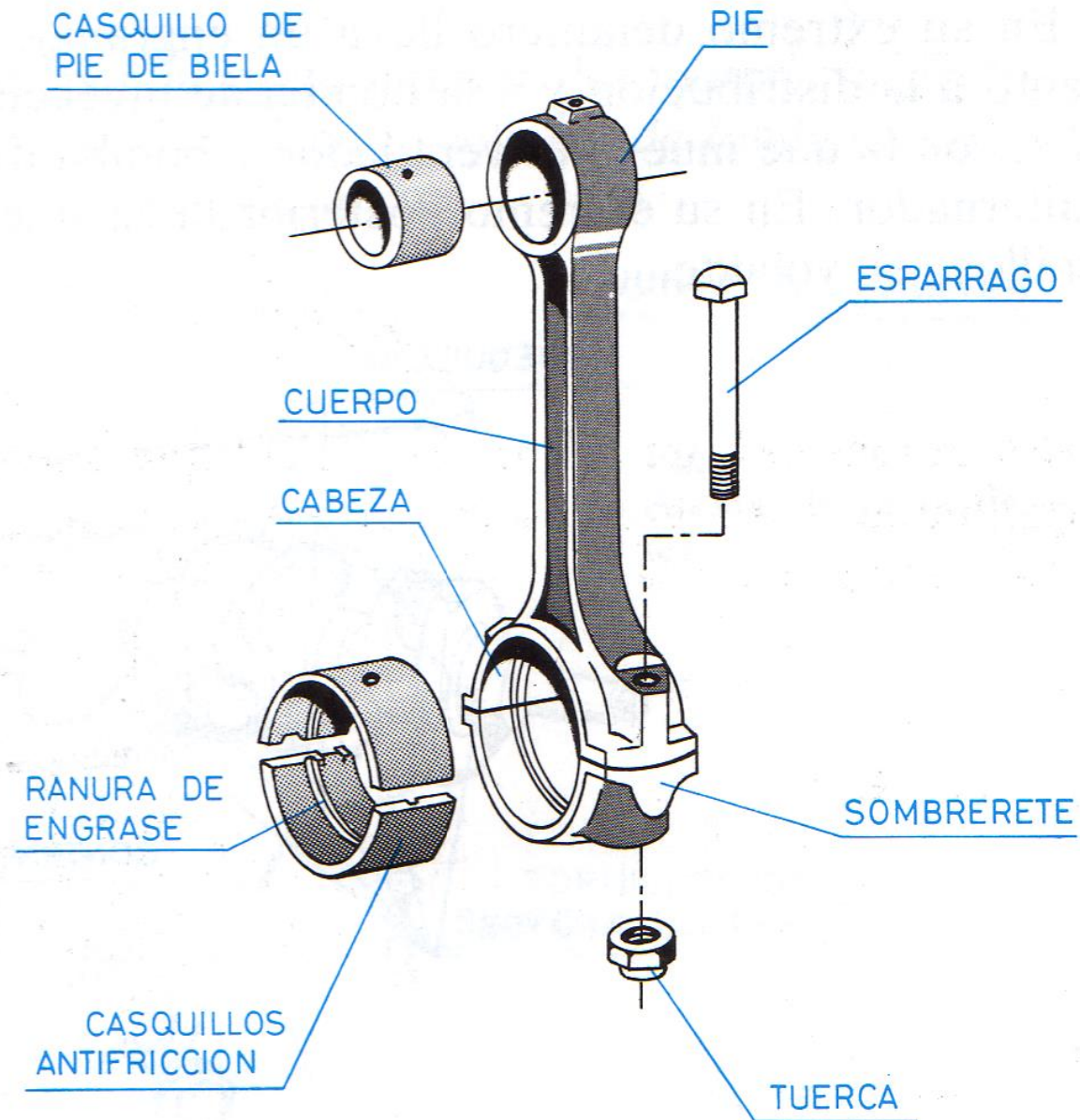


Fig. 2-11. Biela y sus elementos complementarios.



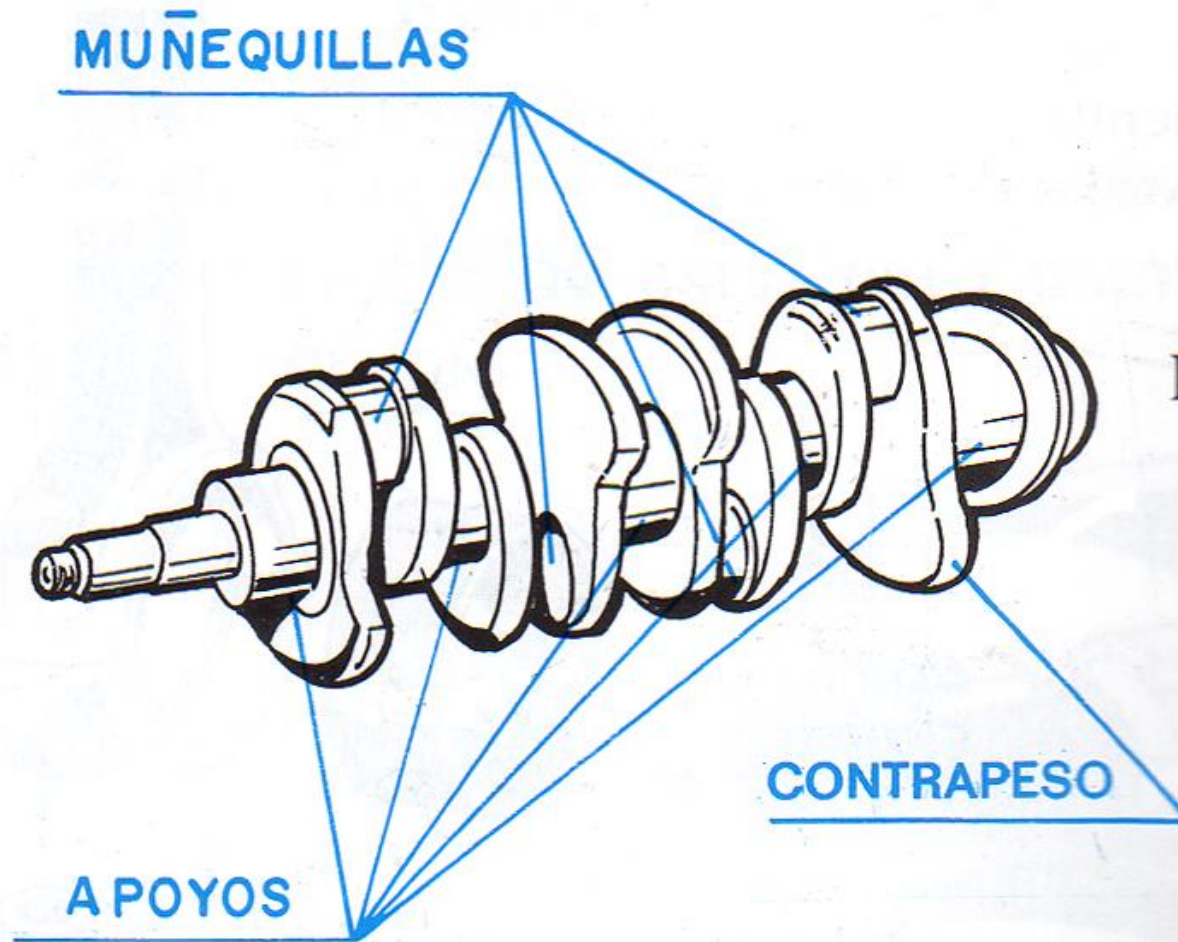
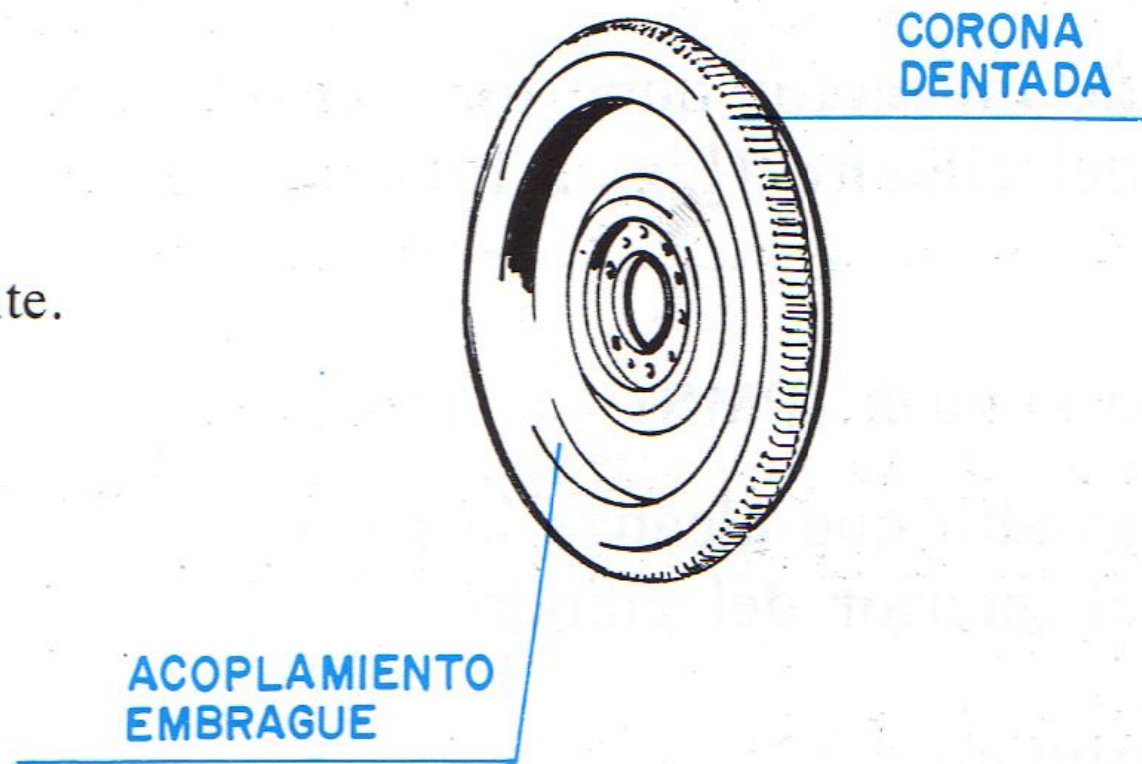
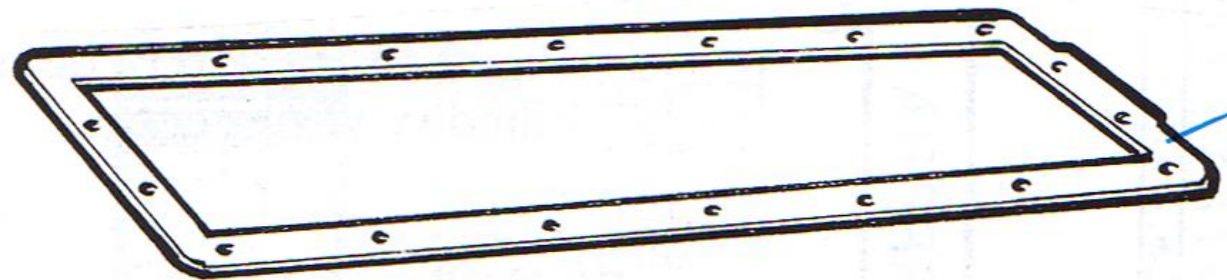


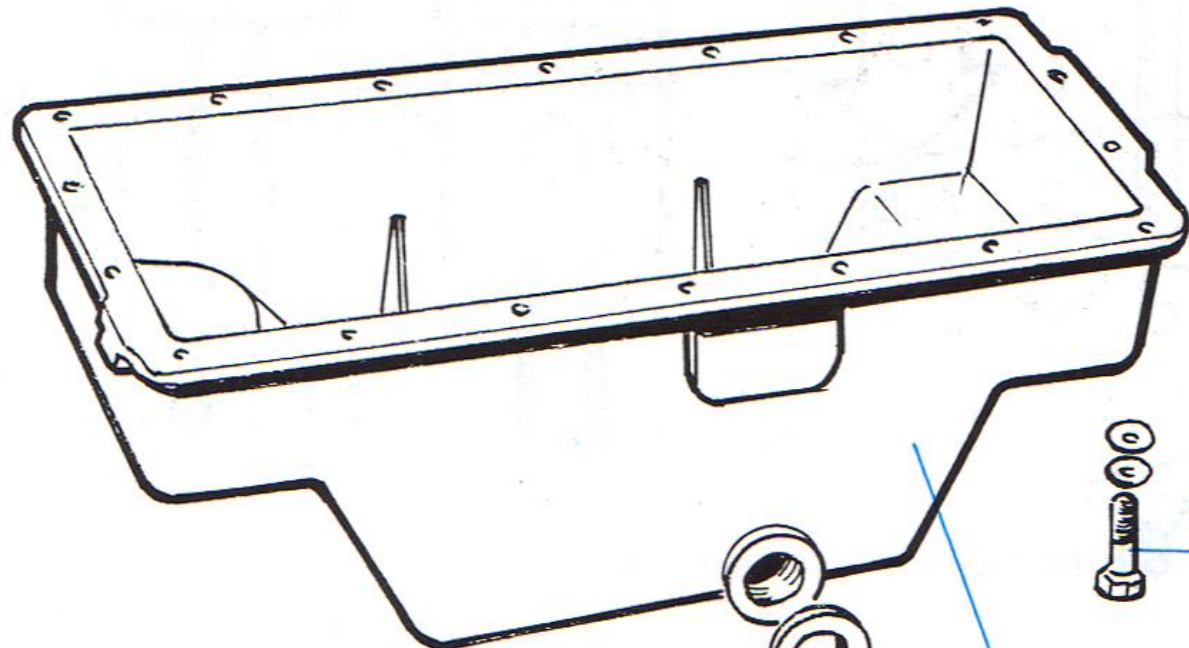
Fig. 2-12. Cigüeñal

Fig. 2-13. Volante.





JUNTA DEL CARTER



TORNILLOS DE SUJECION DEL CARTER



CARTER

JUNTA DEL CIERRE

TORNILLO DE VACIADO



Fig. 2-14. Carter. Arriba, la junta del cárter.

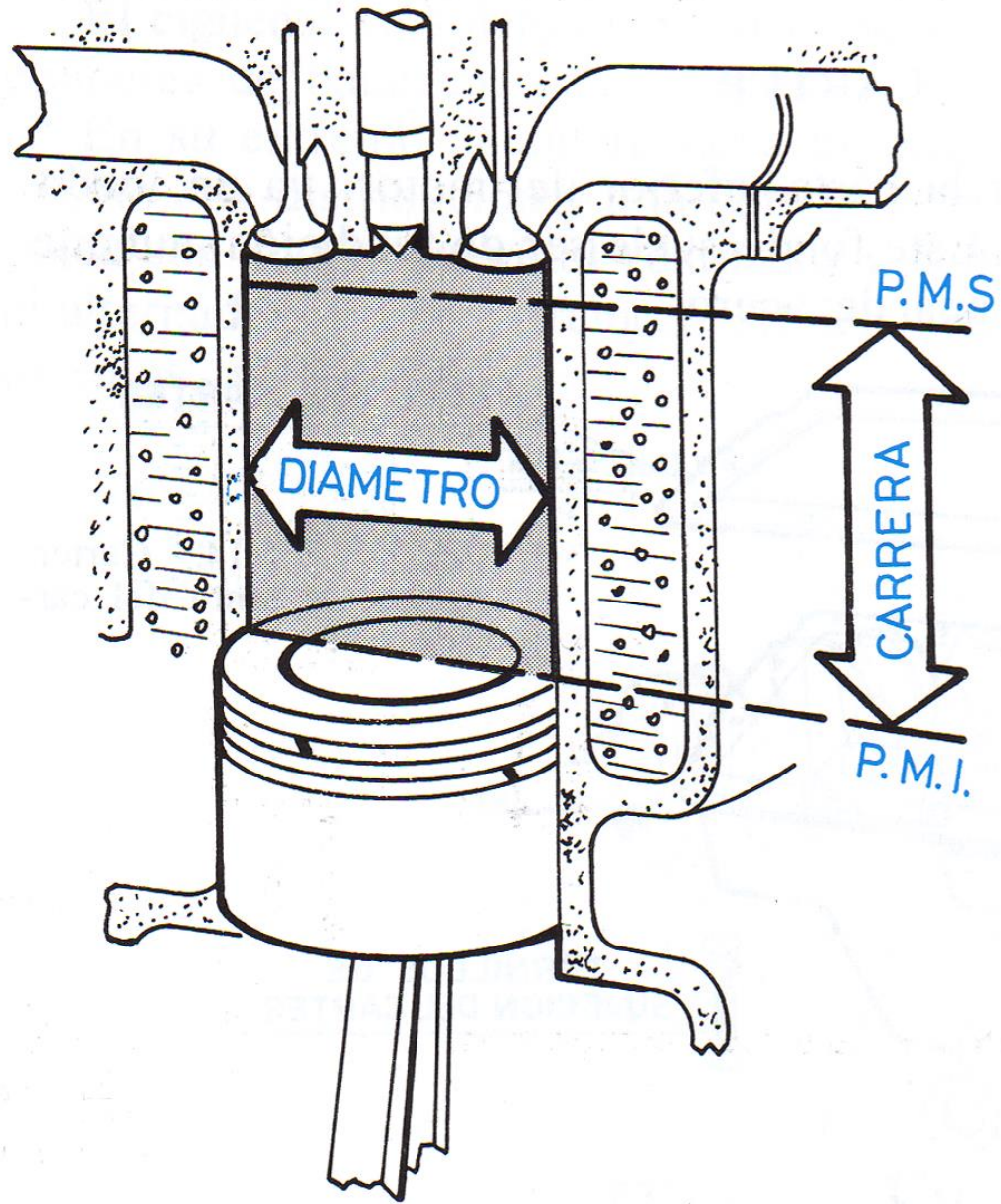


Fig. 2-15. Carrera de un cilindro y sus cotas.

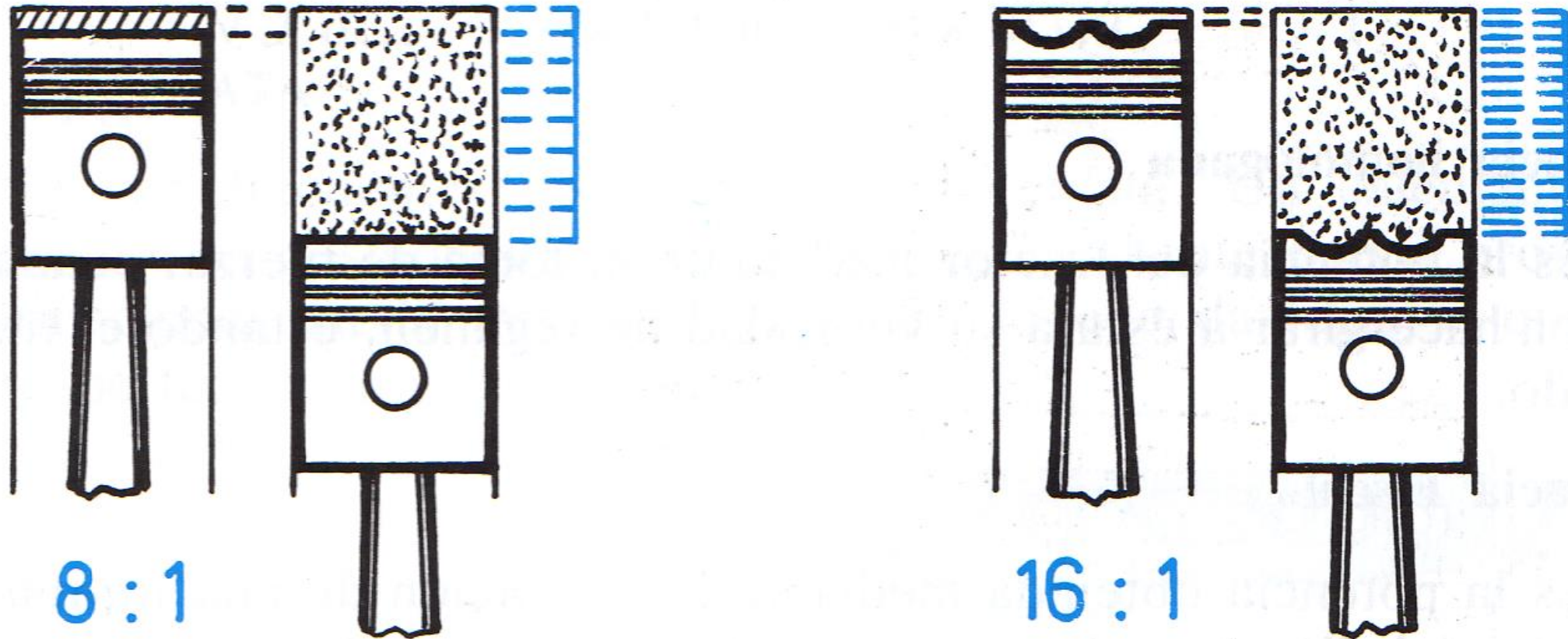


Figura 2-16. Relación de compresión.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 02

- TITULO: Funcionamiento del motor.
- OBJETIVO: Estudio de las diferentes fases del ciclo que describen los motores de 4 y 2 tiempos, observar las diferentes fases del ciclo en motores policilíndricos y el orden de encendido, esquema de fases y calado del cigüeñal de un motor, conocer su funcionamiento básico y sus parámetros más importantes.
- ORIENTACION PEDAGOGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen incomunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGOGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de tres equipos para la práctica: Motor seccionado Distesa (gasoil, 4 cilindros y 4 tiempos) y motor seccionado Mowog (gasolina, 4 cilindros y 4 tiempos). La instalación a utilizar es el taller-garage de la EUITA. (Se dispone solo de 2 maquetas para poder hacer esta práctica, se necesitan 3 maquetas más de motores policilíndricos de 4 tiempos y 2 de motores mono o policilíndricos de 2 tiempos).
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de "Motores Agrícolas", "Máquinas Agrícolas" y "Mecanización Agraria", en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Motor de 4 tiempos, motor de 2 tiempos y motores policilíndricos.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Giacosa, D. 2000. Motores endotérmicos. Omega.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

El ciclo de funcionamiento de un motor de C.I. queda determinado por las diferentes fases o etapas que repite a medida que gira el cigüeñal: admisión, compresión, combustión, expansión (trabajo), cesión de calor y escape.

Cuando un motor realiza las 6 fases en 4 carreras de pistón se dice que es de 4 tiempos (para describir 1 ciclo necesitan 2 vueltas del cigüeñal), cuando realiza las 6 fases en 2 carreras se dice que es de 2 tiempos (para describir 1 ciclo necesitan 1 vuelta del cigüeñal).

En los motores de gasolina el fluido que evoluciona es una mezcla de gasolina y aire, que se realiza en el carburador y se introduce por la admisión, es comprimida cuando el pistón se desplaza hasta el PMS, en ese momento salta una chispa entre los electrodos de una bujía y se inicia la combustión.

En los motores de gasoil el fluido que evoluciona es inicialmente aire, que entra por la admisión y es comprimido cuando el pistón se desplaza hasta el PMS, en ese momento se le inyecta el combustible y se inicia la combustión.

MOTOR DE 4 TIEMPOS:

Las 6 fases del ciclo se reparten en 4 carreras del pistón.

- Primer tiempo: Se realiza la admisión en carrera descendente del pistón, del PMS al PMI; la válvula de admisión se abre con el pistón en el PMS y se cierra con el pistón en el PMI, se crea en el cilindro un aumento de volumen y una succión que permite la entrada de aire o mezcla.

La presión de admisión es de 1,033 kp/cm² en motores atmosféricos y en motores sobrealimentados 1,5-1,8 kp/cm².

- Segundo tiempo: Se realiza la compresión en carrera ascendente del pistón, del PMI al PMS; las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas, se crea en el cilindro una disminución de volumen y un aumento de presión.

La presión final de compresión es de 8,5-13 kp/cm² en gasolina y 35-45 kp/cm² en gasoil.

- Tercer tiempo: Se realiza la combustión y expansión en carrera descendente del pistón, del PMS al PMI; las válvulas de admisión y escape permanecen cerradas, la combustión origina un brusco aumento de presión y temperatura en el fluido, que empuja al pistón hacia el PMI buscando un aumento de volumen y disminución de presión.

La presión final de combustión es de 38-52 kp/cm² en gasolina y 55-70 kp/cm² en gasoil.

La presión final de expansión es de 4-5 kp/cm² en gasolina y 3 kp/cm² en gasoil.

