

Su utilización es recomendada en aquellos casos en que, después de haber utilizado los dispositivos citados anteriormente, no se haya podido poner en marcha el tractor.

Normalmente, en el comercio, se encuentran envases metálicos cerrados y a presión, bastando, para usarlos, oprimir una válvula y dirigir el líquido hacia la entrada de admisión, con lo que éste, finamente pulverizado, será arrastrado por la corriente de aire hasta el interior de los cilindros. Esta pulverización debe hacerse de forma intermitente, accionando a la vez la puesta en marcha, y dejando de pulverizar tan pronto como el motor arranque.

La pulverización no debe ser excesiva, ya que son líquidos altamente inflamables y, debido a que el momento de su combustión es incontrolado, pueden producirse explosiones violentas en el interior de los cilindros que dañan a las piezas del motor (pistón, segmentos, bielas, etc.).

Es de destacar que cuando el motor está en buenas condiciones de compresión y puesta a punto, y si su dispositivo de arranque en frío funciona correctamente, no será necesaria la utilización de este tipo de combustibles que, como ya hemos dicho, solamente deberán utilizarse en casos extremos debido a los perjuicios que, a la larga, pueden ocasionar al motor.

## CAPITULO XXIII

### EMBRAGUE

#### TRANSMISION DEL MOVIMIENTO EN EL TRACTOR

Hasta ahora nos hemos ocupado del funcionamiento y cuidados al motor del tractor, a continuación vamos a ver cómo se transmite el movimiento desde el eje del cigüeñal hasta las ruedas.

El movimiento de rotación producido por el motor pasa, a través del volante, al embrague, de aquí a la caja de cambios, de ésta al diferencial, pasando de éste, a través de los semipalieres y de la reducción final, a las ruedas motrices.

#### MISION DEL EMBRAGUE

La misión del embrague es conectar o desconectar el movimiento del motor a la caja de cambios.

Cuando el pedal del embrague está en la posición normal (suelto o sin pisar) el embrague transmite el movimiento del motor a la caja de cambios. Al pisar el pedal, el embrague deja de transmitir dicho movimiento.

#### EMBRAGUE MONODISCO

##### Partes de que consta

El embrague monodisco (Fig. 23-1) va intercalado entre el motor y la caja de cambios y consta de las siguientes partes:

— Una *tapa metálica* (unida al volante del motor mediante tornillos) denominada *campana*, que encierra entre ella y el volante al resto de las piezas.

— Un *disco de embrague* formado por un disco metálico sobre el cual, y en su parte periférica, van unidas mediante remaches dos

coronas circulares denominadas *forros de embrague* constituidos por un material altamente resistente a la fricción. En su parte central lleva un orificio estriado en su parte interior, dentro del cual se aloja el principio del eje primario de la caja de cambios, que está estriado exteriormente con un diseño acoplable al que el disco de embrague lleva en su interior.

— Un *plato opresor* metálico con forma de corona circular del mismo tamaño que los forros de embrague, que lleva unos soportes sobre los cuales actúan las patillas.

— Unos *muelles* (generalmente 9 ó 12) que se apoyan por uno de sus extremos sobre la campana, y por el otro sobre el plato opresor.

— Unas *patillas* (generalmente 3 ó 4) que tienen un punto de apoyo y giro unido a la campana mediante un tornillo de reglaje. Por uno de sus extremos las patillas se unen al soporte del plato opresor, y por el otro se apoyan sobre el anillo de patillas.

— Un *collarín* formado por un rodamiento axial con un orificio central por el que pasa el eje primario. Este collarín se apoya por un lado en el anillo de patillas y por el otro recibe el empuje de la horquilla.

— Un *sistema de varillas y palancas* que transmite el movimiento, desde el *pedal de embrague* hasta la *horquilla*. Una de estas varillas, llamada «varilla tensora» va roscada en sus extremos y sirve para la regulación del embrague.

— Un *muelle de recuperación* del pedal que va unido por un extremo a la palanca del pedal de embrague, y por el otro al bastidor del tractor.

En la figura 23-2 pueden apreciarse los componentes del embrague (sin eje, ni horquilla) descritos anteriormente en su forma real, así como el conjunto del embrague real montado.