- Cuarto tiempo: Se realiza la cesión de calor y el escape en carrera ascendente del pistón, del PMI al PMS; la válvula de escape se abre con el pistón en el PMI y se cierra con el pistón en el PMS, se crea en el cilindro una disminución de volumen y una impulsión que permite la salida de los gases quemados.

MOTOR DE 2 TIEMPOS:

Las 6 fases del ciclo se reparten en 2 carreras del pistón. El aire o mezcla se introduce en el cilindro casi al mismo tiempo que se realiza el escape, y durante las carreras de expansión y compresión, por lo el fluido necesita que se introduzca con cierta presión de admisión.

En motores de pequeña potencia esta pre-compresión se puede realizar en el cárter necesitando para ello una línea de trasiego cárter-cilindro, en motores de media y alta potencia la pre-compresión se realiza fuera del motor, mediante un compresor centrífugo accionado por los gases de escape.

Los gases de escape salen del cilindro debido a la presión (5-6 kg/cm²) que poseen por interrumpirse la expansión, creándose en ellos una inercia a salir, que junto con la presión del aire o mezcla de admisión permiten realizar el efecto de barrido, éste se mejora mediante un sistema deflector en la cabeza del pistón, o bien se instala una válvula de escape en culata.

- Primer tiempo: Se realiza la combustión y expansión en carrera descendente del pistón, del PMS al PMI; en una fracción final de esta carrera se realiza parte de la cesión de calor, escape y admisión, al quedar abiertas las lumbreras de escape primero y luego la de admisión.

- Segundo tiempo: Se realiza la compresión en carrera ascendente del pistón, del PMI al PMS; en una fracción inicial de esta carrera se realiza parte de la admisión, cesión de calor y escape, al quedar cerradas las lumbreras de admisión primero y luego la de escape.

El motor de 2 tiempos permite simplificar el sistema de distribución puesto que se eliminan o disminuye el número las válvulas y los mecanismos necesarios para su accionamiento.

Por otro lado, a igualdad de volumen de cilindrada que un motor de 4 tiempos, se puede obtener una mayor potencia ya que, en el motor de 2 tiempos, por cada giro del cigüeñal se obtiene una carrera de expansión o trabajo, mientras que en el motor de 4 tiempos se necesitan dos giros de cigüeñal para cada carrera de expansión o trabajo; es decir, que para igual número de rpm, el motor de 2 tiempos tiene el doble de carreras de expansión que uno de 4 tiempos, por lo que la potencia sería teóricamente el doble.

Sin embargo, se presentan problemas de refrigeración que limitan el aumento de las rpm del motor, aunque, la igualdad de potencia se podría alcanzar aumentando el volumen de cilindrada.

MOTORES POLICILÍNDRICOS:

Al incrementar el número de cilindros se busca un aumento del volumen de cilindrada y por tanto de la potencia. Además, los motores policilíndricos permiten que en el cigüeñal exista un reparto de esfuerzos a transmitir más o menos uniforme durante el giro de éste, para ello los cilindros se encuentran desfasados en las etapas del ciclo que describen.

En consecuencia, se obtiene un movimiento más uniforme del cigüeñal que si fuera un motor monocilíndrico el cual aumenta de volumen de cilindrada para aumentar la potencia.

RECOMENDACIONES FINALES:

Con este tema se pretende observar los componentes del motor de combustión interna de los tractores y de las máquinas automotrices, de dos y cuatro ruedas.

Se describen para un tractor por ser la principal máquina agrícola generadora de potencia y su gran aplicación en agricultura, conocer su funcionamiento es básico para la selección del parque de maquinaria agrícola necesario en una explotación agraria.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 02

- Nomenclátor Funcionamiento del motor.

CICLO DE FUNCIONAMIENTO:

Fases o etapas:
Etapa de admisión:
Etapa de compresión:
Etapa de expansión:
Etapa de escape:
Carreras de pistón:
Mezcla de gasolina y aire:
Carburador:
Mezcla de gasoil y aire:
Inyector:

MOTOR DE 4 TIEMPOS:

- Primer tiempo:
- Segundo tiempo:
- Tercer tiempo:
- Cuarto tiempo:

MOTOR DE 2 TIEMPOS:

- Primer tiempo:
- Segundo tiempo:
- revoluciones o vueltas por minuto (rpm):

MOTORES POLICILÍNDRICOS:

Aumento del volumen de cilindrada:

Aumento de la potencia:
Reparto de esfuerzos:
Cilindros desfasados:

CYCLE DE FONCTIONNEMENT:

Phases ou étapes:
Étape d'admission:
Étape de compression:
Étape d'expansion:
Étape d'échappement:
Course des pistons:
Mélange essence et air:
Carburateur:
Mélange de gazole et d'air:
Injecteur:

MOTEUR 4 TEMPS:

- Premier temps:
- Deuxième temps:
- Troisième fois:
- Quatrième fois:

MOTEUR 2 TEMPS:

- Premier temps:
- Deuxième temps:
- révolutions ou tours par minute (tr/mn):

MOTEURS POLYCYLINDRIQUES:

Augmentation du volume de cylindrée (déplacement):
Augmentation de la puissance:
Répartition des efforts:
Cylindres déphasés:

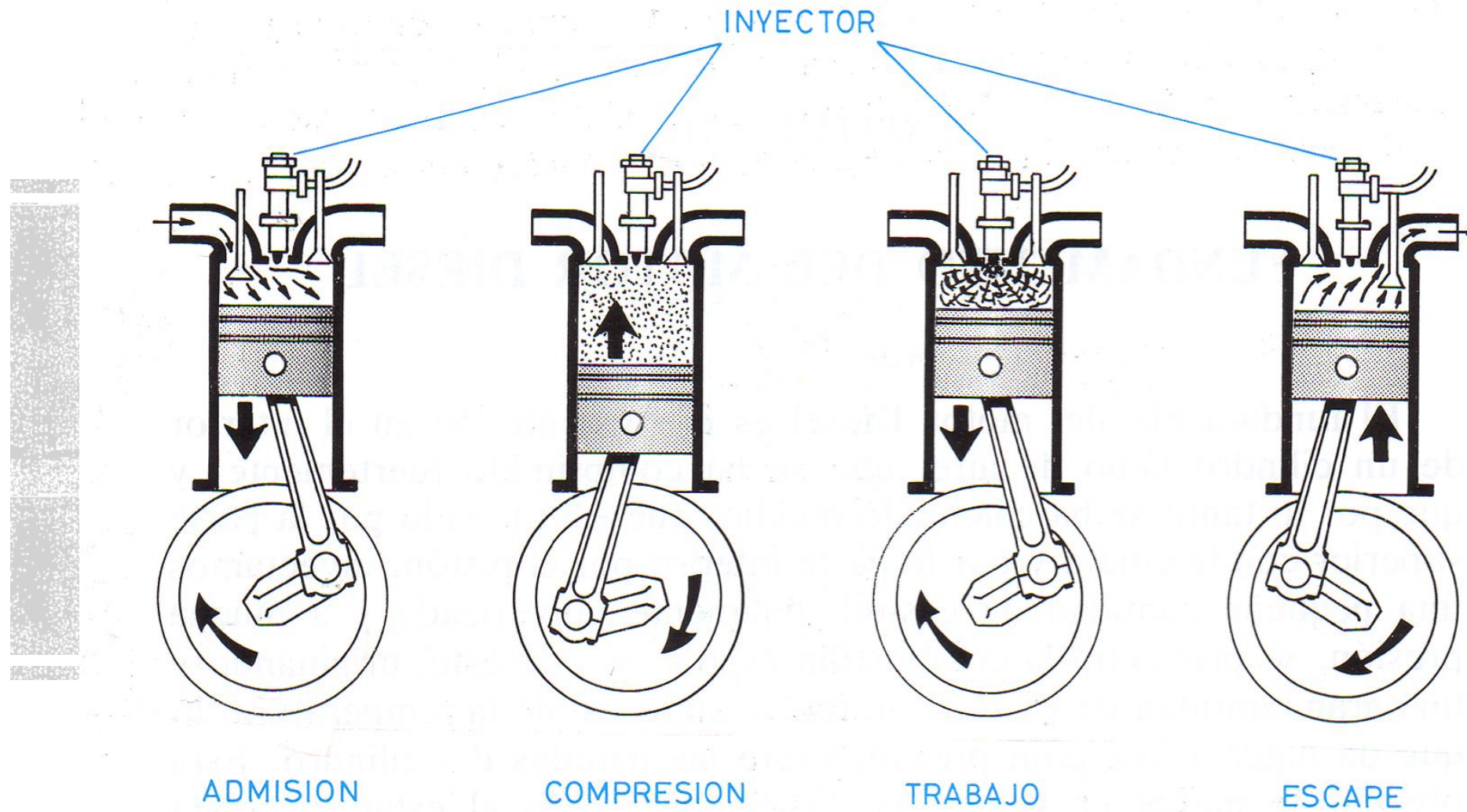


Fig. 3-1. Esquema del funcionamiento de un cilindro del motor de cuatro tiempos.

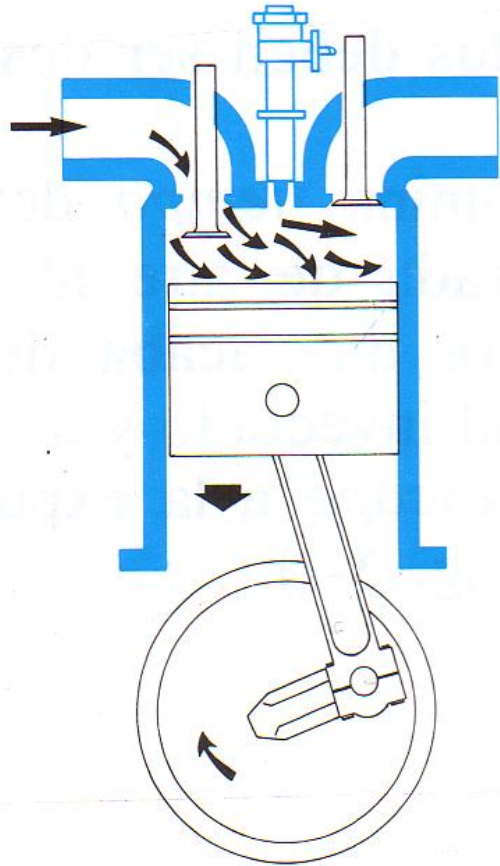


Fig. 3-2. Esquema de un cilindro en tiempo de admisión.

Fig. 3-3. Cilindro en tiempo de compresión.

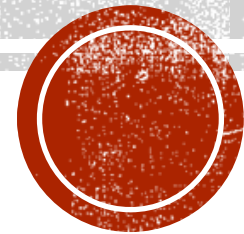
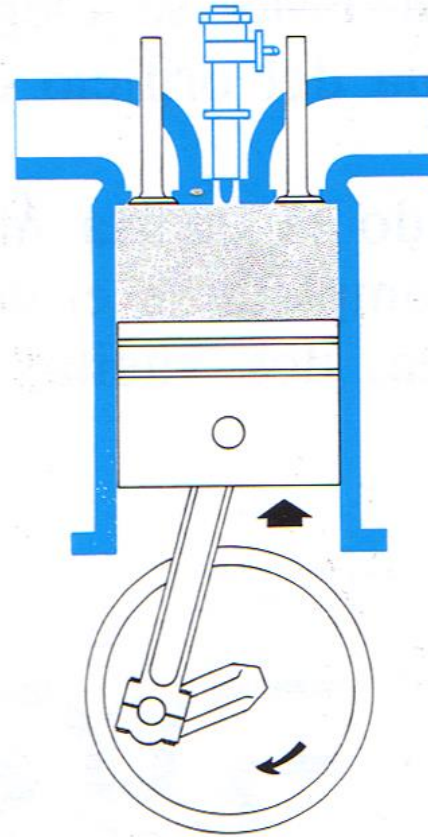
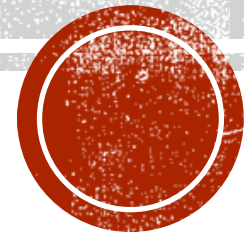
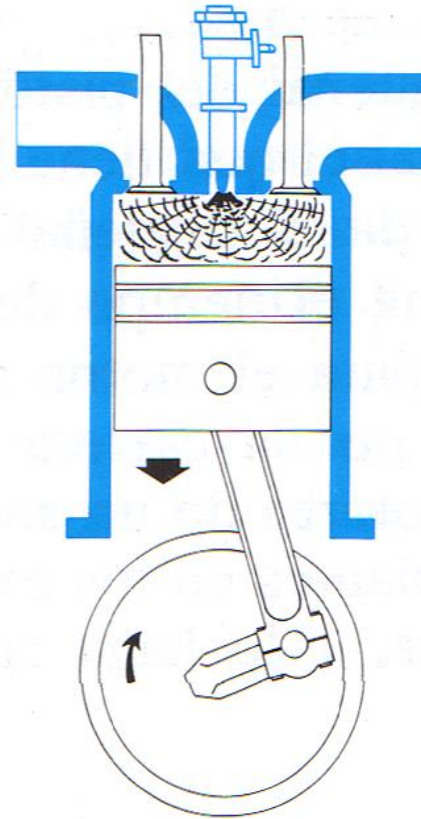


Fig. 3-4. Cilindro en tiempo de trabajo.



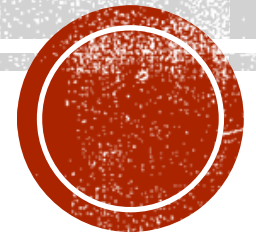
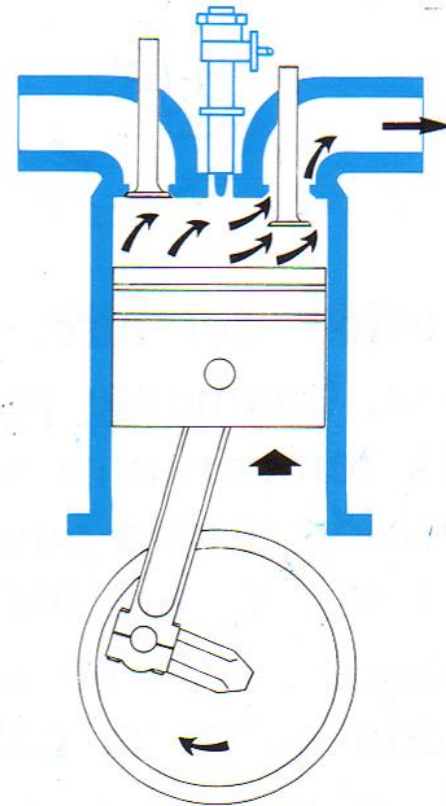


Fig. 3-5. Cilindro en tiempo de escape.

Fig. 3-6. Esquema de apertura y cierre de válvulas de un cilindro AAA, adelanto de apertura en la admisión; RCE, retraso de cierre en el escape; RCA, retraso de cierre en admisión; AAE, adelanto de apertura en escape; C, compresión; E, escape; T, trabajo; y A, admisión.

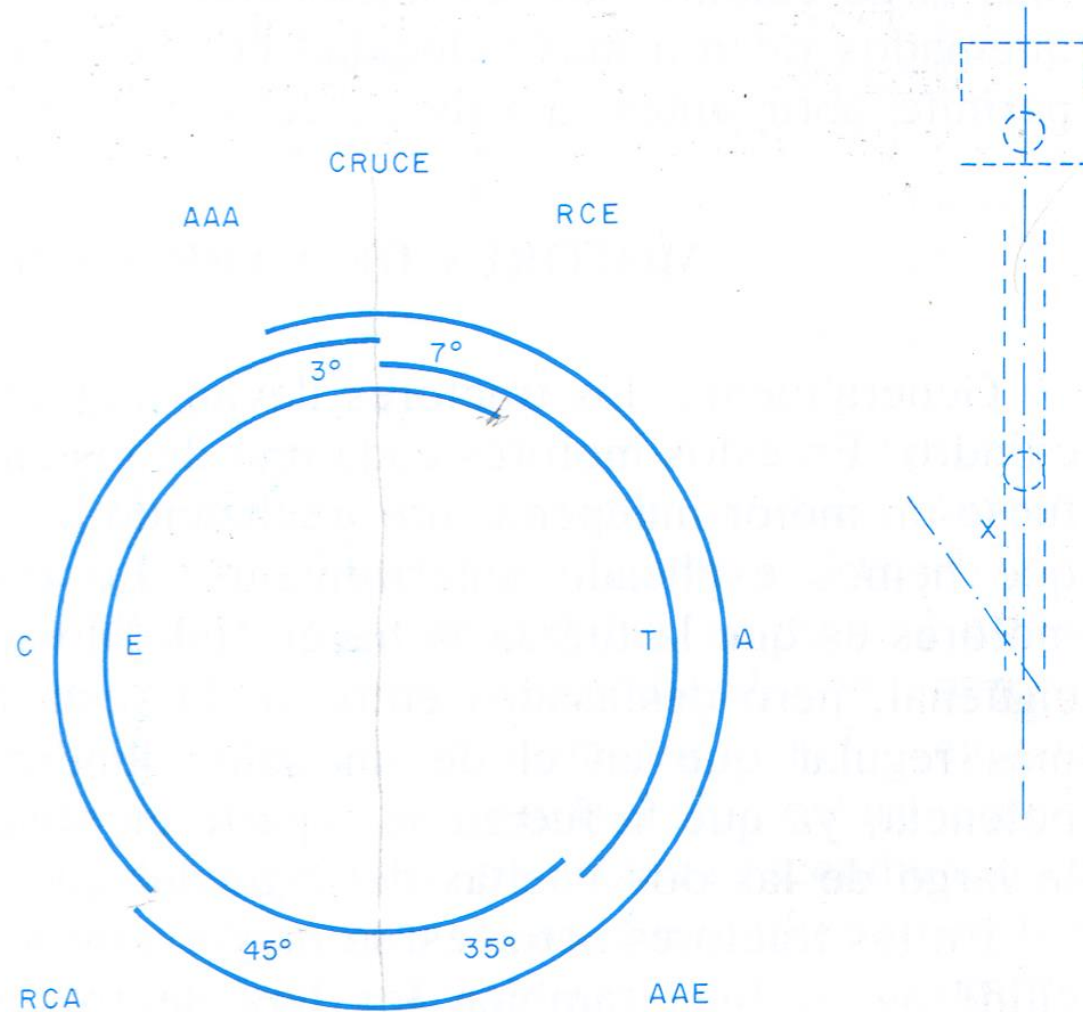


Fig. 3-7. Primera media vuelta.

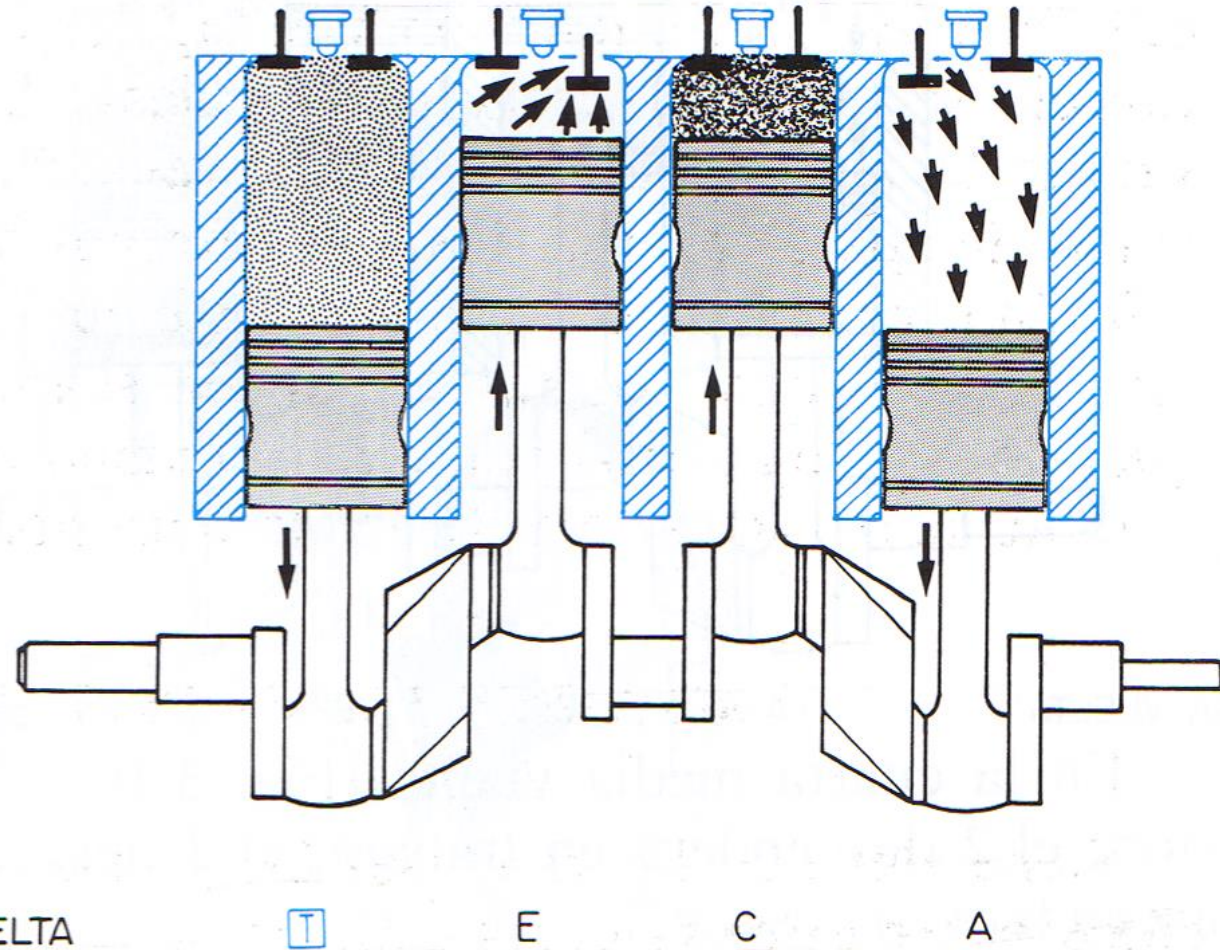
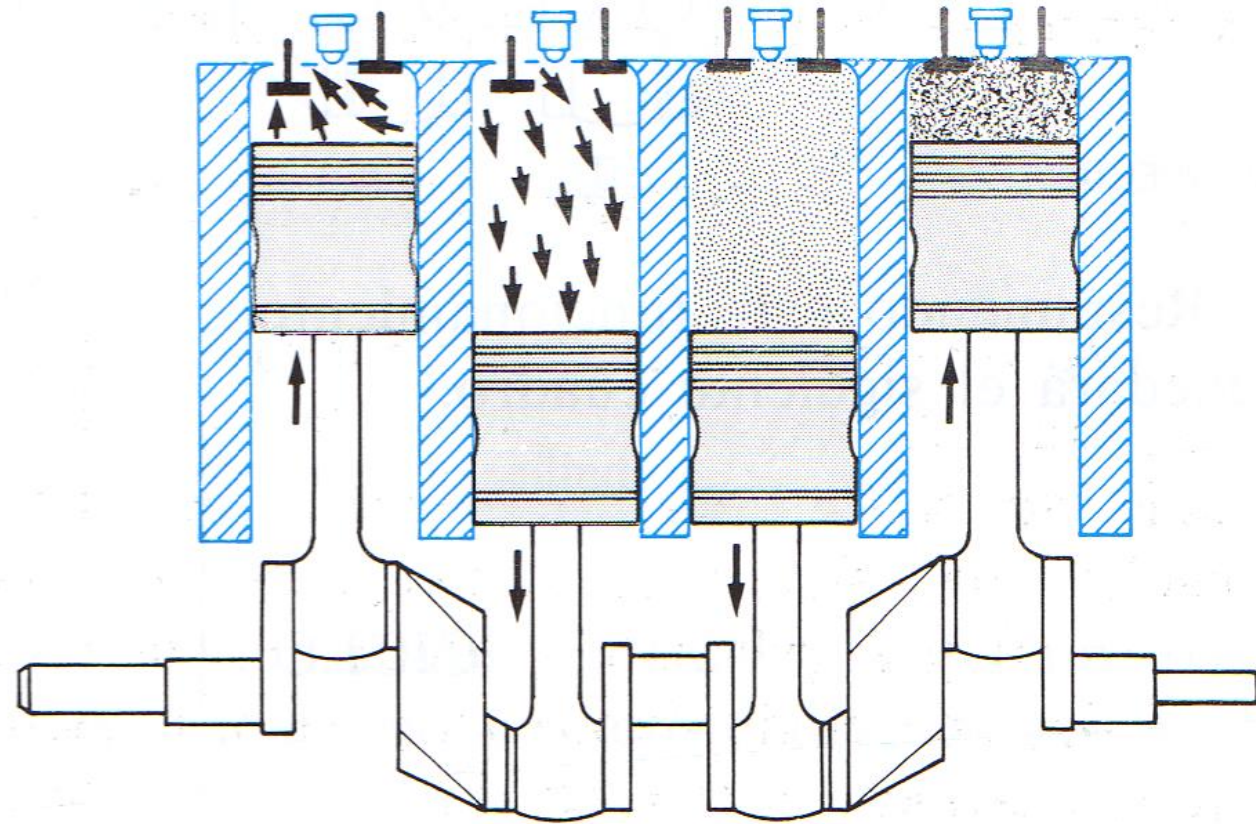


Fig. 3-8. Segunda media vuelta.



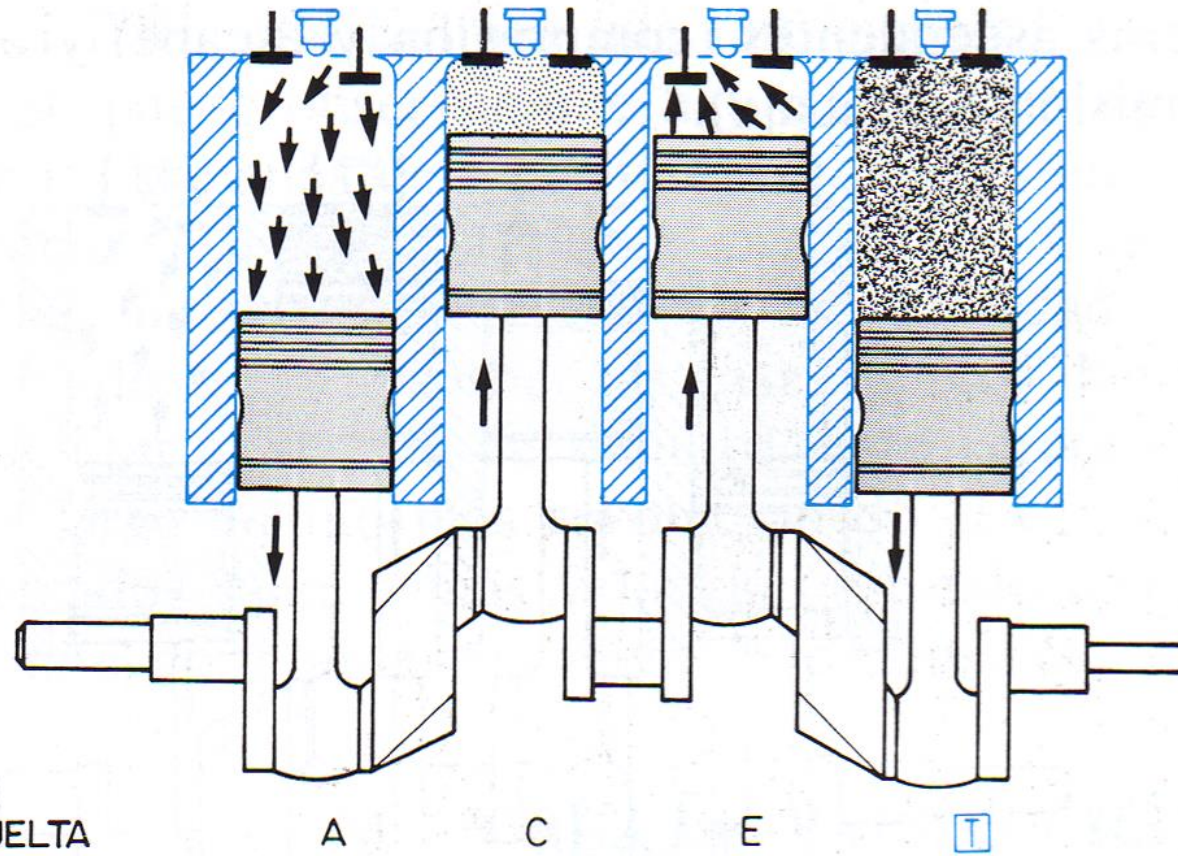
2º MEDIA VUELTA

E

A

T

C



3º MEDIA VUELTA

A

C

E

T

Fig. 3-9. Tercera media vuelta.

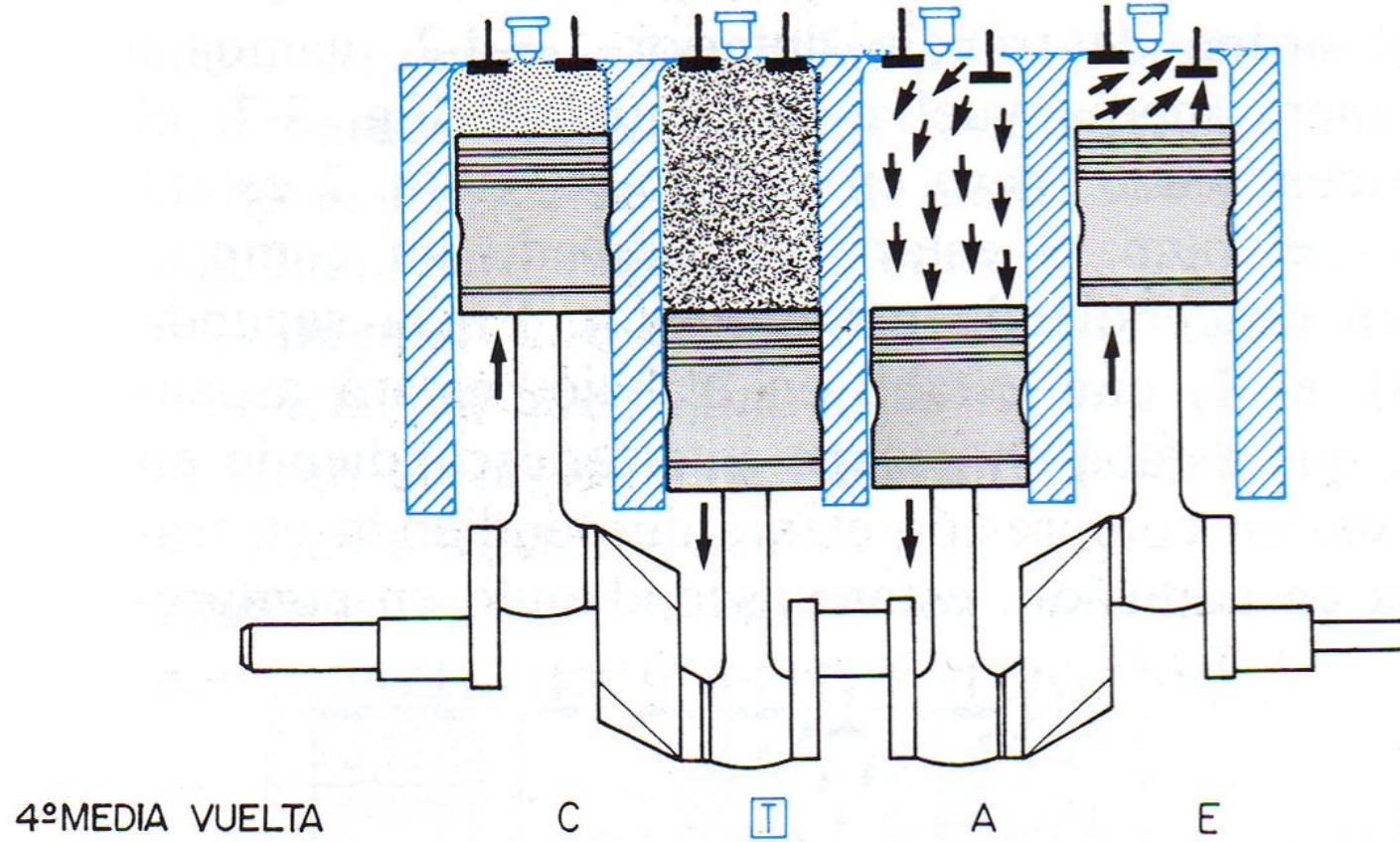


Fig. 3-10. Cuarta media vuelta.

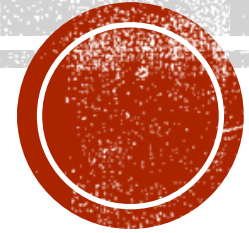
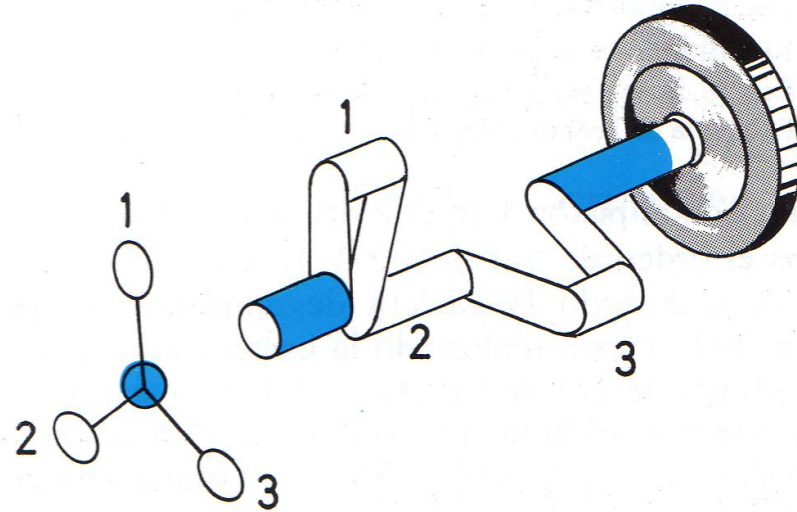
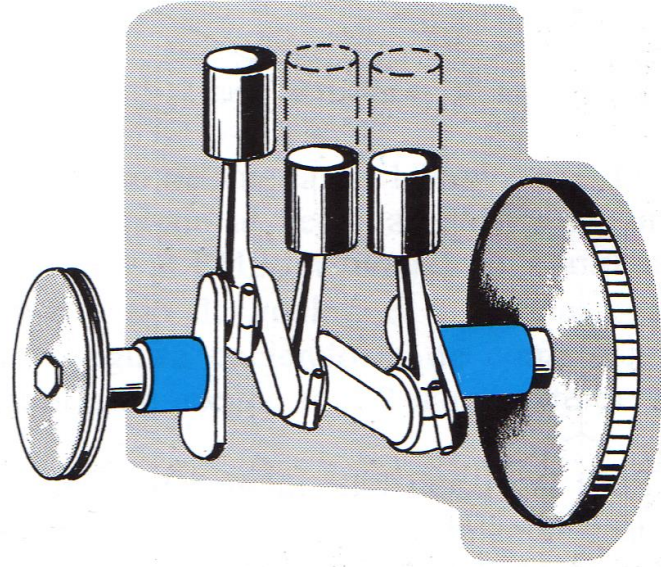
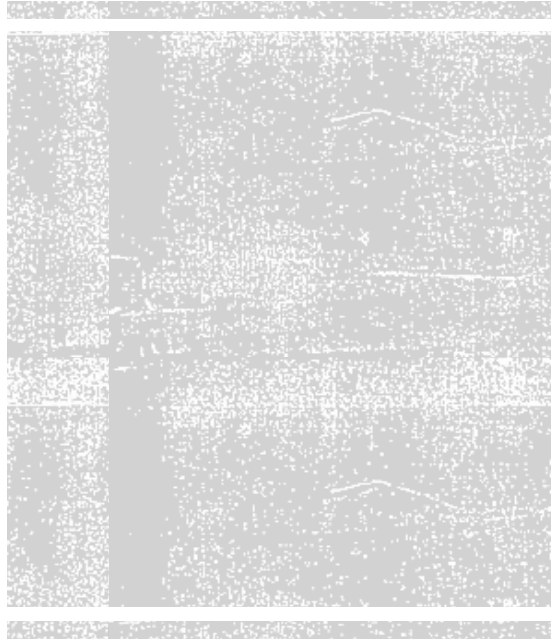


Fig. 3-11. Motor de tres cilindros.

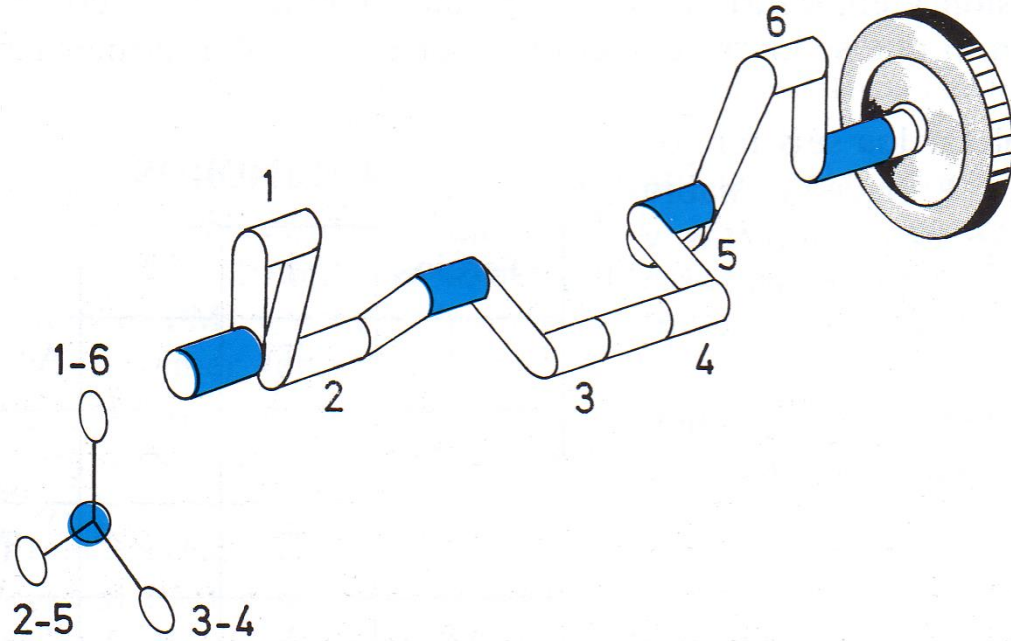
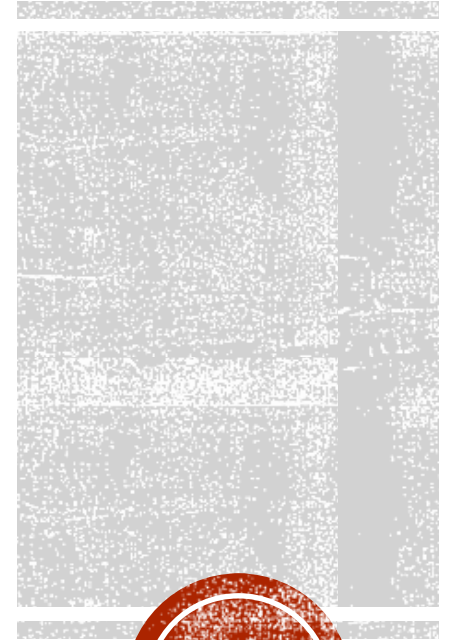
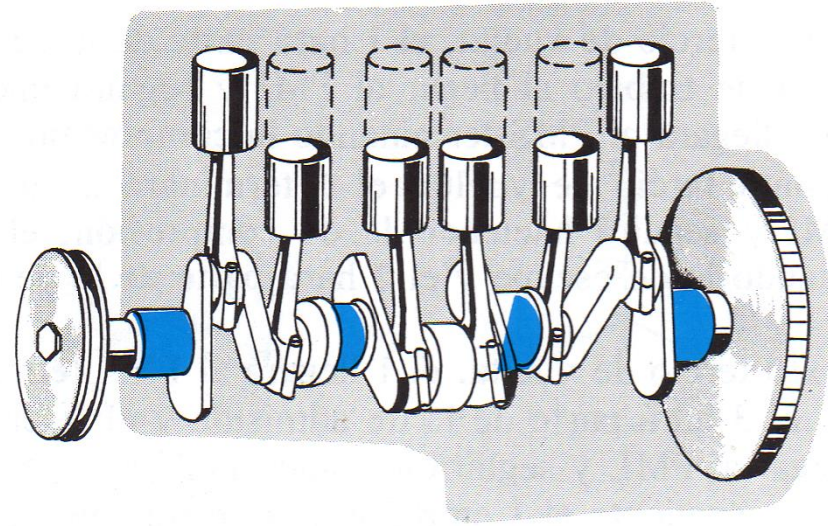
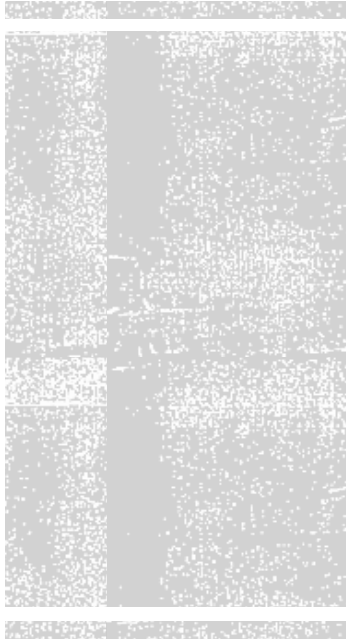
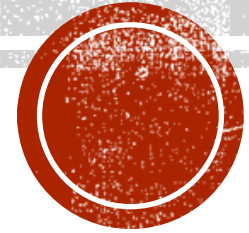


Fig. 3-13. Motor de seis cilindros.



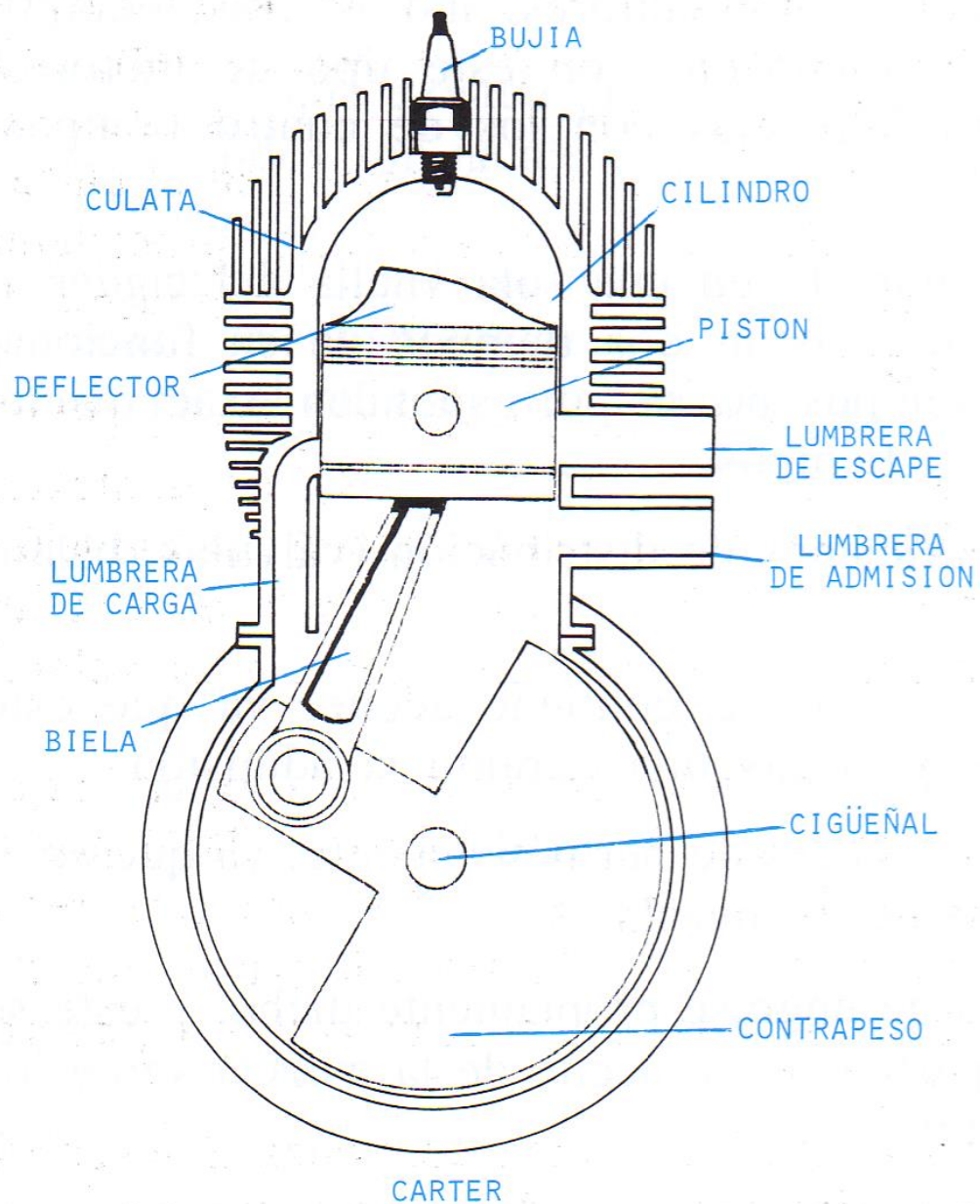


Fig. 34-1. Partes de que consta el motor de dos tiempos.