#### Funcionamiento

En la posición de embragado (Fig. 23-3) los muelles mantienen al plato opresor desplazado hacia el volante del motor, oprimiendo fuertemente entre ambos al disco de embrague, de manera que el giro del volante y del plato opresor se transmite al disco y de éste al eje primario de la caja de cambios.

En esta posición el muelle de recuperación del pedal mantiene a éste en su posición más elevada y, al mismo tiempo, a través del varillaje, tira de la horquilla separando el collarín del anillo de patillas, evitándose así rozamientos innecesarios y el desgaste prematuro del collarín.

En la posición de desembragado (Fig. 23-3) al oprimir el pedal del

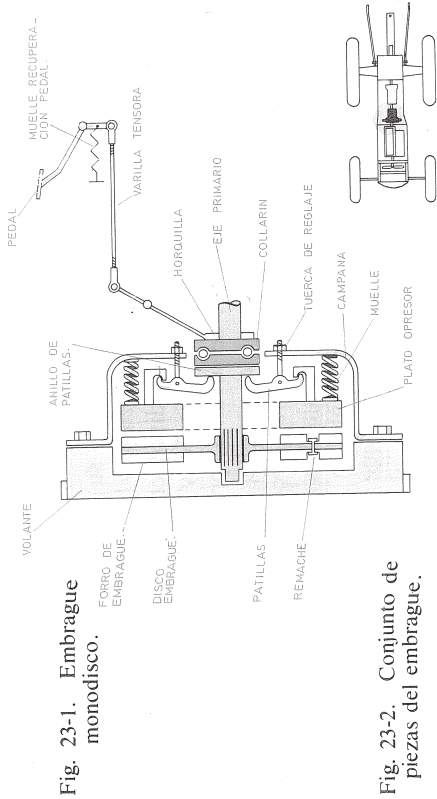


Fig. 23-1. Embrague monodisco.

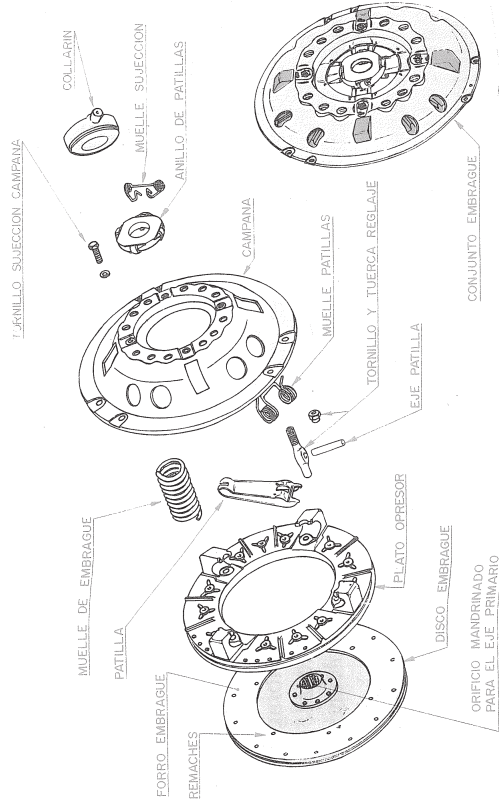


Fig. 23-2. Conjunto de piezas del embrague.

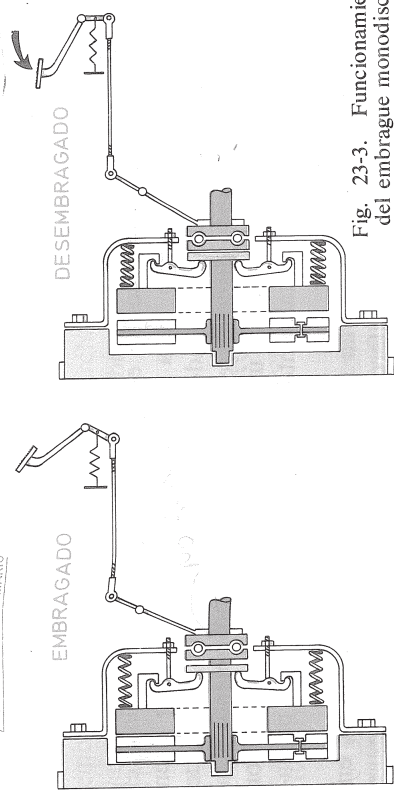


Fig. 23-3. Funcionamiento del embrague monodisco.

embrague la horquilla presiona sobre el collarín, éste sobre el anillo, éste sobre las patillas que, al girar sobre su punto de apoyo, tiran del plato opresor comprimiendo los muelles y separándolo del disco de embrague. Al no estar oprimido el disco entre el volante y el plato, queda libre deteniéndose su movimiento y el del eje primario.

Para embragar el tractor, se levanta, progresivamente, el pie del pedal del embrague, con lo cual los muelles irán desplazando al plato opresor oprimiendo al disco de embrague contra el volante, transmitiendo el movimiento de éstos a la caja de cambios progresivamente.

Hay que tener en cuenta que, tanto en la posición de embragado como en la de desembragado, siempre que el motor se encuentre en marcha estarán girando solidariamente el volante, la campana, el plato opresor, los muelles, las patillas y el anillo de patillas. En la posición de embragado también giran el disco de embrague y el eje primario, y en la de desembragado no se moverán estos últimos, girando, en cambio, el rodamiento axial del collarín.

#### EMBRAGUE DE DOBLE DISCO

Hasta hace pocos años, en la mayoría de los tractores, la toma de fuerza era accionada por el eje primario de la caja de cambios, lo cual tenía como consecuencia que al pisar el pedal del embrague se detenía el movimiento del tractor y de la toma de fuerza. Esto suponía un gran inconveniente cuando el tractor iba remolcando una máquina accionada por la toma de fuerza (empacadora, etc.) pues era motivo de atascos y alteraciones en el trabajo de la máquina.

Para evitar este inconveniente en la actualidad muchos tractores llevan independiente el movimiento de la caja de cambios del movimiento de la toma de fuerza consiguiendo esto gracias al embrague de doble disco.

#### Partes de que consta

Los elementos de que consta este embrague son iguales a los del embrague monodisco, pero lleva un disco de embrague más y un plato opresor más, que va colocado entre los dos discos de embrague (Fig. 23-4). El segundo disco de embrague, que da movimiento a la toma de fuerza, va situado sobre un tubo, estriado exteriormente, por el interior del cual pasa, totalmente independiente de él, el eje primario de la caja de cambios.

Los dos platos opresores van unidos mediante unos tornillos, en uno de cuyos extremos se intercala un muelle de presión que se

apoya por un lado sobre la tuerca del tornillo, y por el otro sobre el segundo plato opresor.

El volante del motor lleva unos topes para limitar el recorrido del primer plato opresor.

#### Funcionamiento

Cuando el pedal del embrague está totalmente suelto (Fig. 23-5) los muelles presionan sobre el segundo plato opresor, éste sobre el disco de la toma de fuerza, éste, a su vez, sobre el primer plato opresor y sobre el disco del eje primario, de tal forma que, al moverse el volante y los platos opresores, arrastran a los dos discos de embrague dando a la vez movimiento al eje primario de la caja de cambios y a la toma de fuerza.

Al pisar el pedal del embrague aproximadamente a la mitad de su recorrido (Fig. 23-6) las patillas tiran del segundo plato opresor y éste, a través de los tornillos y muelles de unión, tira del primer plato opresor separándolo del volante y quedando el disco del eje primario desembragado, no transmitiendo movimiento a la caja de cambios pero sí a la toma de fuerza, cuyo disco de embrague continúa aprisionado entre los dos discos opresores y, por tanto, embragado.

Al seguir pisando el pedal del embrague hasta el final de su recorrido (Fig. 23-7) las patillas de embrague siguen tirando del segundo plato opresor, y al llegar el primer plato a los topes del volante, el segundo plato se separa del primero comprimiendo los muelles situados en los tornillos de unión de los dos platos, dejando libre al disco de embrague de la toma de fuerza quedando ésta, también, desembragada.

Al ir soltando el pedal del embrague progresivamente, se embragará en primer lugar la toma de fuerza y después la caja de cambios del tractor.

De lo anteriormente explicado se deduce que, con este tipo de embragues, se puede detener la marcha del tractor sin que se detenga la toma de fuerza, al pisar el embrague hasta la mitad de su recorrido.