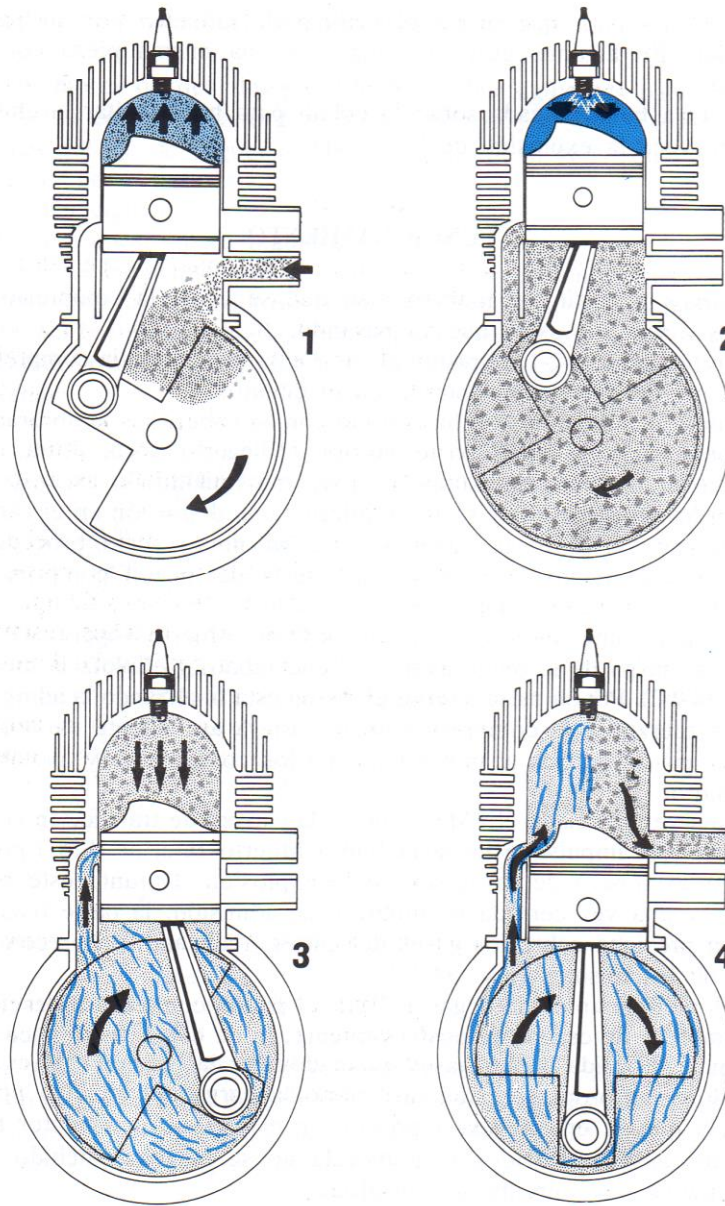
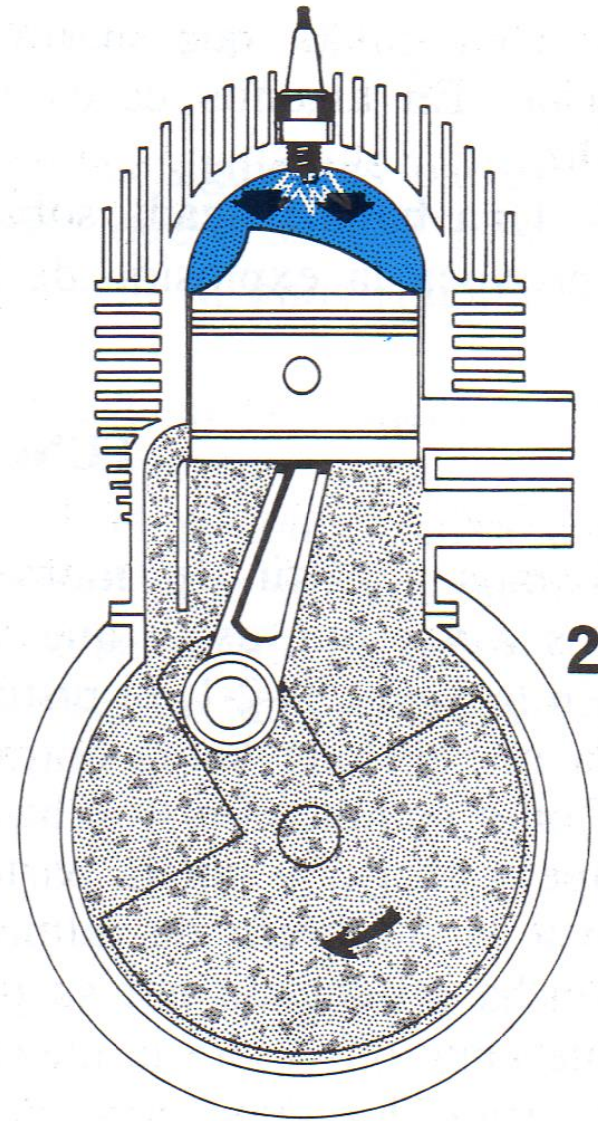
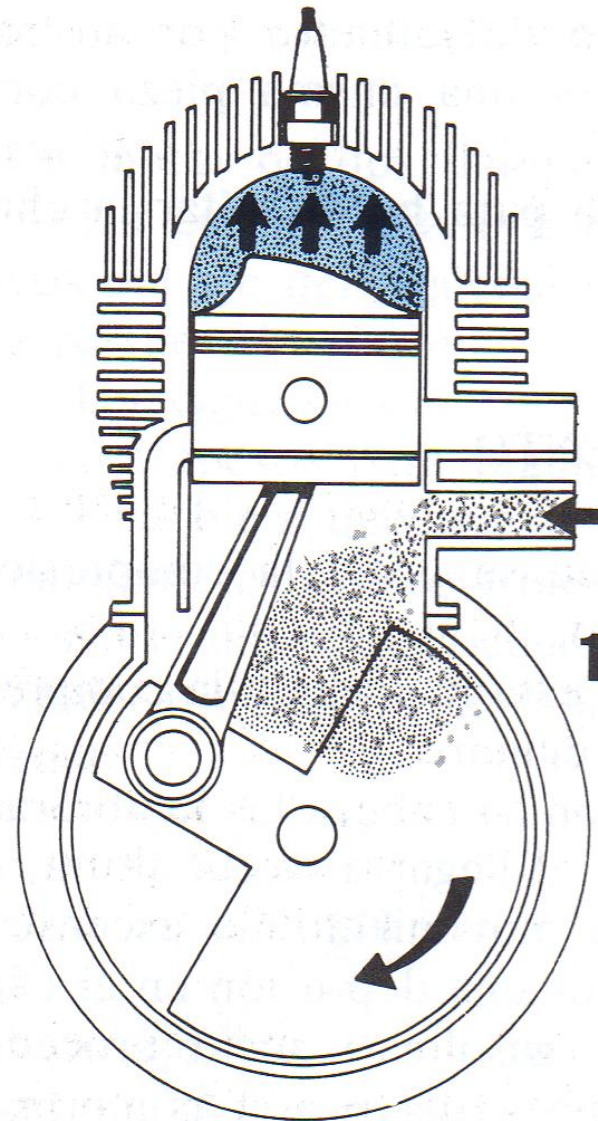
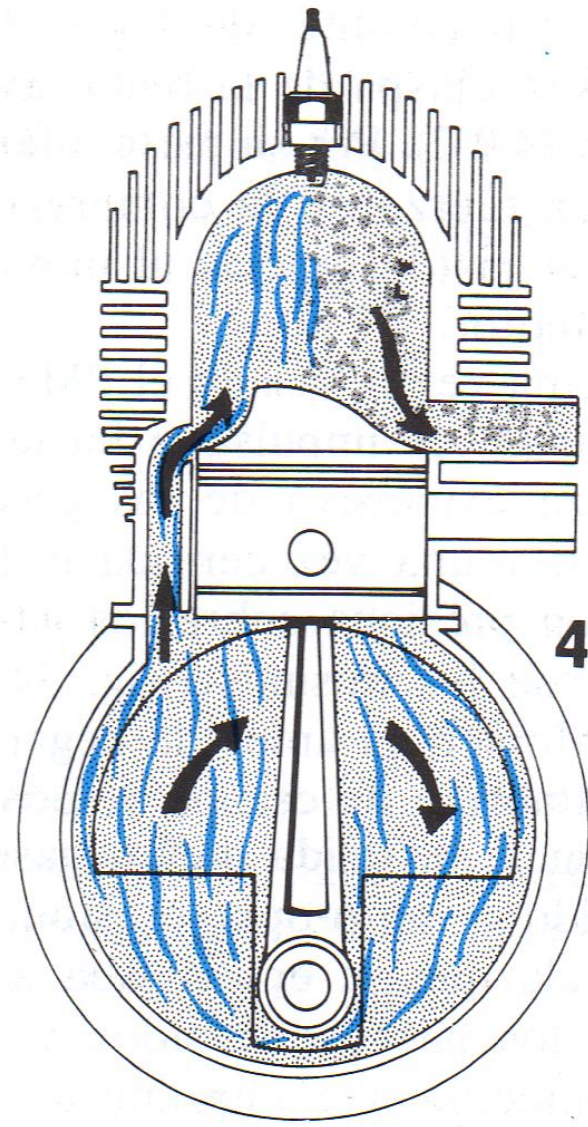
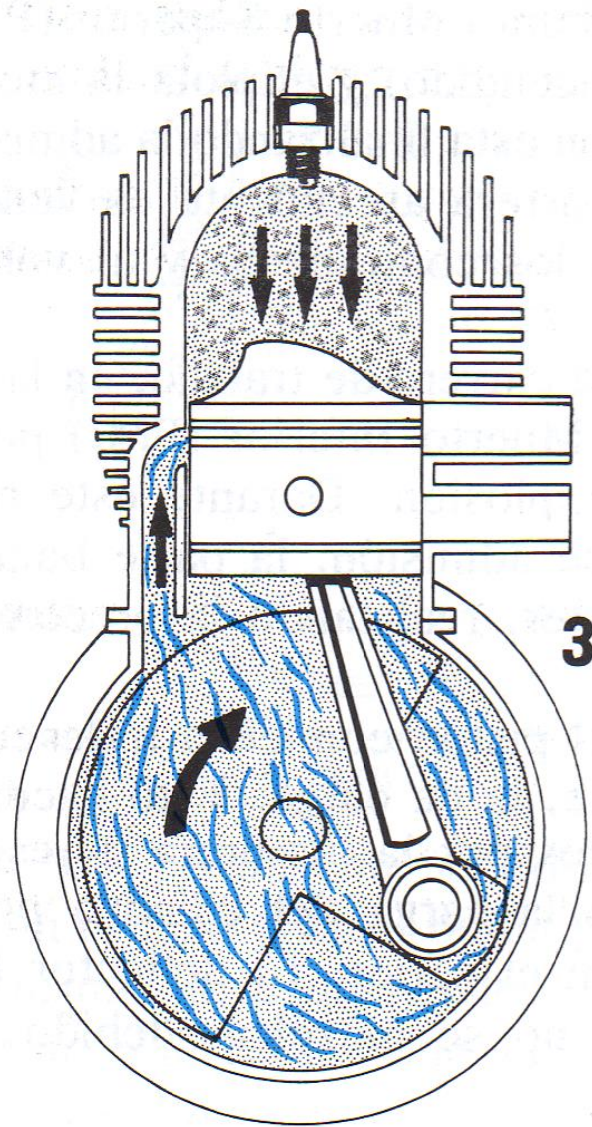


Fig. 34-2. Funcionamiento del motor de dos tiempos. 1) Compresión y admisión. 2) Explosión y admisión. 3) Trabajo y precompresión y 4) Escape y carga.





Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 08

- TÍTULO: Embrague de la transmisión de un tractor.
- OBJETIVO: Observación de los componentes más importantes de un embrague de cualquier máquina agrícola, se describe el embrague de un tractor por ser la principal máquina agrícola.
- ORIENTACION PEDAGÓGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen incomunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGÓGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de tres equipos para la práctica: Motor seccionado Distesa (embrague monodisco), motor seccionado Mowog (embrague monodisco) y maqueta Distesa (embrague monodisco); además, se dispone de elementos reales en el laboratorio-taller (embrague de doble disco). También se dispone de un tractor Landini, un tractor Massey Ferguson y un motocultor Piva.
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de “Motores Agrícolas”, “Máquinas Agrícolas” y “Mecanización Agraria”, en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Embrague, disco de embrague, embrague de doble disco, embrague multidisco, posiciones de embragado y desembragado.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Ortiz-Cañavate, J. et al. 2012. Tractores: técnica y seguridad. Madrid: Mundi-Prensa.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

Conectado al volante se encuentra el embrague, que es el mecanismo que transmite el movimiento de rotación del motor hacia la caja de cambios y demás elementos de consumo de potencia.

El movimiento de giro producido en el cigüeñal del motor y el volante de inercia, en el caso de un tractor, se pretende transmitir a la toma de fuerza, al sistema de aceite a presión y las ruedas de tracción.

Desde el embrague se transmite la potencia generada a la toma de fuerza del tractor, también a la bomba de aceite y a la caja de cambios. Desde la caja de cambios, normalmente con grupo reductor, se transmite la potencia al diferencial trasero, también al delantero. Después del diferencial, a través de los semiejes (palieres) y de la reducción final de cada semieje se accionan las ruedas motrices (dos ruedas motrices, normalmente traseras o cuatro ruedas motrices).

Este mecanismo, cuando está embragado (sin accionar), transmite movimiento y, cuando está desembragado (accionado), no transmite movimiento. Esto permite que el motor de combustión interna siga girando cuando el tractor está parado, con las ruedas sin girar debido a la actuación de los frenos.

También puede haber un embrague independiente que permite la transmisión de movimiento desde el volante de inercia del motor al eje de la toma de fuerza del tractor.

Por lo tanto, la misión del embrague es transmitir potencia (par motor y velocidad de giro) del motor a la toma de fuerza (para el accionamiento de aperos), al circuito de aceite (para el accionamiento de aperos) y la caja de cambios, diferencial y grupo reductor final (para el accionamiento de las ruedas).

Para embragar y desembragar, se dispone del accionamiento desde la correspondiente palanca con fijación de posición o pedal de embrague. Únicamente cuando el pedal del embrague está sin pisar y debido a que dispone de unos muelles de presión que mantienen la de posición de transmisión, es cuando el movimiento del volante del motor se transmite a los diferentes elementos de transmisión de potencia del tractor. Al pisar el pedal, se comprimen los muelles del embrague, se desconecta el mecanismo y se deja de transmitir el giro del motor.

Desde el motor se transmite potencia a los diferentes elementos de transmisión del tractor: para accionar la toma de fuerza, la bomba del sistema de aceite a presión y los ejes de las ruedas; también hay que considerar que a través de estos mecanismos se genera una pérdida de potencia por transmisión, a través de los ejes de transmisión.

EMBRAGUE MONODISCO:

Este tipo de embrague tiene un único disco de embrague, que va instalado entre el volante de inercia y el eje primario de entrada a la caja de cambios. Con este disco se accionan todos los elementos de transmisión de potencia y consta de diferentes elementos mecánicos.

CAMPANA:

Es una pieza en forma de tapa metálica hueca que va atornillada al volante de inercia. Esta tapa envuelve, hace de soporte y protege a los diferentes componentes del embrague.

DISCO DE EMBRAGUE:

Es el componente principal, tiene forma de disco o corona circular. Por cada una de las dos caras y en la zona periférica dispone de una superficie de material antifricción (ferodos) que se remachan al disco de embrague. Estas superficies de material antifricción también tienen forma de corona circular. A mayor superficie de contacto mayor par motor que puede transmitir el disco de embrague y, por lo tanto, mayor potencia que puede transmitir.

FORROS DE EMBRAGUE:

Se fabrican de un material resistente a la fricción; de esta forma, se evita el deslizamiento del disco cuando está aprisionado entre el plato de presión y el volante de inercia. En el centro de la corona circular del disco, se disponen unas estrías internas que van a permitir conectar el disco de embrague con el eje primario de la caja de cambios, que también dispone de estrías externas, y por lo tanto la transmisión de potencia.

PLATO OPRESOR:

Para atrapar al disco de embrague contra el volante de inercia, se dispone de un plato metálico opresor o de presión, también en forma de corona circular, de forma que las superficies de material antifricción que hay por ambos lados del disco entren en contacto con el plato de presión y con el volante de inercia. Para el desplazamiento del plato opresor se instalan sobre él los soportes de las patillas, que son las que actuarán sobre los muelles de presión.

MUELLES DE PRESIÓN:

Para mantener al disco de embrague aprisionado contra el volante de inercia, se instalan de 9 y 12 muelles entre el plato de presión y la campana, de forma que si no hay accionamiento del pedal de embrague se mantiene accionado el eje primario o eje de entrada a la caja de cambios.

PATILLAS:

Para separar el plato de presión y liberar al disco de embrague, se instalan de 3 o 4 palancas o patillas, que van articuladas, con el punto de giro atornillado a la campana, esta tornillería tiene un reglaje para que la presión de los muelles sea igual en toda la superficie del disco. Las patillas desplazan el plato de presión cuando por el lado opuesto son accionadas por el collarín.

COLLARÍN:

El collarín tiene forma de anillo, en su interior va instalado un rodamiento axial, para minimizar el rozamiento, y un disco denominado anillo de patillas, que entra en contacto con las patillas. Por el interior de estos componentes se permite el paso del eje primario de la caja de cambios.

El collarín dispone diametralmente de dos enganches, para la horquilla que va a permitir su desplazamiento sobre el eje primario. Junto con el disco de embrague estas son las piezas que suelen sufrir un mayor desgaste debido al rozamiento.

SISTEMA DE ACCIONAMIENTO:

Para accionar la horquilla, se instala un juego de varillas y palancas que son desplazadas por la palanca manual con enclavamiento o por el pedal de embrague con recuperación de posición.

Normalmente, una de las varillas de transmisión va roscada y permite variar su longitud para garantizar el contacto entre disco, plato de presión y volante de inercia cuando no está siendo accionado el pedal o palanca. Esto garantiza la transmisión de movimiento y que no haya desgaste por rozamiento.

El conjunto de varillas dispone de los correspondientes muelles de recuperación de posición cuando se trata del pedal de embrague.

POSICIÓN DE EMBRAGADO:

Corresponde a una posición fija de la palanca manual o a la posición de pedal sin pisar. En esta posición, los muelles de presión actúan sobre plato opresor contra el volante de inercia, quedando atrapado el disco de embrague entre ambos componentes. En esta posición se transmite la potencia generada por el motor a los diferentes elementos de transmisión y consumo de potencia.

En este caso, el pedal de accionamiento se mantiene sin pisar, quedando en la posición más alta debido a la acción de los muelles de recuperación de posición. De igual forma, el rodamiento axial y el anillo de patillas del collarín quedan separados, por lo que en esta posición no hay rozamiento ni desgaste.

POSICIÓN DE DESEMBRAGADO:

Corresponde a una posición fija de la palanca manual o a la posición de pedal pisado. En esta posición, los muelles de presión dejan de actuar sobre plato opresor contra el volante de inercia, quedando liberado el disco de embrague entre ambos componentes. En esta posición se interrumpe la transmisión de potencia generada por el motor a los diferentes elementos de transmisión y consumo de potencia.

En este caso, el pedal de accionamiento se mantiene pisado, quedando en la posición más baja debido a la acción del pie del tractorista. De igual forma, el rodamiento axial y el anillo de patillas del collarín entran en contacto, por lo que en esta posición hay rozamiento y desgaste.

EMBRAGUE DE DOBLE DISCO:

Históricamente, el accionamiento de todos los elementos de consumo de potencia se realizaba mediante un embrague de un solo disco. Esto obligaba a que la toma de fuerza fuera accionada desde el eje primario de la caja de cambios. En consecuencia, cuando se paraba el avance del tractor también se paraba el accionamiento de la toma de fuerza.

Hoy en día, se puede accionar la toma de fuerza desde un disco embrague y el eje primario de la caja de cambios desde otro disco de embrague. Ambos discos se conectan y desconectan con un mismo pedal de accionamiento, dando lugar a un embrague de doble disco. De esta forma se puede parar el avance del tractor y la toma de fuerza sigue funcionando.

Los componentes de un embrague de doble disco son idénticos a los de uno monodisco, solamente que disponen de dos discos, dos platos de presión y dos juegos de muelles de presión. El eje de accionamiento de la toma de fuerza es hueco y está atravesado por el eje primario de la caja de cambios.

Los dos discos de embrague quedarán atrapados con el siguiente orden: volante de inercia, disco de embrague del eje primario, primer plato de presión, disco de embrague de la toma de fuerza y segundo plato de presión.

Ambos platos de presión van unidos mediante un juego de tornillos y disponen en su extremo de los muelles de refuerzo, cuya presión se regulan mediante las correspondientes tuercas para que sea uniforme sobre los discos. El desplazamiento del plato opresor del disco de embrague del eje primario está limitado por unos topes dispuestos en el volante de inercia.

El alojamiento en el volante de inercia, la campana, el pedal de accionamiento, las patillas, el collarín y el sistema de accionamiento son comunes a ambos platos de presión y discos de embrague.

POSICIÓN DE EMBRAGADO:

Corresponde a la posición de pedal sin pisar, que es pedal arriba. En esta posición, los dos juegos de muelles de presión actúan sobre los dos platos opresores, contra el volante de inercia y entre ellos, quedando atrapado el disco de embrague del primario entre el volante de inercia y el primer plato de presión, y el disco de embrague de la toma de fuerza entre el primer plato de presión y el segundo plato de presión. En esta posición se transmite la potencia generada por el motor a los diferentes elementos de transmisión y consumo de potencia.

En este caso, el pedal de accionamiento se mantiene sin pisar, quedando en la posición más alta debido a la acción de los muelles de recuperación de posición. De igual forma, el rodamiento axial y el anillo de patillas del collarín quedan separados, por lo que en esta posición no hay rozamiento ni desgaste.

POSICIÓN DE DESEMBRAGADO DEL EJE PRIMARIO:

Corresponde a la posición de pedal pisado hasta la mitad aproximadamente. En esta posición, los muelles de presión del primer plato de presión dejan de actuar contra el volante de inercia, quedando liberado el disco de embrague del eje primario. En esta posición se interrumpe la transmisión de potencia generada por el motor hacia la caja de cambios, diferencial, grupos reductores finales y ruedas.

En este caso, el pedal de accionamiento se mantiene pisado, quedando en la posición intermedia debido a la acción del pie del tractorista. De igual forma, el rodamiento axial y el anillo de patillas del collarín entran en contacto, por lo que en esta posición hay rozamiento y desgaste.

Sin embargo, al girar el volante de inercia y la campana, se permite el giro de los dos platos de presión que tienen atrapado al disco de la toma de fuerza y por lo tanto se consigue su funcionamiento y transmitir potencia a la toma de fuerza.

POSICIÓN DE DESEMBRAGADO DEL PRIMARIO Y DE LA TOMA DE FUERZA:

Corresponde a la posición de pedal pisado hasta la posición más baja. En esta posición, los muelles de presión del primer plato de presión dejan de actuar contra el volante de inercia, quedando liberado el disco de embrague del eje primario. De igual forma, los muelles de presión del segundo plato de presión dejan de actuar contra el primer plato, quedando liberado el disco de embrague de la toma de fuerza. En esta posición se interrumpe la transmisión de potencia generada por el motor hacia la caja de cambios, diferencial, grupos reductores finales y ruedas, y a la toma de fuerza.

En este caso, el pedal de accionamiento se mantiene pisado, quedando en la posición más baja debido a la acción del pie del tractorista, que tiene que hacer

un mayor esfuerzo para vencer el doble juego de muelles. De igual forma, el rodamiento axial y el anillo de patillas del collarín entran en contacto, por lo que en esta posición hay rozamiento y desgaste.

EMBRAGUE MULTIDISCO:

La potencia que transmite un embrague, puesto que se mantienen las revoluciones por minuto, está en función del par motor que le llega desde el volante de inercia.

Los embragues multidisco se pueden utilizar para la transmisión de potencia a los ejes de las ruedas, como bloqueo de los diferenciales y para transmitir potencia a la toma de fuerza.

El par motor que puede transmitir un embrague depende del coeficiente de fricción del material elegido para los forres, del número y presión de los muelles y de la superficie de transmisión, hay que tener en cuenta que lo hace por ambas caras del disco.

Normalmente, el diámetro del volante de inercia, es decir, el diámetro máximo y mínimo del disco de embrague están limitados por cuestiones de dimensiones y alojamiento entre el motor y la caja de cambios. Si el par de transmisión exige una superficie de la corona circular del disco con unos diámetros que sobredimensionan el alojamiento, se recurre a aumentar el número de discos y platos de presión para obtener una superficie total equivalente.

En este caso, el accionamiento del embrague multidisco se realiza mediante accionamiento con aceite a presión, mediante válvula distribuidora conectada al circuito del tractor, o puede ser independiente, mediante depósito, bomba, filtros, válvula reguladora de presión, válvula distribuidora y tuberías.

El eje de accionamiento o eje motor dispone de un sistema de estrías externas donde se alojan los discos. En este tipo de embrague, el eje motor tiene una zona ensanchada que se llama eje interior con estrías en su parte exterior.

El eje accionado o conducido está unido una corona exterior, con estrías internas, donde se alojan unos discos metálicos a modo de platos de presión sencillos, que serán desplazados por un verdadero plato de presión de mayor grosor, que recibe la presión de aceite.

EJE MOTOR:

Es el que conecta con el volante de inercia del motor de combustión interna, en su periferia cuenta con estrías exteriores, mediante las cuales conecta con los múltiples discos de embrague.

EJE CONDUCIDO:

Es el conecta con el eje primario y con la corona exterior, en su interior cuenta con estrías, mediante las cuales conecta con los múltiples discos metálicos.

PLATO DE PRESIÓN Y MUELLE DE RECUPERACIÓN:

Este plato es el de mayor grosor y recibe la presión del aceite de accionamiento, cuando no hay presión de aceite mantiene la posición de reposo gracias a un muelle de recuperación de posición que desplaza en sentido contrario al plato de presión.

POSICIÓN DE EMBRAGADO:

Consiste en la conexión del eje motor y el eje conducido. Para ello, el aceite a presión está actuando sobre el plato de presión venciendo al muelle de recuperación de posición. La entrada de aceite se consigue mediante el desplazamiento de una válvula distribuidora accionada por el pedal o palanca de mando.

Algunos modelos mantienen la posición de embragado mediante el muelle de recuperación de posición y sin presión de aceite.

POSICIÓN DE DESEMBRAGADO:

Consiste en la desconexión del eje motor y el eje conducido. Para ello, el aceite a presión deja de actuar sobre el plato de presión y es el muelle de recuperación de posición el que separa los discos. La salida de aceite se consigue mediante el desplazamiento de una válvula distribuidora accionada por el pedal o palanca de mando.

Algunos modelos mantienen la posición de desembragado mediante la presión de aceite y venciendo al muelle de recuperación de posición.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 08

- Nomenclátor: Embrague de la transmisión de un tractor.

EMBRAGUE MONODISCO:

Volante de inercia:
Caja de cambios:

CAMPANA:

Tapa metálica:

DISCO DE EMBRAGUE:

Disco metálico:
Corona circular:

FORRO DE EMBRAGUE:

Material resistente a la fricción:

PLATO OPRESOR:

Elemento metálico:
Corona circular:

MUELLES:

Presión sobre el plato opresor:
Presión sobre el disco de
embrague:
Presión sobre el volante de inercia:

PATILLAS:

Articulaciones con un punto de
apoyo:
Accionamiento sobre los muelles:

EMBRAYAGE MONODISQUE:

Volant d'inercia:
Boîte de vitesses:

CLOCHE BOÎTE DE VITESSES:

Couvercle en métal:

DISQUE D'EMBRAYAGE:

Disque métallique:
Couronne circulaire:

GARNITURE OU CORONNE:

Matériau résistant au frottement:

PLATEAU DE PRESSION:

Élément métallique:
Couronne circulaire:

RESSORTS:

Pression sur plateau de pression:
Pression sur le disque d'embrayage:
Pression sur volant d'inercia:

DOIGTS D'EMBRAYAGE:

Articulations (doigts) avec un seul
point d'appui:
Actionnement sur les ressorts:

COLLARÍN:

Accionamiento de las patillas:
Anillo de patillas:
Horquilla:

POSICIÓN DE EMBRAGADO:

Pedal sin pisar:

POSICIÓN DE DESEMBRAGADO:

Pedal pisado:

EMBRAGUE DE DOBLE DISCO:

Doble función o efecto:
Eje de la toma de fuerza:
Eje primario de la caja de cambios:

EMBRAGUE MULTIDISCO:

Material de los forros:
Presión de los muelles:
Superficie de contacto:
Aumento de la superficie de
contacto:
Circuito de aceite a presión:

BUTÉE DE DÉBRAYAGE:

Actionnement des doigts:
Anneau des doigts:
Fourchette d'embrayage:

POSITION EMBRAYÉE:

Pédale non pressée:

POSITION DÉBRAYÉE:

Pédale pressée:

EMBRAYAGE DOUBLE DISQUE:

Double fonction ou effet:
Arbre de prise de force:
Arbre d'entrée de boîte de vitesses:

EMBRAYAGE MULTIDISQUES:

Matériau de la garniture:
Pression du ressort:
Surface de contact:
Augmentation de la surface de
contact:
Circuit d'huile sous pression:

Fig. 23-1. Embrague monodisco.

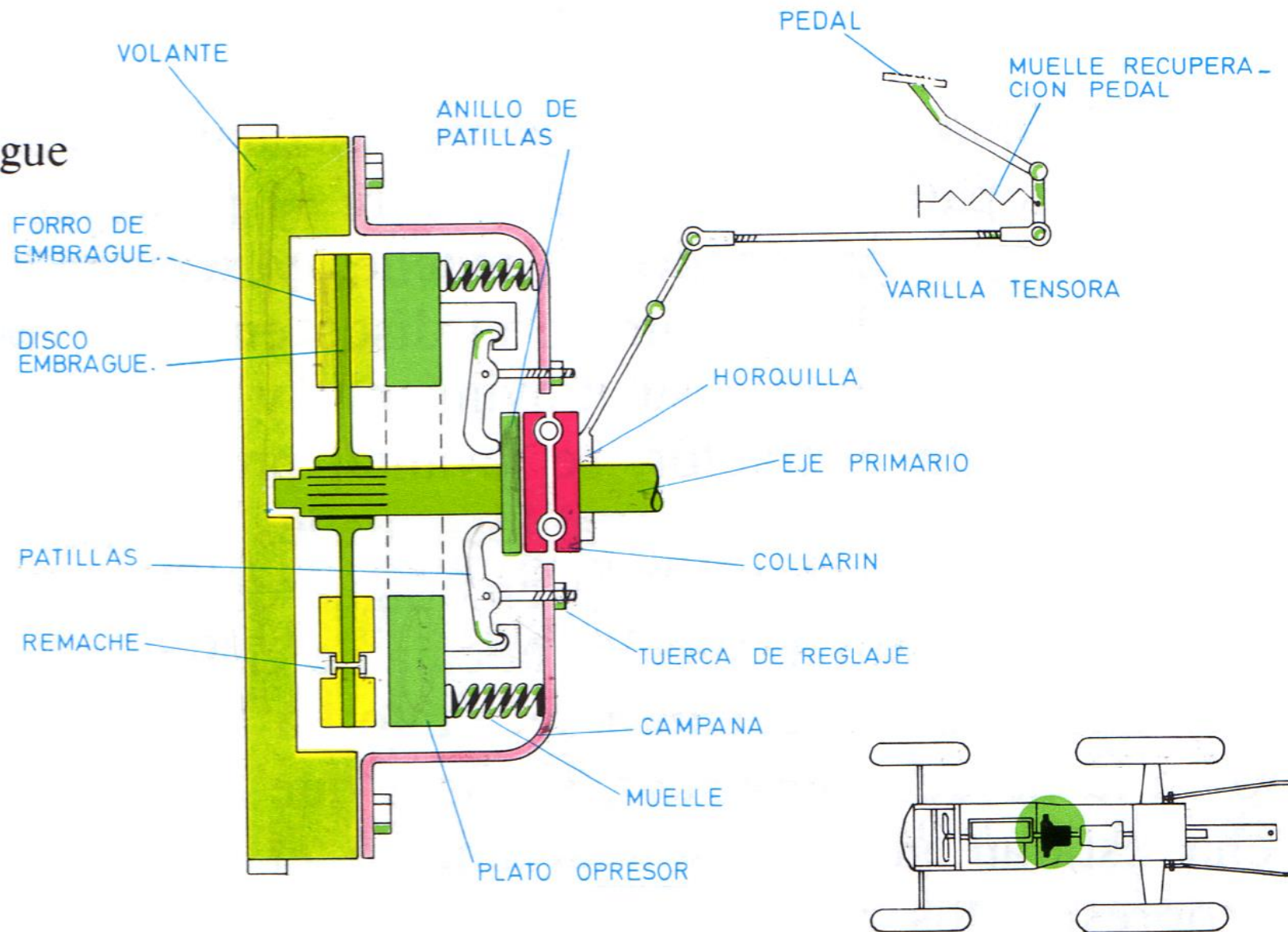
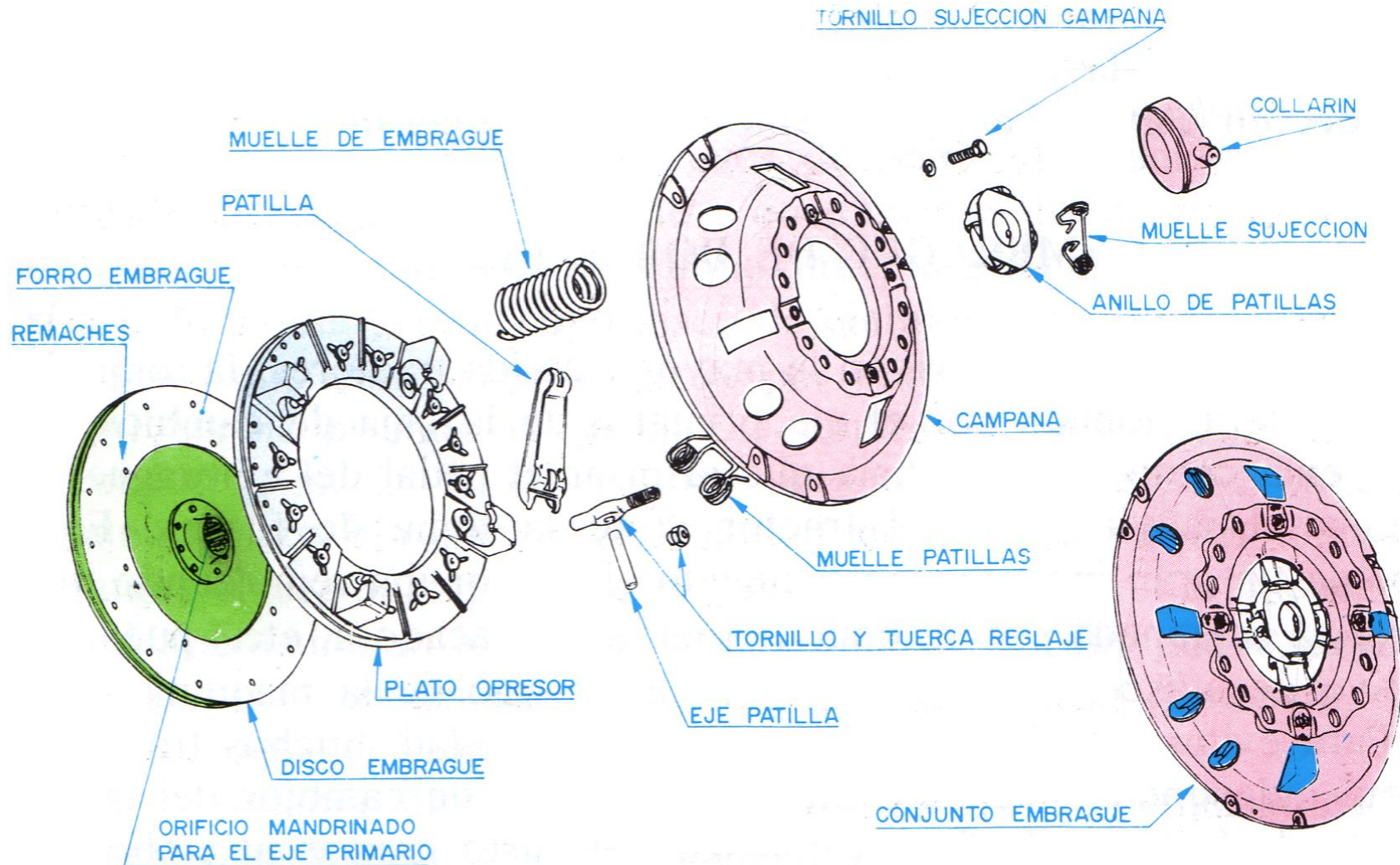


Fig. 23-2. Conjunto de piezas del embrague.



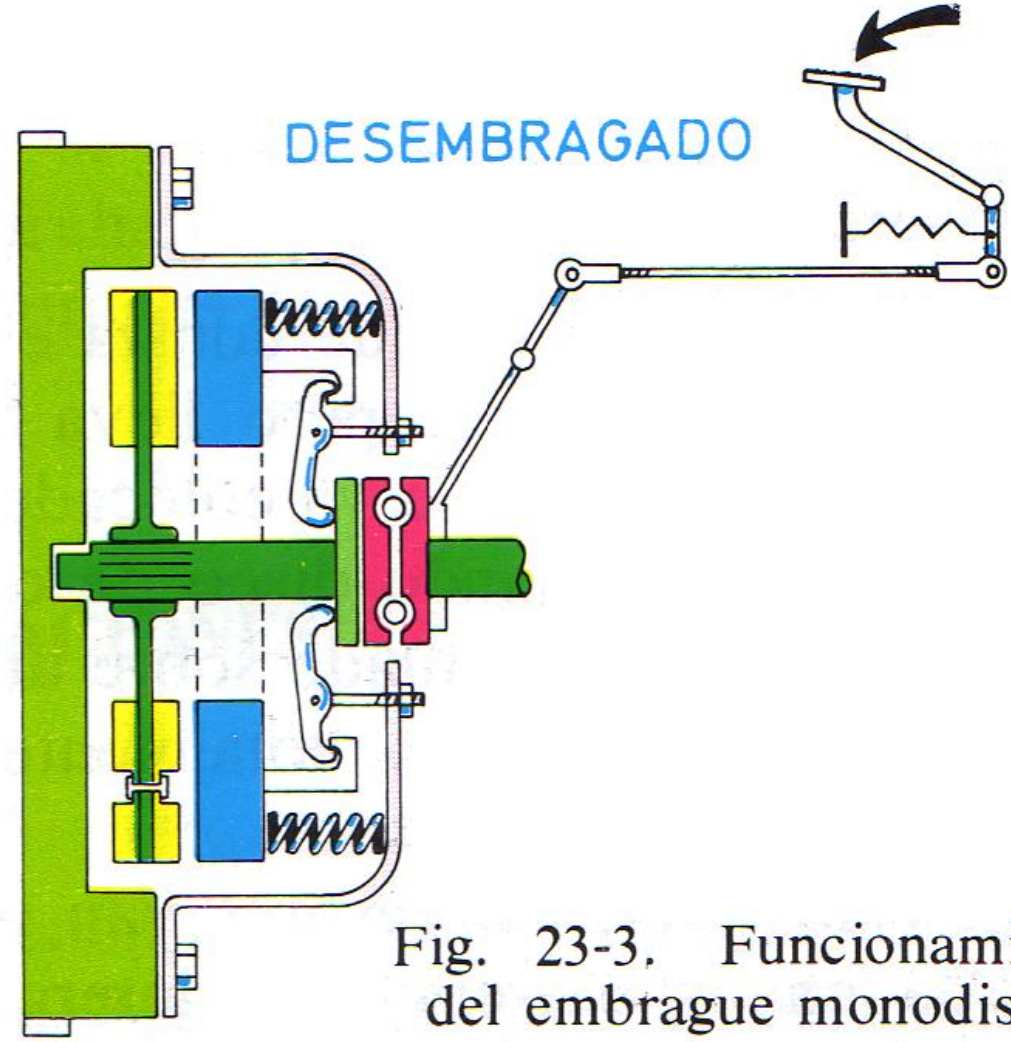
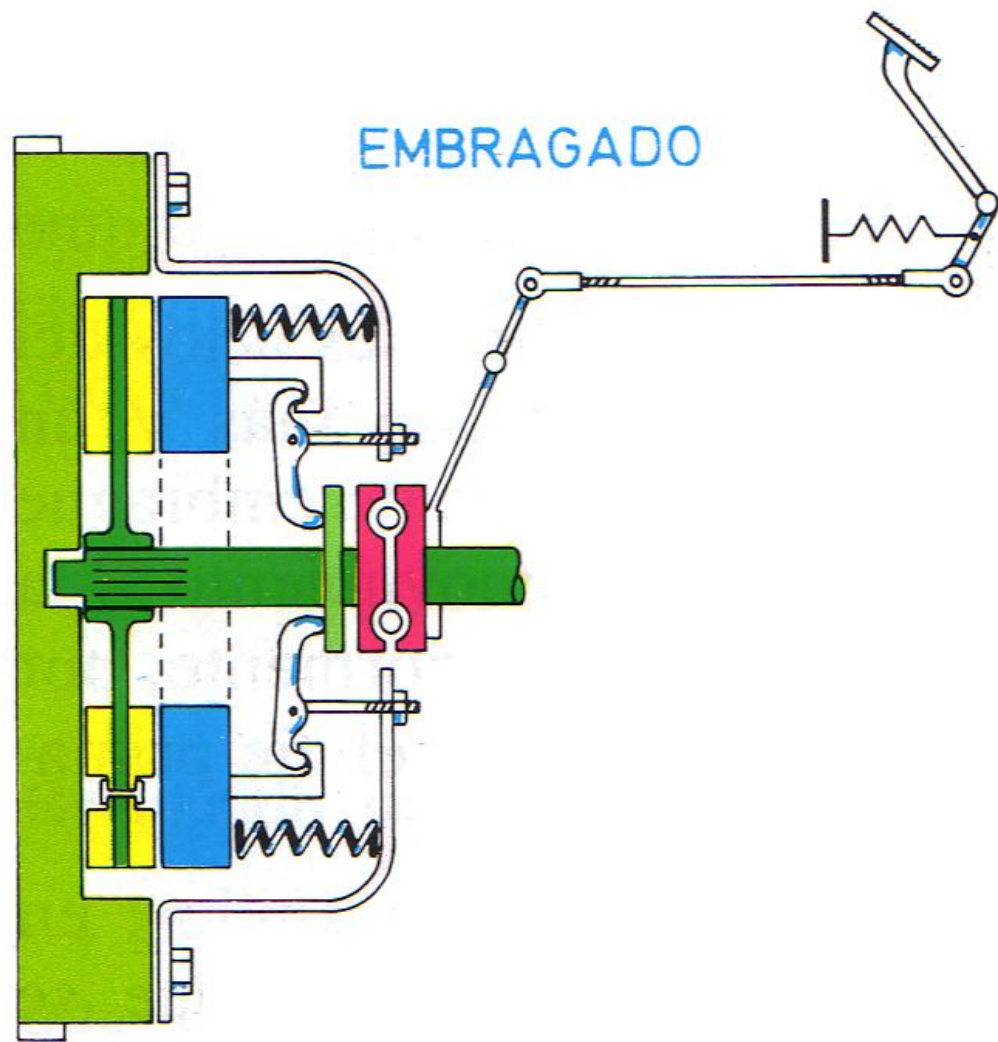


Fig. 23-3. Funcionamiento del embrague monodisco.

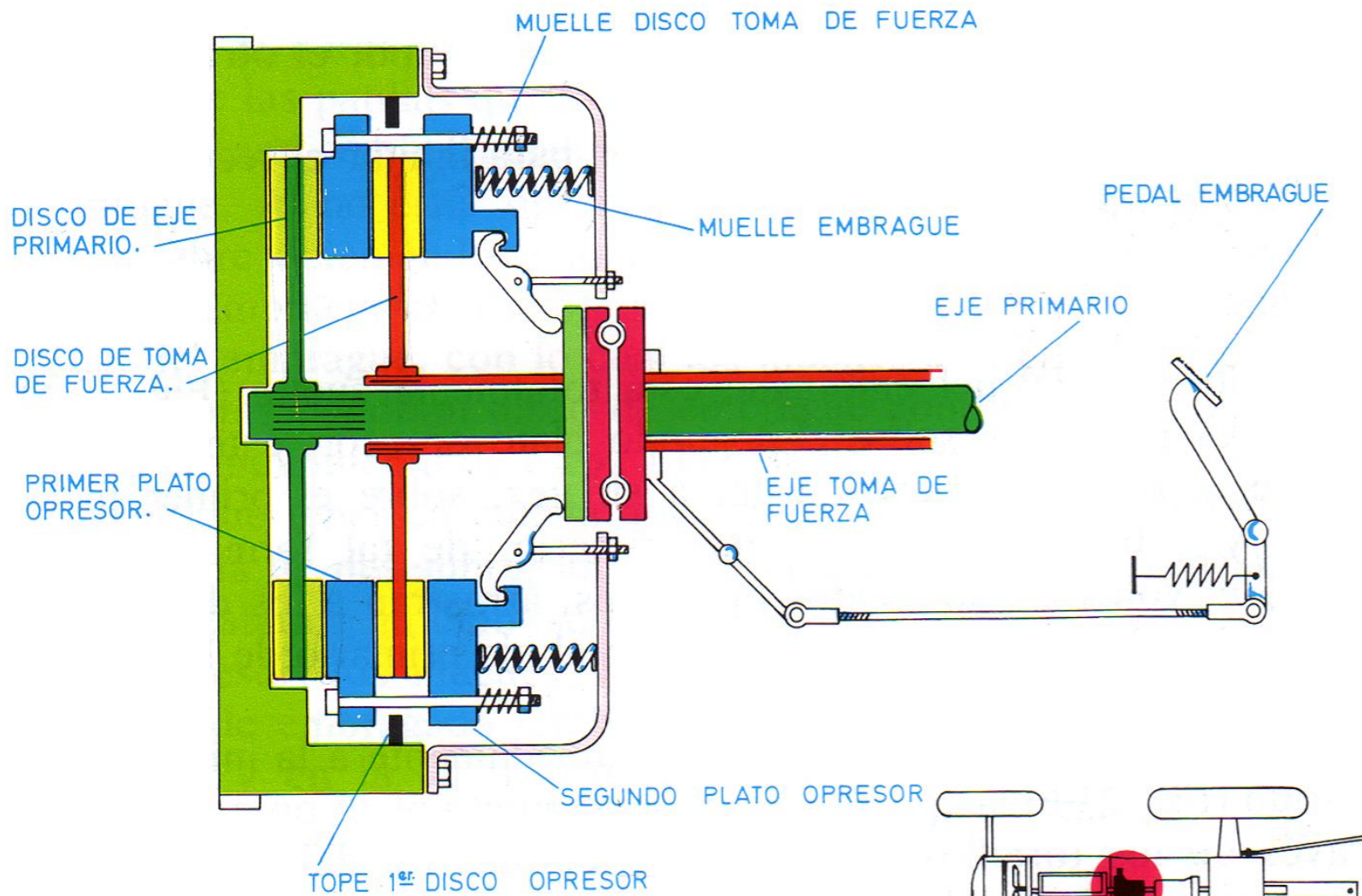


Fig. 23-4. Embrague de doble disco.

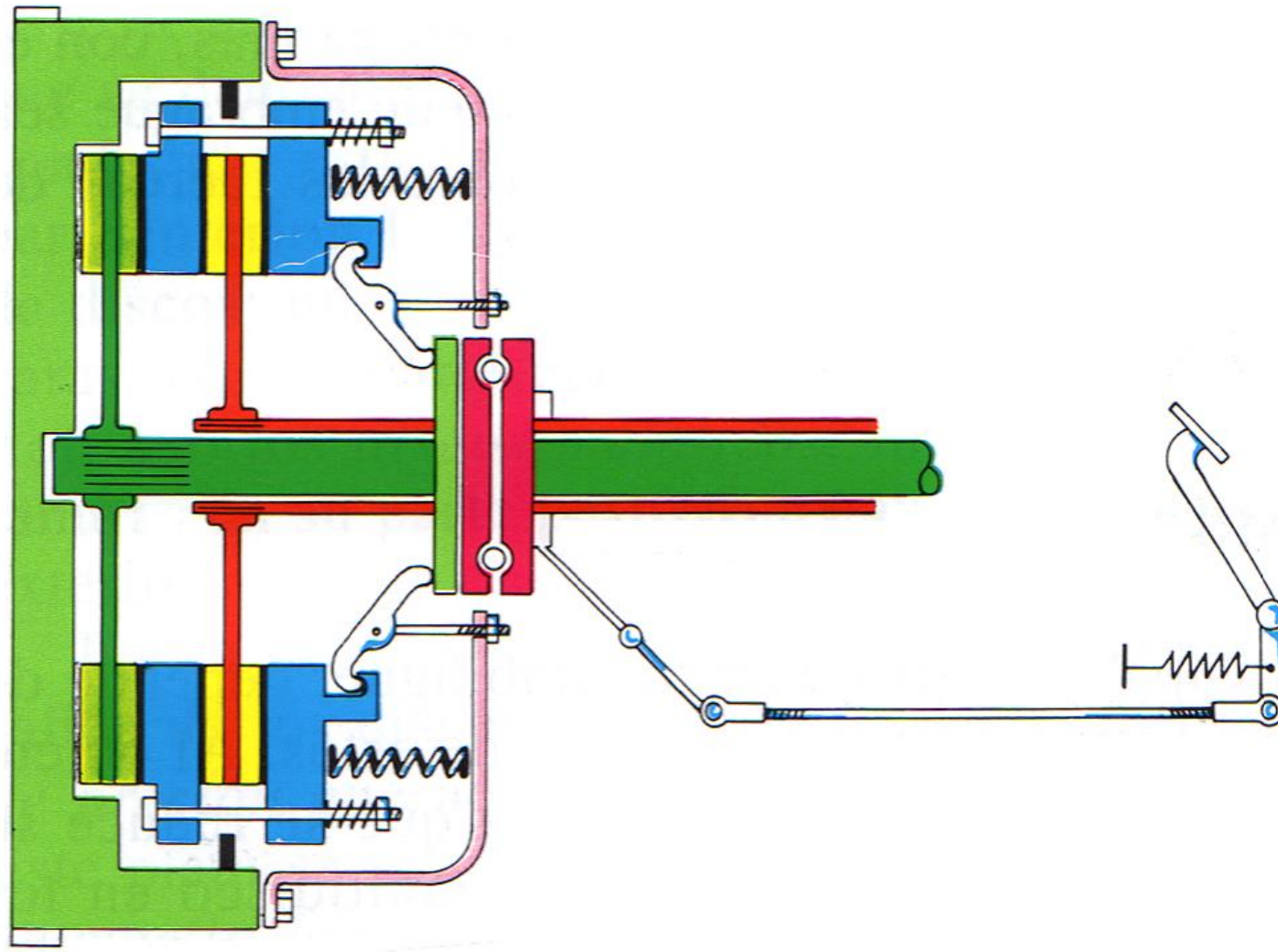


Fig. 23-5. Embrague de doble disco cuando los dos discos están embragados.