#### REGULACIONES

##### Recorrido muerto del pedal -

El pedal del embrague debe tener un pequeño recorrido muerto que oscila según los tractores de 2 a 3 cm. (ver el «Manual de

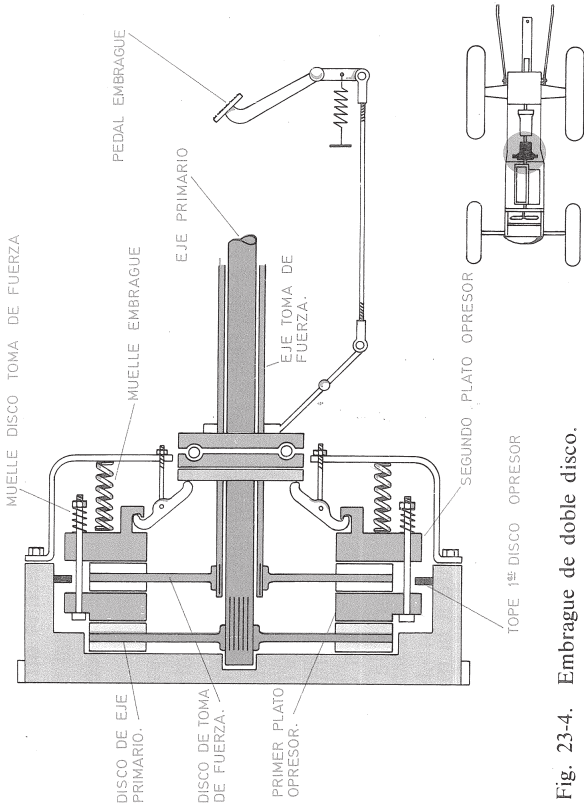


Fig. 23-4. Embrague de doble disco.

Instrucciones» en cada caso) para evitar desgastes y patinamientos innecesarios.

Este recorrido se consigue acortando o alargando, según los casos, la varilla tensora de la palanca del pedal del embrague.

Si el recorrido muerto es muy pequeño, o nulo, el collarín irá rozando sobre el anillo de patillas sometido constantemente a una fricción excesiva que provoca un desgaste prematuro del collarín. Por otra parte, la fuerza de los muelles se ve disminuida por lo que el plato opresor no oprime con fuerza suficiente al disco de embrague, dando lugar al patinamiento del mismo y a un desgaste muy rápido de los forros.

Si el recorrido muerto es excesivo, parte del recorrido del pedal se empleará en aproximar el collarín al anillo de patillas, no llegando a separarse totalmente el plato opresor del disco de embrague, por lo que les arrastrará en su movimiento y no se detendrá completamente el eje primario, con lo que al intentar meter una velocidad rozan los piñones en la caja de cambios produciéndose un desgaste excesivo de los dientes que incluso pueden llegar a romperse.

#### Reglaje de patillas

Estando montado el conjunto del embrague en el volante, las patillas tienen que guardar una distancia determinada, variable en cada tractor, con respecto al disco del embrague.

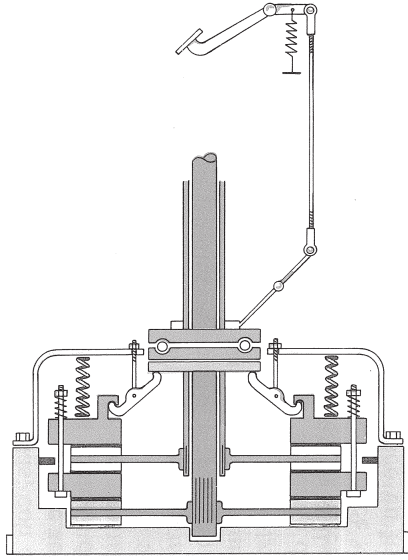


Fig. 23-5. Embrague de doble disco cuando los dos discos están embragados.