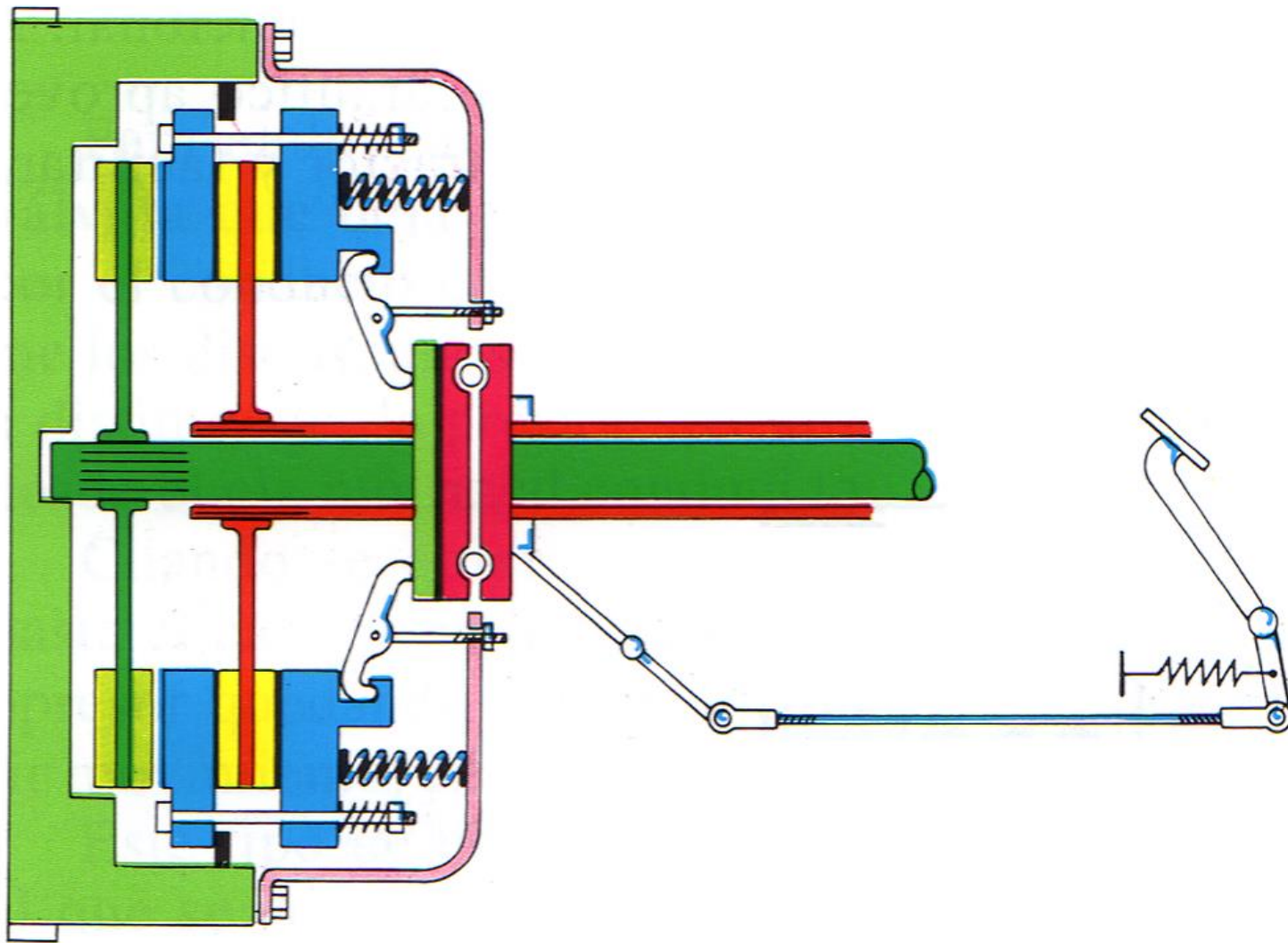


Fig. 23-6. Embrague de doble disco cuando está desembragado el eje primario y la toma de fuerza sigue embragada.

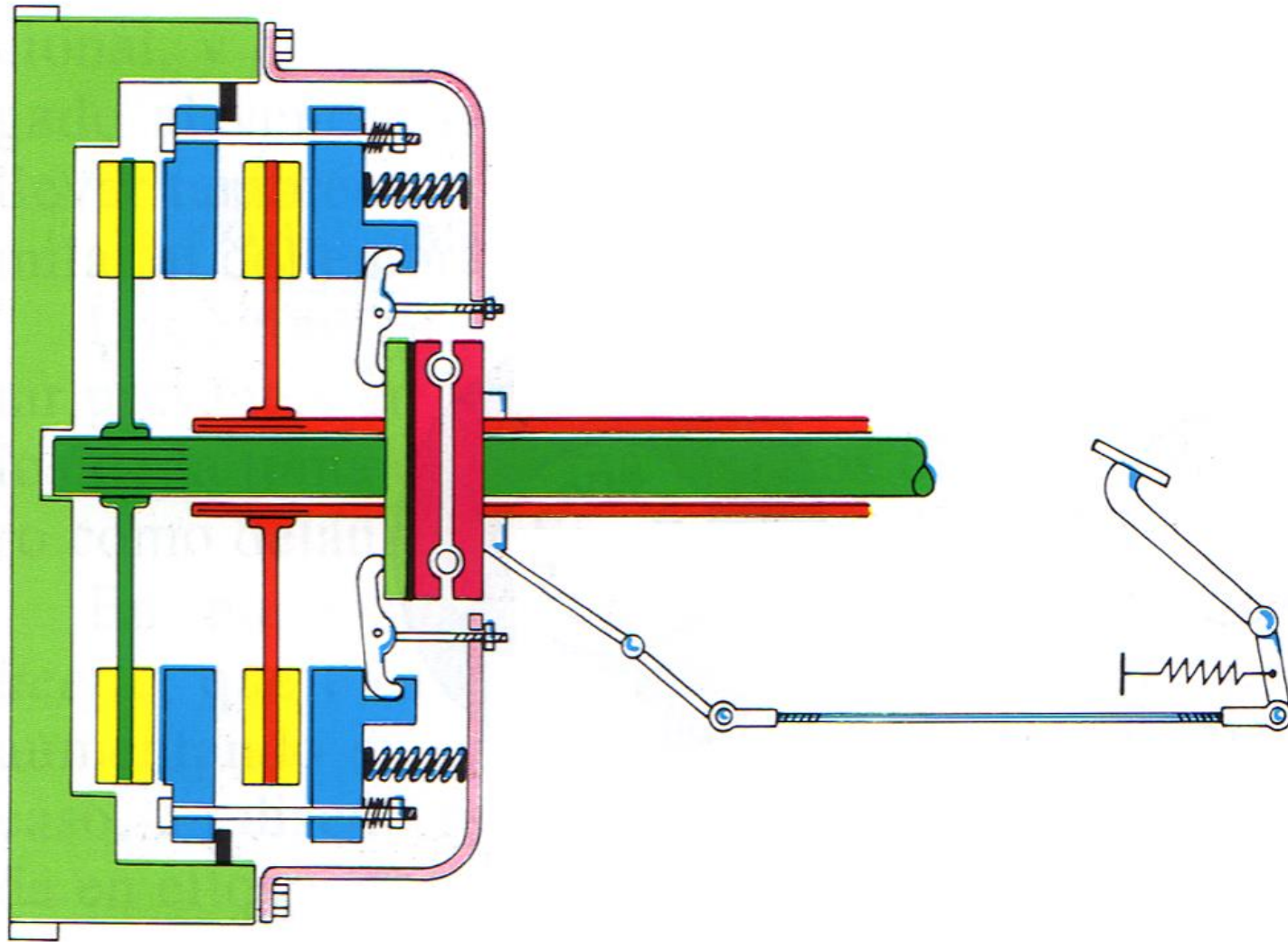


Fig. 23-7. Embrague de doble disco cuando están desembragados el eje primario y la toma de fuerza.

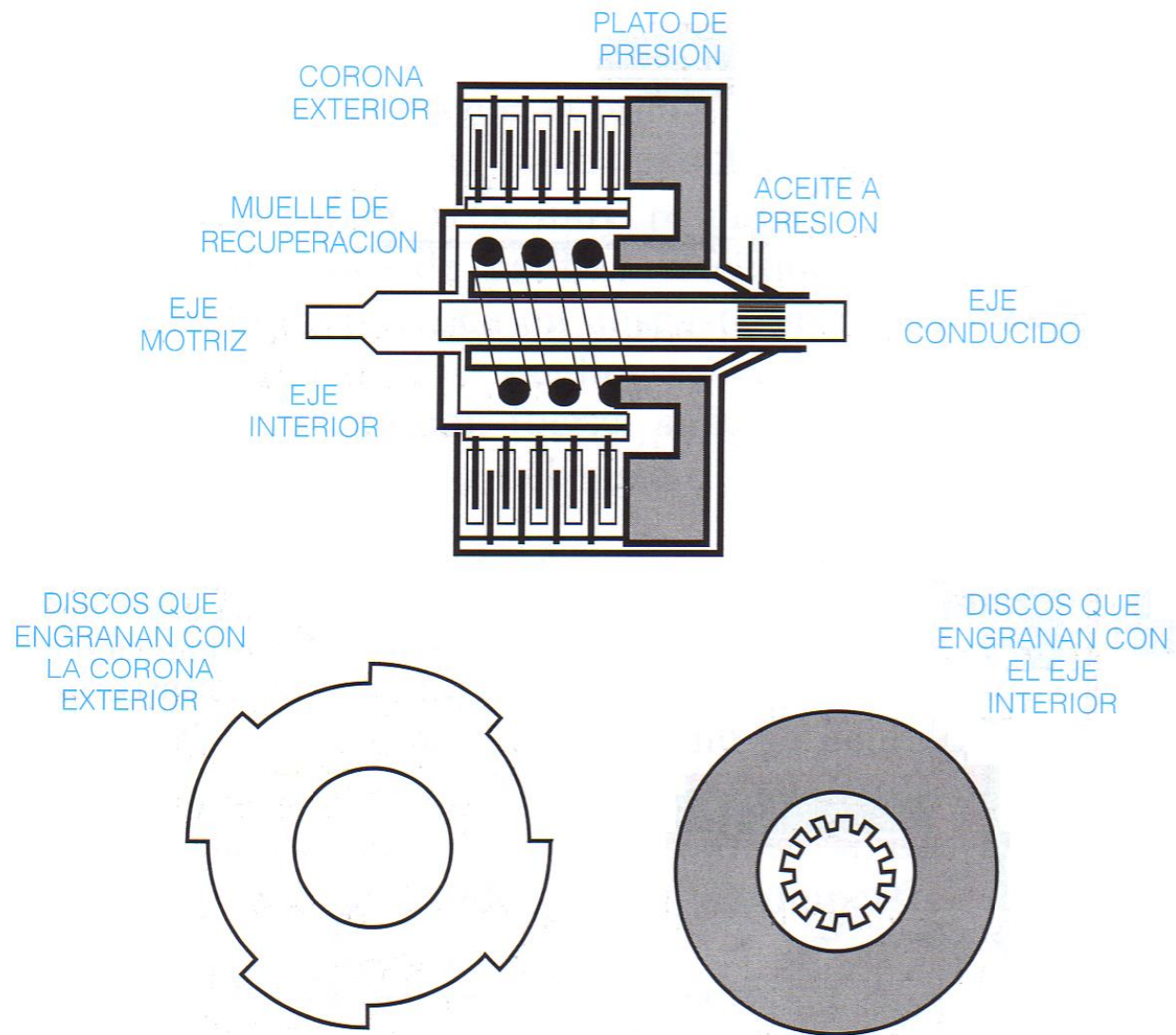


Fig. 23-8. Embrague multidisco de accionamiento hidráulico.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 09

- TÍTULO: Caja de cambios de la transmisión de un tractor.
- OBJETIVO: Observación de los componentes más importantes que configuran la caja de cambios de cualquier máquina agrícola, se describe la caja de cambios de un tractor por ser la principal máquina agrícola generadora de potencia.
- ORIENTACION PEDAGÓGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen comunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGÓGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de tres equipos para la práctica: Motor seccionado Distesa (caja de cambios con sincronismo), motor seccionado Mowog (caja de cambios con y sin sincronismo) y maqueta Distesa (caja de cambios sin sincronismo); además, se dispone de elementos reales, un tractor Landini, un tractor Massey Ferguson y un motocultor Piva.
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de “Motores Agrícolas”, “Máquinas Agrícolas” y “Mecanización Agraria”, en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Componentes de la caja de cambios, grupo reductor, constitución y manejo de este tipo de cambios.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Ortiz-Cañavate, J. et al. 2012. Tractores: técnica y seguridad. Madrid: Mundi-Prensa.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

La Caja de Cambios se encarga de transmitir la potencia que le llega desde el motor del tractor, para diferentes condiciones de par motor y velocidad de giro, con lo que se consigue adaptar la potencia que llega a las ruedas para los múltiples usos que se requieren del tractor, unas veces se necesita una gran fuerza de tracción y bajas velocidades de avance, como es el caso del laboreo del suelo, y otras menor fuerza de tracción y mayor velocidad de avance, como es el caso de desplazar un remolque.

Si la potencia es el producto del par motor por la velocidad de giro, para cada situación de potencia constante, al aumentar el par disminuye la velocidad y viceversa.

Por esta razón, en los tractores se dispone de una caja de cambios con posibilidad de transmitir una determinada potencia para un rango muy amplio de velocidades, en consecuencia, se permiten obtener un rango muy amplio de fuerzas de tracción, tratando de adaptar las condiciones del tractor a los diferentes trabajos agrícolas.

COMPONENTES DE LA CAJA DE CAMBIOS:

Para conseguir aumentar el número de velocidades, a la salida de la caja de cambios, lo que se hace es instalar diferentes cajas de cambios en serie. La forma más sencilla es instalar a la entrada una caja de cambios de dos velocidades que se conoce como grupo reductor y luego la caja de cambios propiamente dicha.

GRUPO REDUCTOR:

En el grupo reductor, de una caja de cambios sin sincronismo, se dispone de una pareja de piñones que se desplazan mediante una palanca terminada en una horquilla. Las dos ruedas dentadas A y B tienen diferente diámetro y número de dientes y van montadas sobre un eje hueco con estrías en su interior. Este componente desplazable conecta por su interior con un eje estriado que viene del embrague.

A la salida del grupo reductor hay otro eje que conecta con la caja de cambios. Entre el eje de entrada y el eje de salida hay otro eje, con tres ruedas dentadas, una A' que puede engranar con el piñón A, otra B' que puede engranar con el piñón B y la tercera C para permanecer conectada fija al eje de entrada de la caja de cambios. Para permitir engranar los diferentes piñones, las ruedas dentadas disponen de los diámetros y número de dientes correspondientes.

Para las velocidades cortas se engranan las ruedas dentadas A y A', para las velocidades largas se engranan las ruedas dentadas B y B', para la posición de punto muerto las ruedas dentadas A y B permanecen desconectadas, por lo que no hay transmisión de potencia.

VELOCIDADES LARGAS:

Para una velocidad constante del eje de entrada, conectando las ruedas dentadas de largas, se observa que según la relación de diámetros se consigue inicialmente una desmultiplicación de la velocidad y luego una multiplicación de la velocidad equivalente, por lo que la velocidad del eje de salida es igual a la velocidad del eje de entrada, esta situación corresponde a velocidades largas.

VELOCIDADES CORTAS:

Para una velocidad constante del eje de entrada, conectando las ruedas dentadas cortas, se observa que según la relación de diámetros se consigue inicialmente una desmultiplicación de la velocidad y luego una nueva desmultiplicación igual a la anterior, por lo que la velocidad del eje de salida es menor que la velocidad del eje de entrada, esta situación corresponde a velocidades cortas.

CAJA DE CAMBIOS:

En la caja de cambios también hay tres ejes, el de entrada se denomina eje primario, el de salida eje secundario y el que está entre ambos, eje intermediario.

El eje primario recibe el accionamiento y potencia desde el grupo reductor. Entre el eje primario y el intermediario hay siempre una desmultiplicación fija, que suele coincidir con la desmultiplicación fija a la salida del grupo reductor.

El eje secundario, que está estriado en toda su longitud, dispone de dos ruedas dentadas desplazables, con estrías en su interior que coinciden con las del secundario. De izquierda a derecha, el primer desplazable conecta la directa, el primario conecta con el secundario, sin desmultiplicación, que en este caso es la tercera marcha, y la segunda marcha, el segundo desplazable conecta la primera marcha y la marcha atrás.

El eje intermediario dispone de cuatro ruedas dentadas, de izquierda a derecha, la primera para la desmultiplicación inicial fija, la segunda para la desmultiplicación de segunda marcha, la tercera para la desmultiplicación de primera marcha y la cuarta para la desmultiplicación de la marcha atrás, ya que dispone de un piñón más que hace que cambie el sentido de giro del eje secundario.

Según las combinaciones de los desplazables y las relaciones entre los diámetros y número de dientes de los piñones, se pueden obtener 5 condiciones para el eje secundario que es el de salida de la caja de cambios: primera (1ª), segunda (2ª), tercera (3ª), marcha atrás (MA) y punto muerto (PM), en la que no hay ninguna posición conectada de los desplazables.

FIADORES:

Los fiadores sirven para garantizar la fijación de la horquilla con la marcha seleccionada. En este caso, la caja de cambios tiene dos horquillas y dos fiadores, estas horquillas son accionadas desde la misma palanca de cambios que está articulada en un punto. Los fiadores son de bolas y muelles, además se dispone de un fiador de seguridad.

Cada horquilla puede engancharse a su fiador en un par de velocidades y punto muerto. Para cambiar de horquilla, obligatoriamente la palanca de cambios es guiada para dejar a la anterior horquilla en punto muerto. Cuando una caja de cambios dispone de más velocidades, es que tiene más desplazables y horquillas, por lo tanto, más fiadores para las mismas.

CAMBIO EN TOMA CONSTANTE:

Para esta configuración, las ruedas dentadas del secundario están siempre engranadas a las del intermediario. El secundario atraviesa a todos los piñones en toma constante. Además, sobre el secundario estriado, se disponen de desplazables con estrías internas para conectar con el secundario y dientes internos para los piñones laterales de las dos ruedas dentadas que permiten las dos marchas.

Cada piñón de la marcha, que es el que mantiene la relación de desmultiplicación según los diámetros y número de dientes, dispone adosado al mismo de un piñón lateral auxiliar, todos con el mismo diámetro y número de dientes. Para que el secundario responda a una de las desmultiplicaciones, el desplazable es la pieza que conecta a las ruedas dentadas en toma constante con el secundario, cuando engrana con el piñón auxiliar de la marcha elegida.

Por cada desplazable de dos velocidades se dispone de una horquilla, con el fiador correspondiente, que permite enganchar una velocidad, la otra o punto muerto.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 09

- Nomenclátor: Caja de cambios de la transmisión de un tractor.

COMPONENTES DE LA CAJA DE CAMBIOS:

Aumento del número de velocidades:

GRUPO REDUCTOR:

Dos piñones desplazables:
Dos piñones de diferente diámetro:
Velocidades largas:
Velocidades cortas:

CAJA DE CAMBIOS:

Eje primario:
Eje intermediario:
Eje secundario:
Desplazable de 1ª y marcha atrás:
Desplazable de 2ª y 3ª marchas:
Horquillas y barras de conexión:

FIADORES (bola y muelles):

Evitar cambios de marcha:
Mantener posición de las horquillas:

CAMBIO EN TOMA CONSTANTE:

Piñones del secundario y del intermediario engranados permanentemente:
Piñones laterales o auxiliares a la marcha:
Un desplazable cada dos piñones:

COMPOSANTS DE LA BOÎTE DE VITESSES:

Augmentation du nombre de vitesses:

GROUPE RÉDUCTEUR:

Deux pignons coulissants:
Deux pignons de diamètre différent:
Vitesses longues (élevées):
Vitesses courtes (réduites):

BOÎTE DE VITESSES:

Arbre primaire:
Arbre intermédiaire:
Arbre secondaire:
Baladeur de 1ère et marche arrière:
Baladeur de 2e et 3e vitesses:
Fourchettes et barres de connexion:

CAUTION (Levier et ressorts):

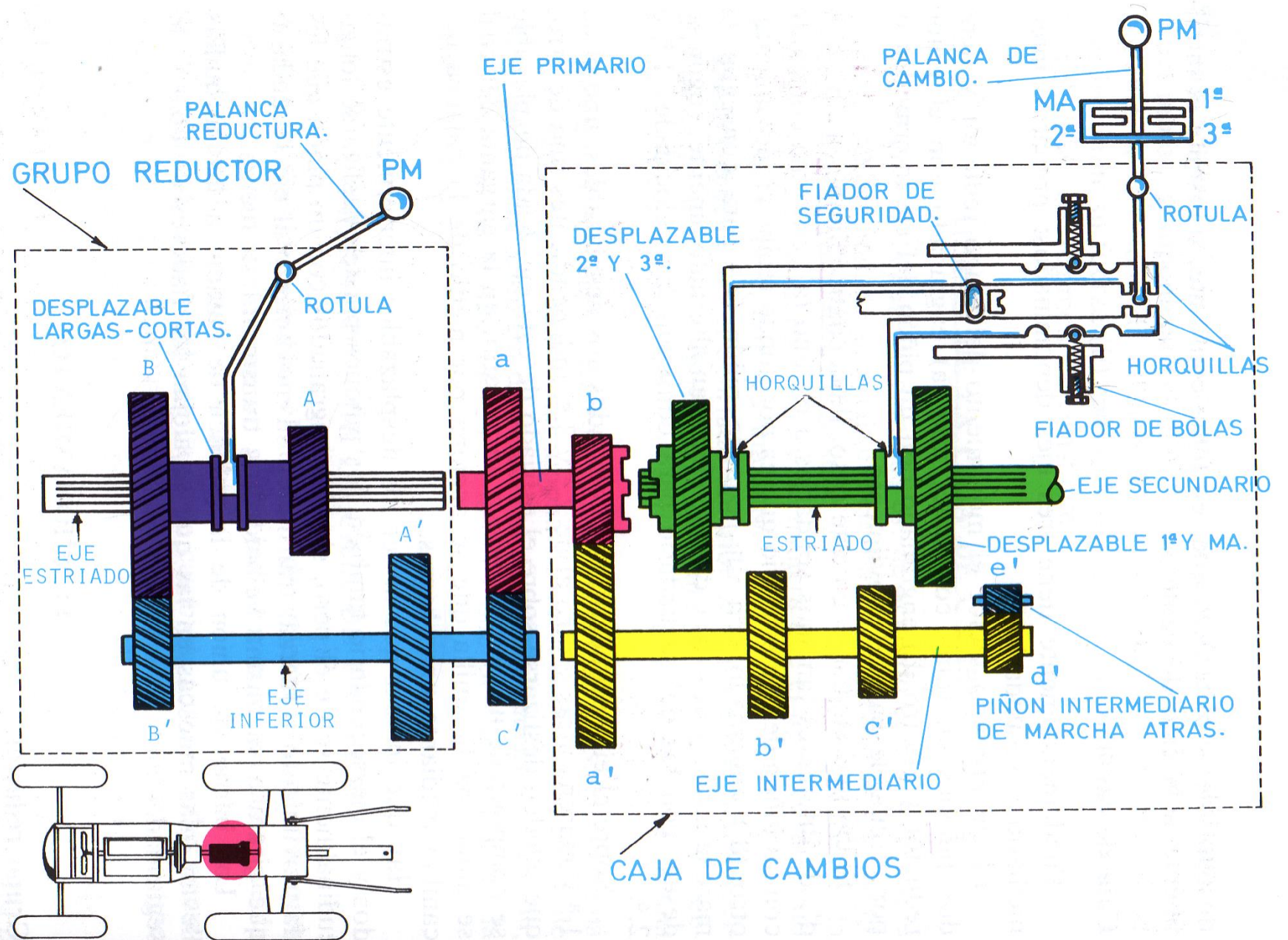
Évitez les changements de vitesse:
Maintenir la position des fourchettes:

VITESSE DE PRISE CONSTANTE:

Pignons secondaires et intermédiaires engranés en permanence:
Pignons latéraux ou auxiliares à la marche:
Un baladeur tous les deux pignon



Fig. 24-1. Caja de cambios con grupo reductor.



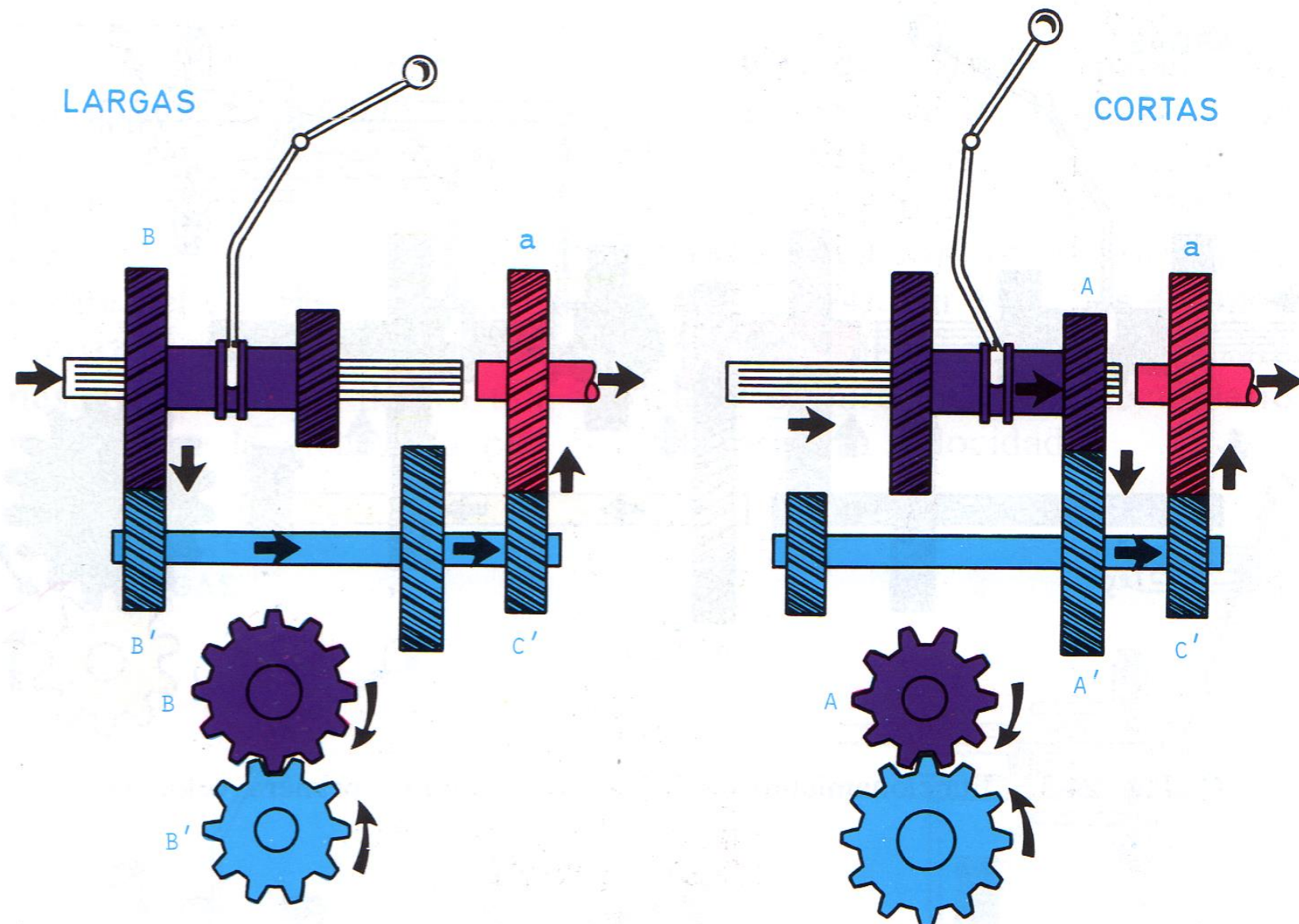


Fig. 24-2. Funcionamiento del grupo reductor.

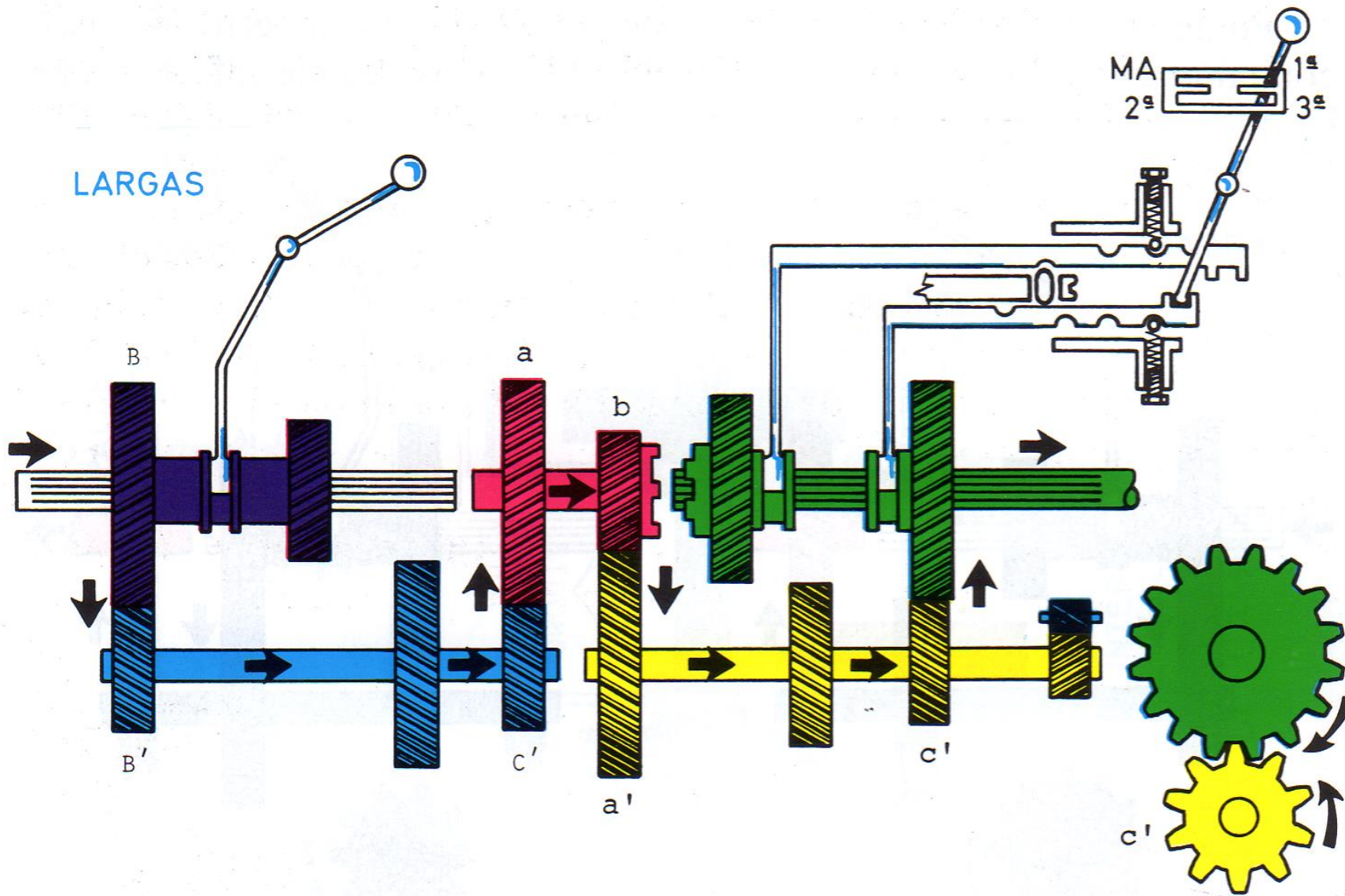


Fig. 24-3. Funcionamiento de la caja de cambios, primera velocidad.

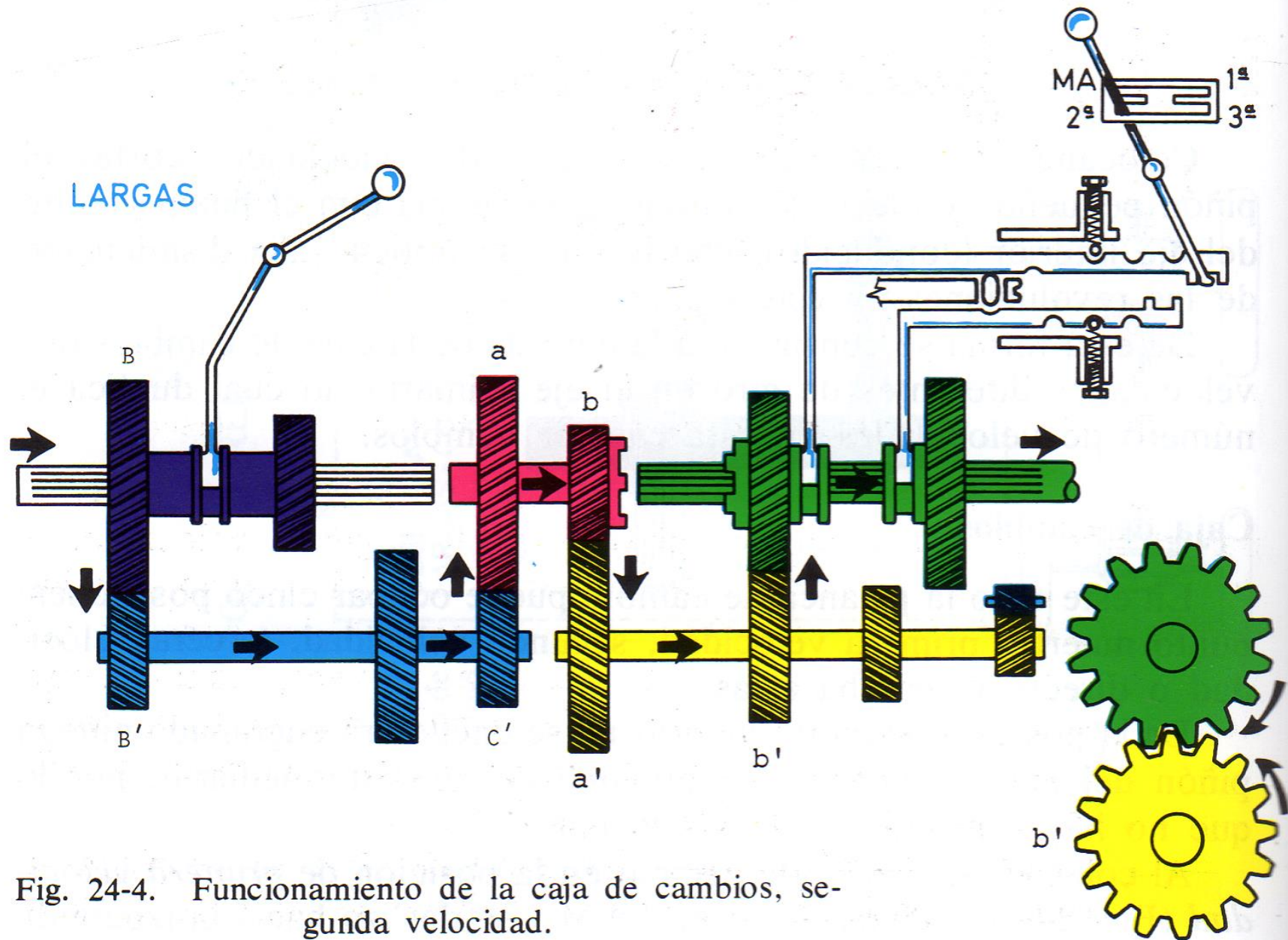


Fig. 24-4. Funcionamiento de la caja de cambios, segunda velocidad.

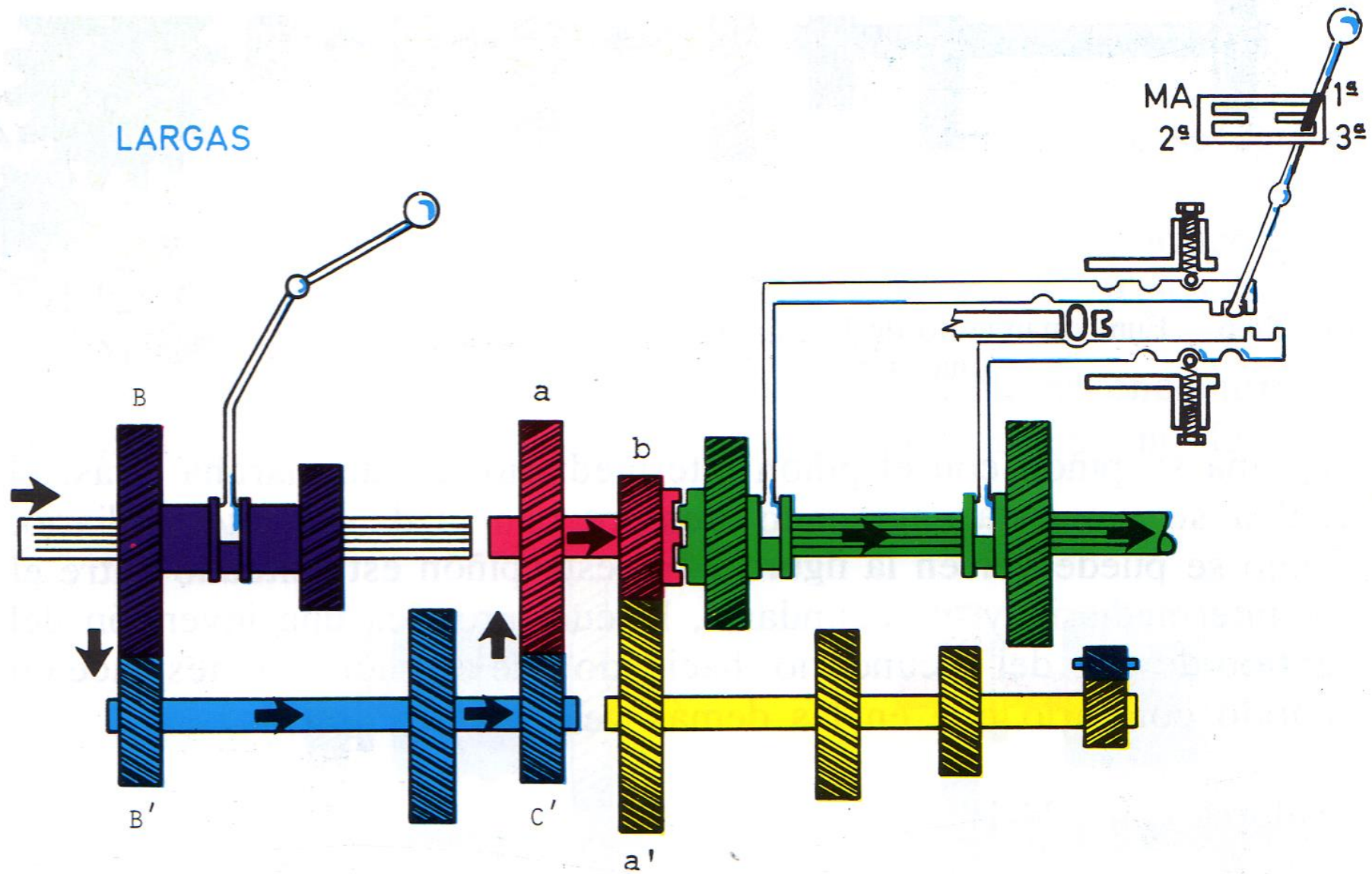


Fig. 24-5. Funcionamiento de la caja de cambios, tercera o directa.

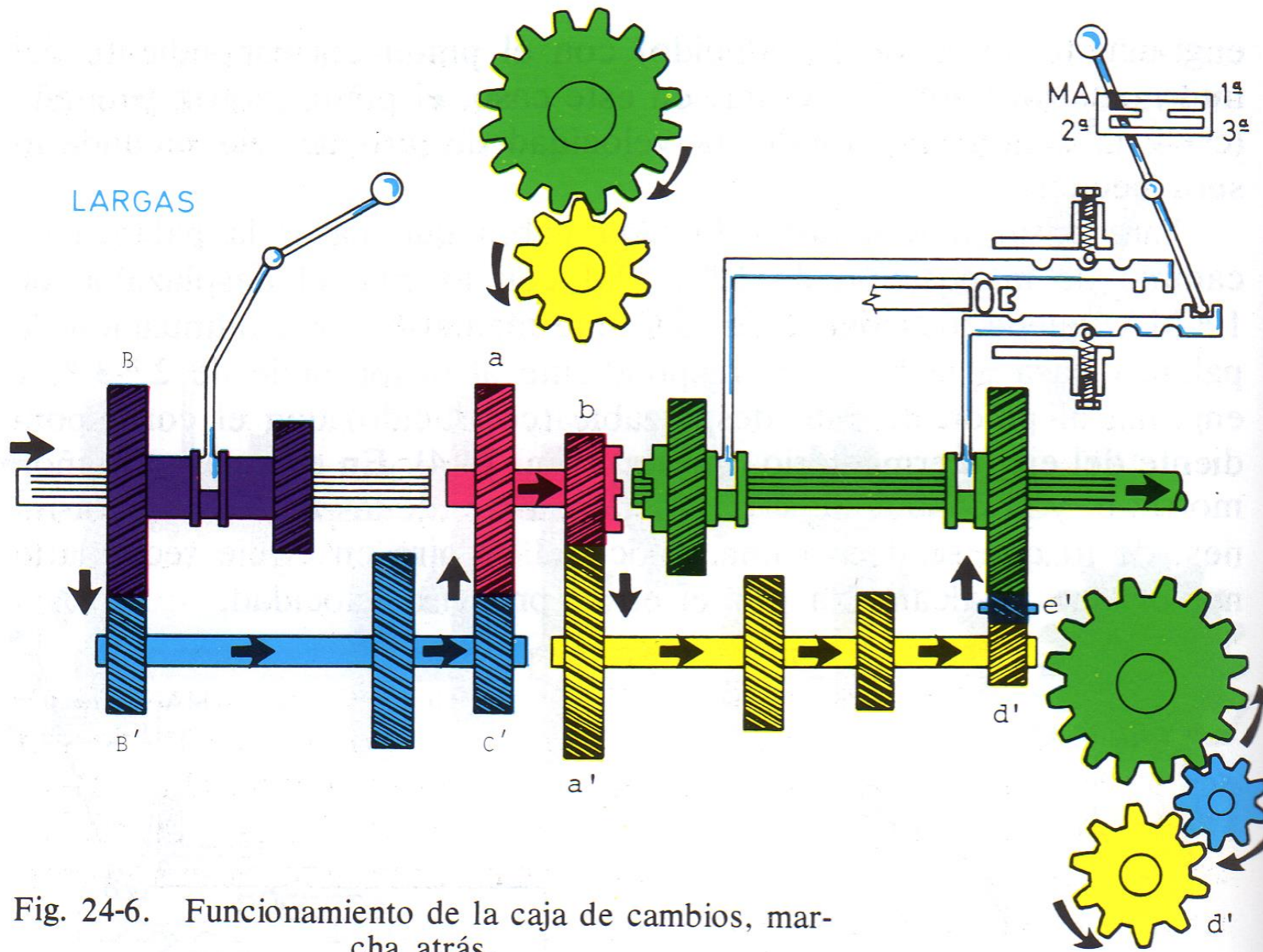


Fig. 24-6. Funcionamiento de la caja de cambios, marcha atrás.

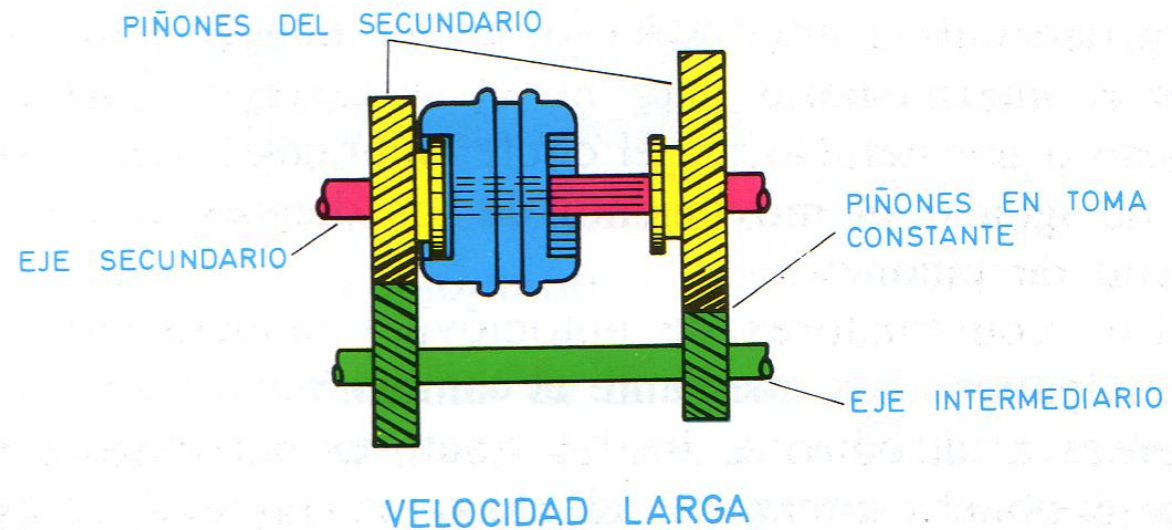
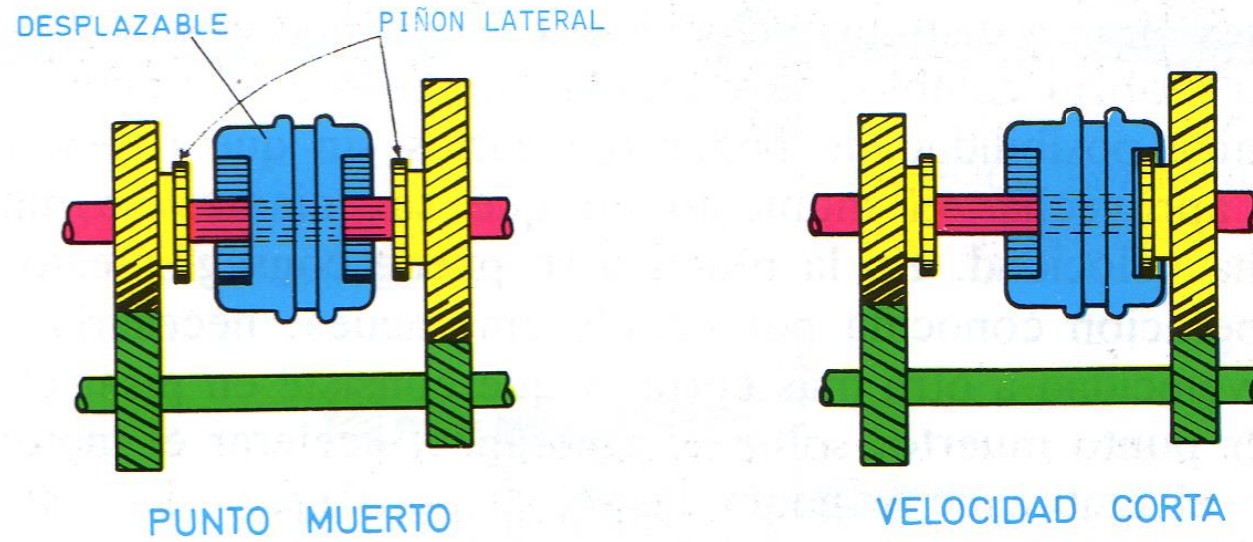


Fig. 24-7.
Cambio en
toma cons-
tante.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 10

- TÍTULO: El diferencial de la transmisión de un tractor.
- OBJETIVO: Observación de los componentes más importantes que configuran el diferencial de cualquier máquina agrícola, se describe el diferencial de un tractor por ser la principal máquina agrícola generadora de potencia y su gran aplicación en agricultura.
- ORIENTACION PEDAGÓGICA: En el aula se empleará el Método Expositivo (Lección Magistral), el formato es oral, el profesor transmite los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del alumnado es pasiva, escuchan y toman apuntes, aunque pueden intervenir, se mantienen incomunicados entre ellos sin relacionarse. En el laboratorio-taller, se empleará el Método Inductivo, el formato es oral, el alumno aplica los conocimientos, toma la iniciativa y marca los objetivos, la posición del profesor es de orientador, la del alumnado es activa, pueden intervenir, se mantienen comunicados y se relacionan entre ellos, interactúan en todo momento.
- AYUDA PEDAGÓGICA: Presentación informática (PowerPoint), maquetas, componentes reales y pizarra.
- LISTADO: Se dispone de un equipo para la práctica: El diferencial de la maqueta Distesa (prolongación del grupo Motor-embrague-caja de cambios con sincronismo); además, se dispone de elementos reales, un tractor Landini y un tractor Massey Ferguson.
- INSTALACIONES: Aulas y laboratorio-taller donde se imparten los contenidos de “Motores Agrícolas”, “Máquinas Agrícolas” y “Mecanización Agraria”, en la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en la Universidad de La Laguna.
- CONTENIDO: Funciones del diferencial, eje secundario, piñón de ataque, corona, satélites, planetarios, bloqueo del diferencial.
- HORAS: 2.
- FUENTES DE INFORMACIÓN:
 - Arnal Atares, P.; Laguna Blanca, A. 2005. Tractores y motores agrícolas. Mundi-Prensa.
 - Ortiz-Cañavate, J. et al. 2012. Tractores: técnica y seguridad. Madrid: Mundi-Prensa.

- INFORMACIÓN PARA EL ALUMNADO:

El diferencial es un elemento de transmisión situado entre la caja de cambios y los ejes que van a las ruedas de tracción.

FUNCIONES DEL DIFERENCIAL:

Tiene como función principal permitir que los ejes de ambas ruedas den diferente número de vueltas al tomar una curva o que den el mismo número de vueltas cuando van en línea recta.

Otra función es permitir la transmisión de potencias entre ejes dispuestos a 90 grados.

Finalmente, el diferencial tiene como función complementaria que permite una desmultiplicación de la velocidad entre el eje de entrada y los dos ejes de salida.