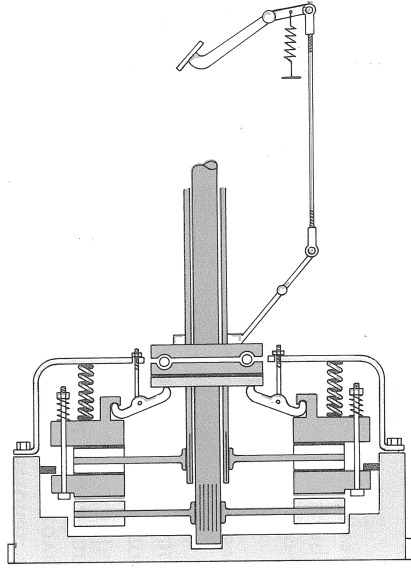


Fig. 23-6. Embrague de doble disco cuando está desembragado el eje primario y la toma de fuerza sigue embragada.

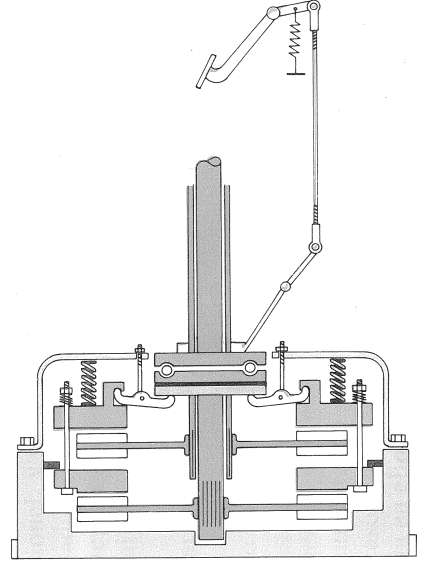


Fig. 23-7. Embrague de doble disco cuando están desembragados el eje primario y la toma de fuerza.

Esta distancia tiene que ser idéntica para todas las patillas, con el fin de que la presión del plato opresor sobre el disco de embrague sea uniforme. Para hacer esta regulación, se actúa sobre las tuercas de reglaje de las patillas.

### EMBRAGUE MULTIDISCO

La potencia que es capaz de transmitir un embrague, depende de las características de los forros y de la superficie de éstos. Al objeto de aumentar la capacidad de los mismos, a la vez que se reduce su tamaño, aparecen en los tractores los embragues multidisco en los que la conexión motor-transmisión se efectúa a través de varios discos (5 ó 7) en lugar de 1 sólo como en el embrague convencional. A la vez, el accionamiento del embrague pasa a ser hidráulico aprovechando las prestaciones del sistema hidráulico del tractor y facilitando la labor del agricultor.

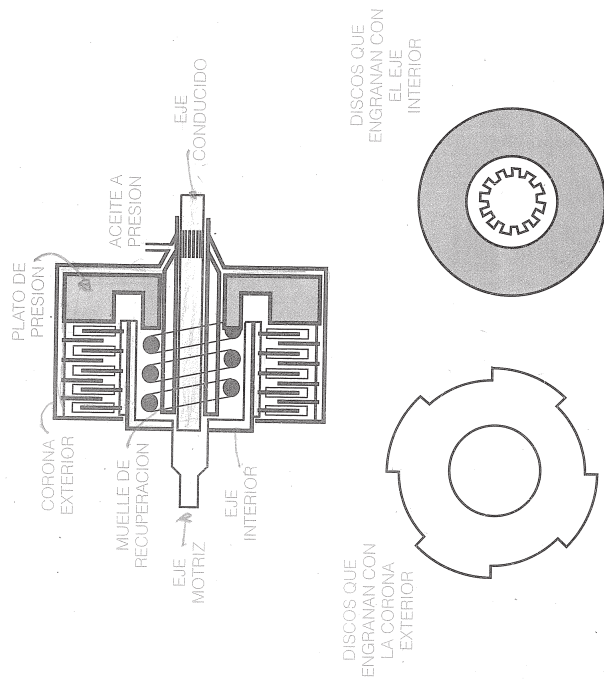


Fig. 23-8. Embrague multidisco de accionamiento hidráulico.

Este embrague dispone, en su eje motriz, de una zona más ancha, que se denomina *eje interior*; con estrías en su parte exterior. El eje conducido está unido a una *corona exterior* que tiene estriada su parte interior. Entre estas dos piezas, corona y eje, existen dos tipos de discos: unos *discos de embrague*, provistos de forros en sus dos caras, con la parte central mandrinada que engrana con el eje interior, y otros *discos metálicos*, intercalados con los anteriores, con ranuras en su parte periférica con las cuales engranan con la corona exterior.

En un extremo de la corona exterior existe un tope que impide la salida de los discos. En el otro extremo lleva en su interior un *plato de presión* que actúa a modo de émbolo de un sistema hidráulico. Este plato se mantiene en su posición por la fuerza desarrollada por un *muelle de recuperación*.

Su funcionamiento es como sigue:

Para embragar los dos ejes, el mecanismo de embrague abre una válvula que deja pasar aceite a presión desde el sistema hidráulico por el conducto correspondiente, con lo que el plato opresor comprime los discos, unos contra otros. Al estar conectados alternativamente a distinto eje, la presión los solidariza y hace que pase el movimiento desde el eje motriz al conducido.

Cuando se quiere desembragar, se deja salir el aceite a presión hasta el cárter con lo que el muelle de recuperación empujará al plato opresor quedando sueltos los discos que, por ello dejarán de transmitir movimiento. El eje conducido se parará.

Este tipo de embragues puede encontrarse con un diseño inverso al que se ve en la figura, es decir, unos muelles de presión se encargan de mantener los ejes embragados, como en el embrague convencional, y el aceite a presión se encarga de la operación de desembragado al vencer la presión de los muelles. Estos embragues pueden llevar también un mecanismo de accionamiento de tipo mecánico, similar al del embrague convencional.

Los embragues multidisco de accionamiento hidráulico pueden estar presentes en los tractores, además de en el embrague principal, en los de la toma de fuerza y en los bloques del diferencial, tanto trasero como delantero.

En muchos casos, este embrague está sumergido en un *baño de aceite*, que enfría los discos del calor producido por el rozamiento, aumentando su efectividad. Los forros de embrague tienen, en este caso, un diseño especial, con ranuras para eliminar el aceite que queda en ellos y evitar que el embrague patine.

## CUIDADOS

- 1.º Engrasar los puntos de giro del varillaje del embrague, desde el pedal al eje de la horquilla.
- 2.º Engrasar el rodamiento axial del collarín, en caso de que lleve engrasador, pero nunca en exceso, ya que la grasa puede ir a parar al disco de embrague lo que dará lugar al patinamiento del mismo.  
Tanto en este punto como en el anterior hay que seguir cuidadosamente las indicaciones que da el fabricante al respecto en el «Manual de Instrucciones» del tractor.
- 3.º La operación de desembragar se hará con decisión y rápidamente, a fin de evitar patinamientos inútiles del disco de embrague. Por el contrario la operación de embragar debe hacerse con progresividad para evitar tirones bruscos, pero al mismo tiempo será lo más rápida posible con el fin de no desgastar prematuramente los forros del embrague.
- 4.º Una vez puesto en movimiento el tractor debe retirarse el pie del pedal del embrague, ya que la presión del pie sobre el pedal neutraliza la presión de los muelles ocasionando patinamientos en el disco de embrague con desgaste de los forros y un desgaste excesivo del collarín.
- 5.º Nunca se debe trabajar a «medio embrague», ya que esto provoca un calentamiento excesivo de los forros y su desgaste rapidísimo. Si el tractor no puede en esa marcha mantener la velocidad requerida, se debe pasar a una marcha más corta.

## AVERIAS

### Forros de embrague desgastados

*Síntomas:* Cuando el tractor tiene que realizar un esfuerzo, su velocidad disminuye siguiendo el motor a las mismas revoluciones. Esto es debido al patinamiento del disco del embrague.

*Solución:* En primer lugar, se debe regular el recorrido muerto del pedal. Si con esto no se corrige el defecto se deberá desmontar el embrague y poner disco de embrague nuevo. Al montar el conjunto del embrague en el volante del motor y antes de apretar los tornillos de la campana, debe introducirse por el orificio estriado del disco un

útil de madera ajustado a este orificio que confronte con el apoyo del volante, para dejar centrado el disco y así posteriormente pasará con facilidad el eje primario de la caja de cambios.