En el caso de los tractores agrícolas, entre el diferencial y cada una de las ruedas se instala otro elemento de transmisión, una reducción final, que permite una desmultiplicación de la velocidad de giro para aumentar la fuerza de tracción.

EJE SECUNDARIO:

Es el eje que viene de la caja de cambios. La velocidad de rotación y el par motor de este eje depende de la marcha seleccionada en la caja de cambios y de los correspondientes valores en el eje primario. Este eje conecta con el cigüeñal del motor.

PIÑÓN DE ATAQUE:

Es un piñón cónico de diente recto o helicoidal que hace girar a la corona. El piñón de ataque es de menor diámetro que la corona con lo que se consigue la desmultiplicación de la velocidad.

CORONA:

Rueda dentada de engranaje recto o helicoidal sobre la cual va atornillada la caja de satélites que soportan los ejes de los satélites.

SATÉLITES:

Son piñones cónicos de dientes rectos que, cuando el tractor avanza en línea recta, se trasladan sin girar y en curvas se trasladan y rotan sobre sí mismos.

PLANETARIOS:

Son piñones cónicos de dientes rectos, que van engranados con los satélites y cuyos ejes corresponden al palier de cada rueda. En el caso de los tractores, al existir una reducción final, el palier se divide en dos tramos, cada uno se conoce como semipalier.

BLOQUEO DEL DIFERENCIAL:

Mediante un piñón de dientes externos, desplazable con palanca o pedal, que se engrana con un piñón de dientes internos solidario con la caja de satélites, se consigue anular el efecto de libertad de giro de los palieres.

FUNCIONAMIENTO DEL DIFERENCIAL:

En línea recta el piñón de ataque hace girar a la corona, la corona hace girar a la caja de satélites que, junto con los ejes y los satélites se trasladan sin girar y, como están engranados con los planetarios, hacen girar al palier solidario con cada planetario; en este caso, las vueltas de ambos planetarios y palieres son iguales.

En el caso de curvas, la rueda que va por dentro de la curva en contacto y adherente al suelo, tiene que dar un menor número de vuelta debido a que el suelo por reacción se opone a que dé el mismo número de vueltas que la rueda que va por fuera de la curva.

Ese número de vueltas que deja de dar la rueda interior hace que los satélites en contacto con el planetario interior entren en rotación haciendo que el planetario exterior de un número de vueltas mayor.

En resumen, las vueltas que deja de dar la rueda o planetario interior, gracias a los satélites, las da el planetario o rueda exterior, compensando en todo momento el trazado de las curvas descritas con las ruedas adheridas al suelo.

FUNCIONAMIENTO DEL BLOQUEO DEL DIFERENCIAL:

En el caso de que una de las ruedas de tracción se quede en el aire, se traslade sobre un suelo encharcado, sobre un cultivo herbáceo, etc. Y la otra rueda vaya sobre un suelo seco y adherente, esta última tiene mayor resistencia al giro, mientras que la anterior tiene mucha más facilidad para girar, por lo que su planetario y rueda darán todo el número de vueltas que viene transmitido desde el secundario y la rueda apoyada en el suelo firme o adherente no girará.

En esta situación el tractor o vehículo todoterreno no avanzará. Como solución se instala un piñón desplazable que une a uno de los palieres estriado con la caja de satélites. De esta forma el diferencial queda anulado o bloqueado.

RECOMENDACIONES FINALES:

Con este tema se pretende observar los elementos que componen la transmisión de potencia de los tractores y de las máquinas automotrices, de dos y cuatro ruedas.

Se describen para un tractor por ser la principal máquina agrícola generadora de potencia y su gran aplicación en agricultura, conocer su funcionamiento es básico para la selección del parque de maquinaria agrícola necesario en una explotación agraria.

Manuel-Antonio González-Pérez
Área de Ingeniería Agroforestal
Proyecto MAC2/2.3d/292 - (AGRO_FEM)

Módulo de mecanización agraria. Tema 10

- Nomenclátor: El diferencial de la transmisión de un tractor.

FUNCIONES DEL DIFERENCIAL:

Diferente número de vueltas de las
ruedas:
Ejes dispuestos a 90 grados:
Desmultiplicación entre el eje de
entrada y los dos ejes de salida:

EJE SECUNDARIO:

Conexión con el cigüeñal del motor.

PIÑÓN DE ATAQUE:

Piñón cónico de diente recto o
helicoidal:
Rotación:

CORONA:

Rueda dentada de engranaje recto
o helicoidal:
Rotación:

SATÉLITES:

Piñones cónicos de dientes rectos:
Rotación:
Traslación:

PLANETARIOS:

Piñones cónicos de dientes rectos:
Rotación:
Semipalier:

FONCTIONS D'UN DIFFÉRENTIEL:

Nombre différent de tours des
roues:
Axes disposés à 90 degrés:
Réduction du rapport de
transmission entre l'arbre d'entrée et
les deux arbres de sortie:

AXE SECONDAIRE:

Liaison avec le vilebrequin du
moteur.

PIGNON D'ATTAQUE:

Pignon conique à denture droite ou
hélicoïdal:
Rotation:

GRANDE COURONNE:

Pignon à denture droit ou hélicoïdal:
Rotation:

SATELLITES:

Pignons coniques à denture droites:
Rotation:
Traduction:

PLANÉTAIRES:

Pignons coniques à dents droites:
Rotation:
Arbres des roues:

BLOQUEO DEL DIFERENCIAL:

Piñón de dientes externos:
Desplazable:
Efecto de libertad de giro de los
palieres:
Semipalier derecho:
Semipalier izquierdo:

BLOCAGE DE DIFFÉRENTIEL:

Pignon à denture externes:
Baladeur:
Effet de la liberté de rotation des
paliers:
 $\frac{1}{2}$ arbre de roue droite:
 $\frac{1}{2}$ arbre de roue gauche:

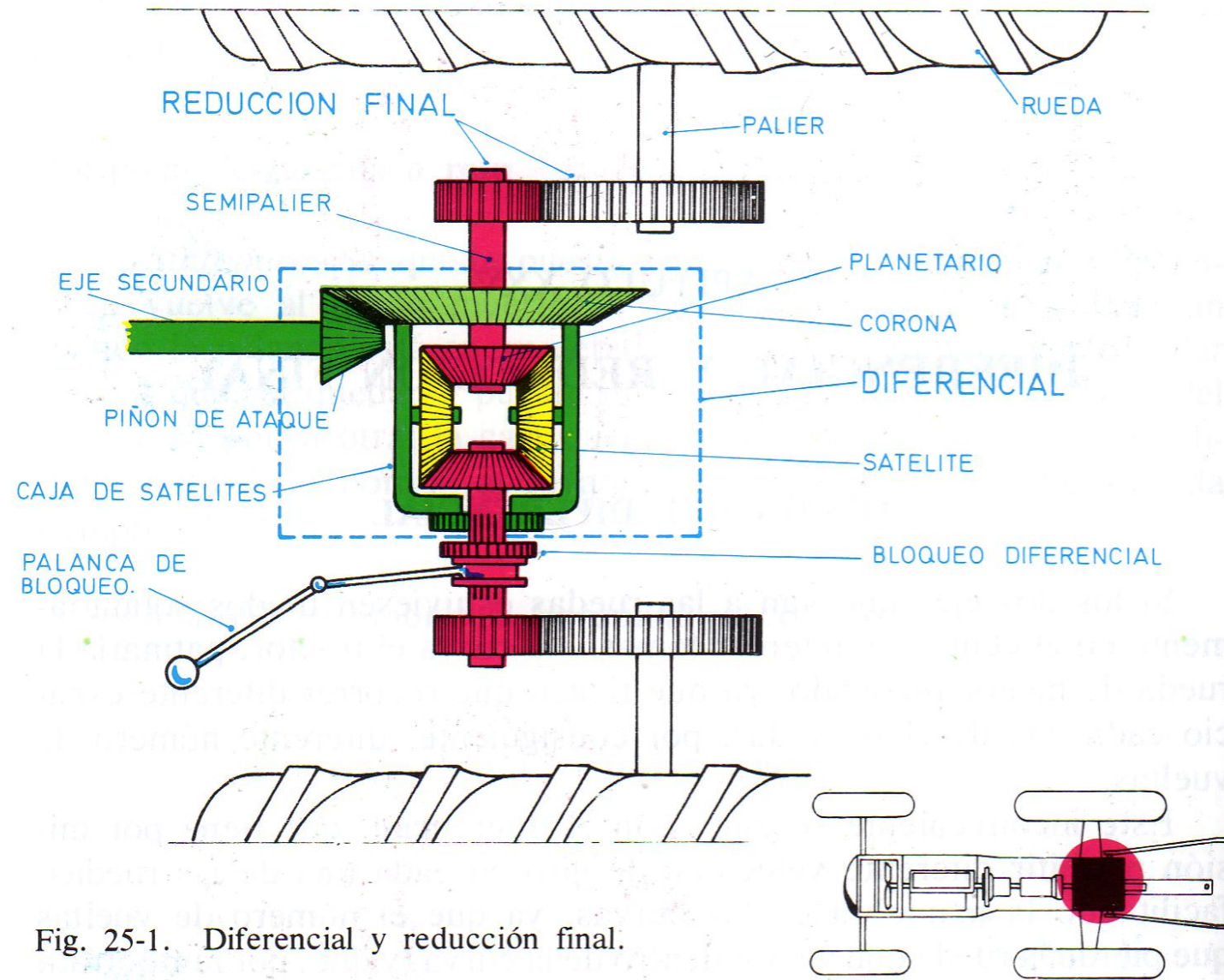
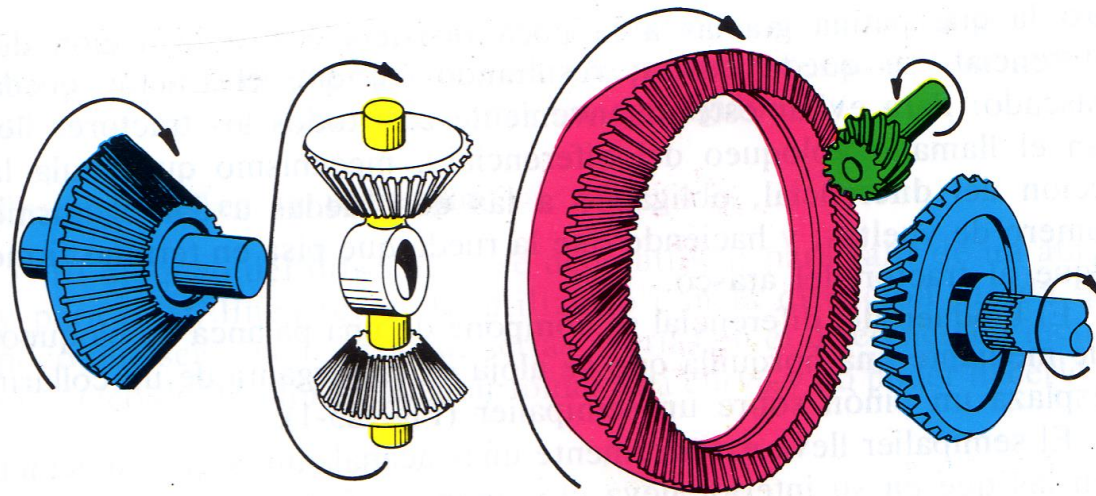
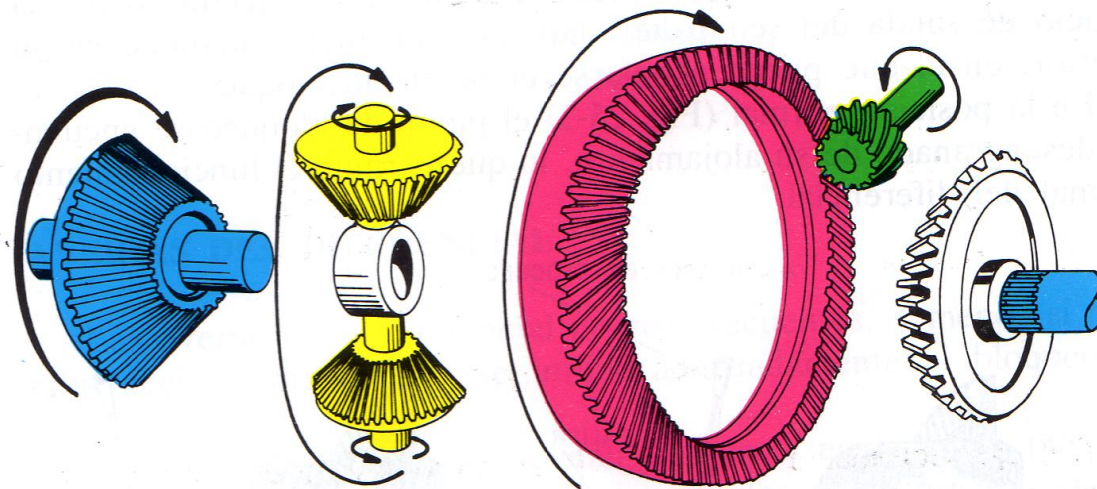


Fig. 25-1. Diferencial y reducción final.

FUNCIONAMIENTO



FUNCIONAMIENTO EN RECTA



FUNCIONAMIENTO EN CURVA

Fig. 25-2. Funcionamiento del diferencial.

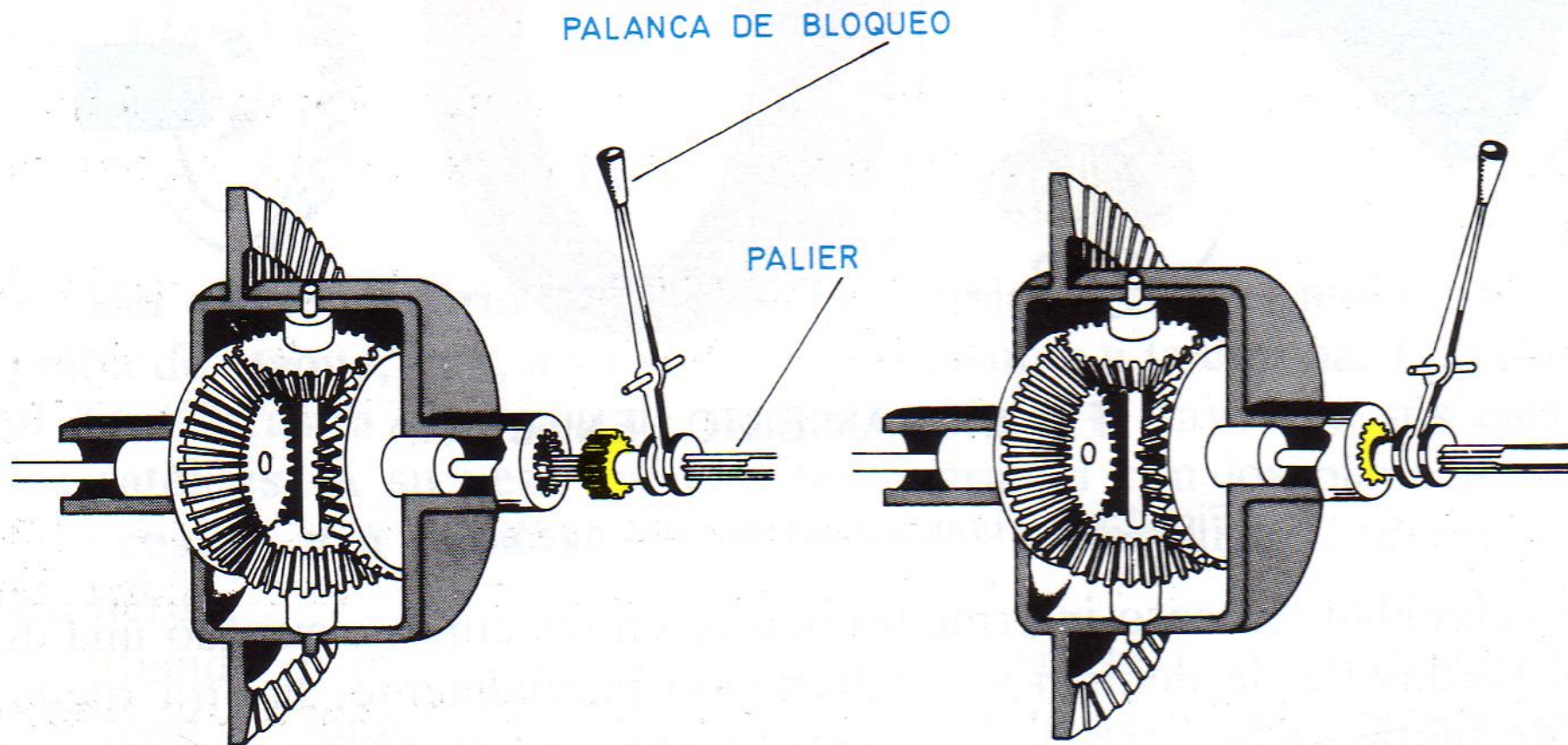


Fig. 25-3. Bloqueo del diferencial. Posición normal, izquierda; posición de bloqueo, derecha.

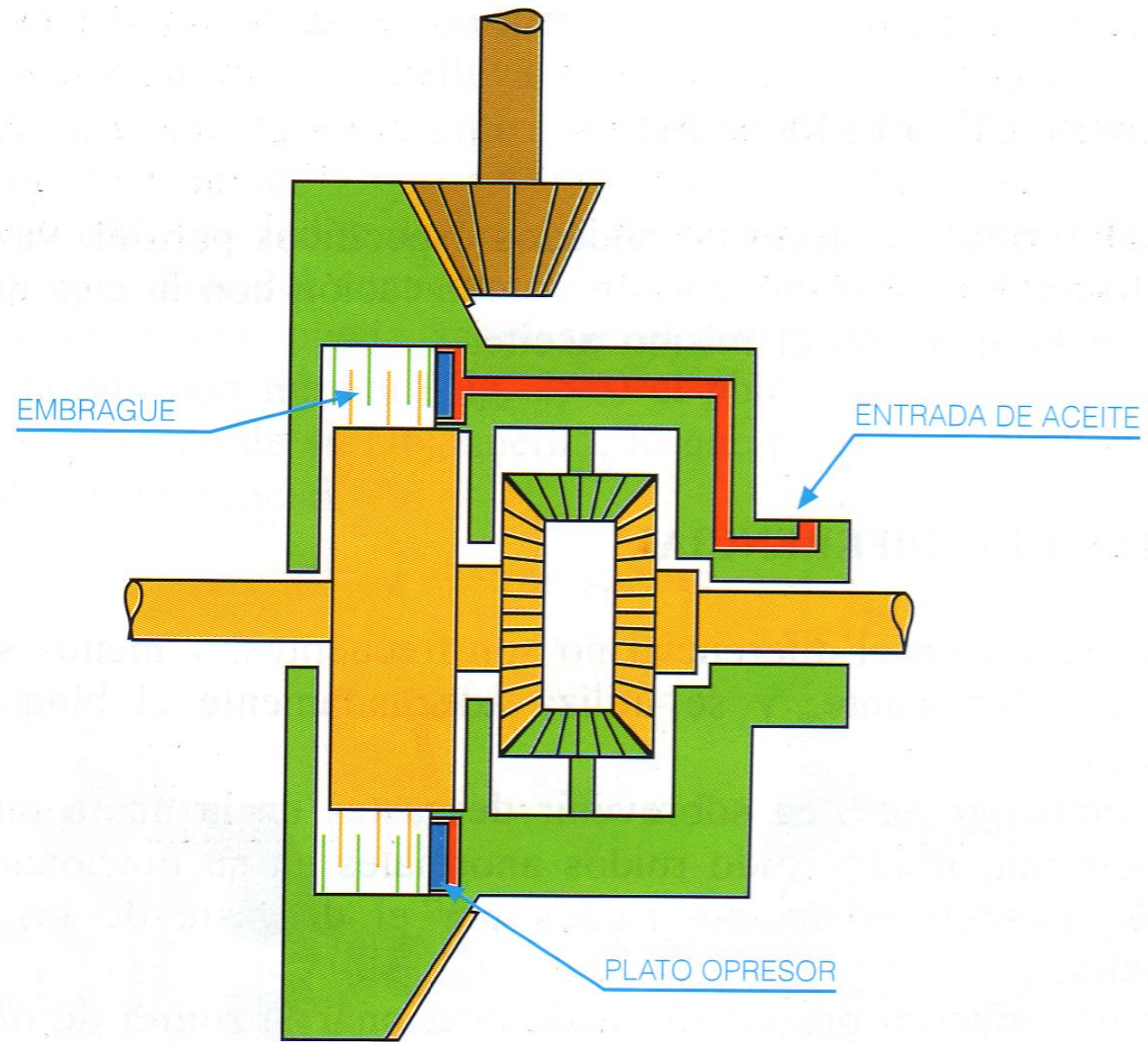


Fig. 25-4. Bloqueo del diferencial de discos múltiples y accionamiento hidráulico.

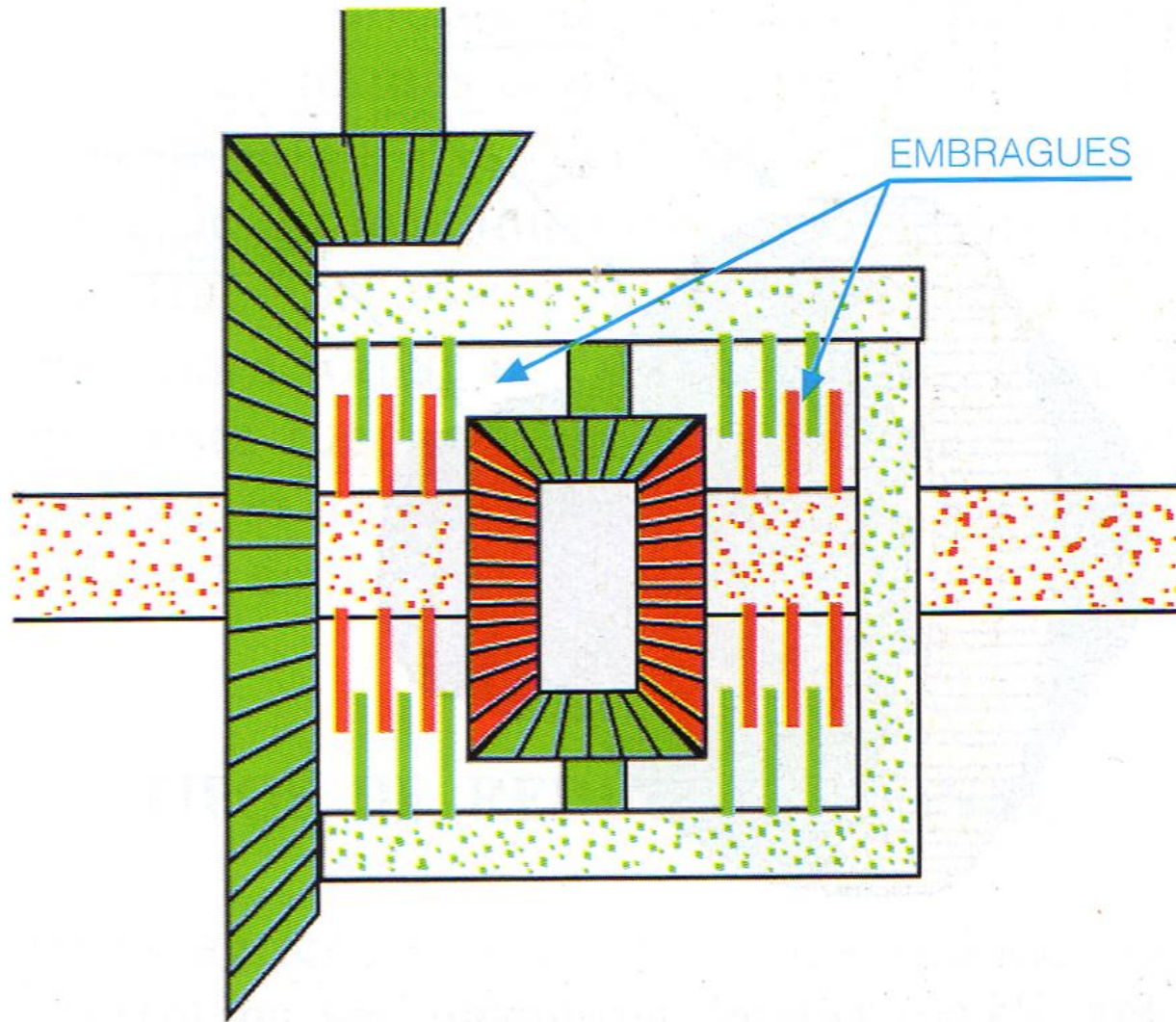


Fig. 25-5. Diferencial autoblocante por fricción.