Esta reparación debe hacerse en cuanto se tenga la seguridad de que los forros están gastados, pues si no, los remaches de los forros rayarán el plato opresor y el volante, con el consiguiente perjuicio a su normal funcionamiento.

### Collarín en mal estado

*Síntomas:* En el momento de pisar el pedal se oye un ruido que desaparece al dejar de pisarlo. Este ruido puede ser debido a encontrarse las pistas del rodamiento en malas condiciones, o a tener alguna bola rota o desgastada, generalmente por falta de engrase o por trabajo excesivo.

*Solución:* Cambiar el collarín por otro nuevo.

## CAPITULO XXIV

### CAJA DE CAMBIOS

#### GENERALIDADES

Recordando algunos de los conceptos de física elemental podemos establecer las siguientes definiciones:

— Potencia es el trabajo realizado en la unidad de tiempo:

$$P = \frac{T}{t} \text{ en donde } P = \text{Potencia, } T = \text{Trabajo y } t = \text{Tiempo.}$$

Al ser el trabajo igual a la Fuerza realizada a lo largo de un espacio, abreviadamente:  $T = F \times e$ ,  $T = \text{Trabajo}$ ,  $F = \text{Fuerza}$  y  $e = \text{Espacio}$ .

Sustituyendo el valor del trabajo en la fórmula de la potencia:

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

Como por otro lado sabemos que el espacio recorrido en la unidad de tiempo es igual a la velocidad:

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

O sea que la potencia es igual a la fuerza por la velocidad:

$$P = F \times v$$

En los tractores agrícolas la potencia del motor a la velocidad de régimen de giro del motor es siempre la misma. De acuerdo con la

fórmula anterior y admitiendo que la potencia del tractor sea igual a la del motor, y suponiendo el motor a su velocidad de régimen, si se aumenta la velocidad de avance (V) del tractor, forzosamente tiene que disminuir su fuerza (F), pues el valor de la potencia del motor a su velocidad de régimen es constante.

### MISION DE LA CAJA DE CAMBIOS

La misión de la caja de cambios es: de acuerdo con la fuerza que exige la realización de una labor determinada, adaptar a esa labor determinada la velocidad de avance del tractor, de acuerdo con la fuerza exigida para dicha labor, y de manera que el aprovechamiento de la potencia del motor sea máximo.

De lo expuesto en el apartado anterior se deduce que una velocidad larga desarrollará menos fuerza que una velocidad corta, y viceversa: el tractor en una velocidad corta tendrá más fuerza que en una larga.

De aquí el por qué los tractores agrícolas actuales disponen de una caja de cambios con una gama amplia de velocidades, con el fin de poder adaptar el complejo de velocidad de avance-fuerza de tracción, a las exigencias de las diferentes labores que deben realizar en la explotación agrícola.

### COMPONENTES DE LA CAJA DE CAMBIOS

Con el fin de aumentar el número de velocidades los tractores disponen, generalmente, de un grupo reductor colocado antes de la caja de cambios propiamente dicha.

Existen diferentes tipos de cajas de cambios, aunque todas consiguen el mismo fin. Vamos a explicar una caja de cambios de tipo convencional que es la que se puede ver en la figura 24-1.

#### Grupo reductor

Consta de una palanca, llamada «*palanca reductora*», que oscilando sobre una rótula mueve un desplazable, el cual va provisto de dos piñones A y B de diferente tamaño, uno a cada lado. El desplazable se desliza sobre un eje estriado que recibe el movimiento del disco del embrague.

Debajo de este conjunto hay un eje con tres piñones de distinto tamaño fijos a él: dos A' y B' que sirven para engranar con los del

desplazable, y el tercero que, en toma constante, transmite el movimiento a la caja de cambios.

#### Caja de cambios

Fundamentalmente tiene tres ejes denominados: primario, intermedio y secundario.

El eje primario recibe el movimiento del grupo reductor y tiene dos piñones en toma constante, uno (a) engranado con el grupo reductor y el otro (b) engranado con un piñón del eje intermedio, por el cual le pasa el movimiento.

El eje intermedio, en este caso, lleva cuatro piñones a', b', c' y d', de diferentes tamaños solidarios a él, uno (a') en toma constante con un piñón del eje primario que es por donde recibe el movimiento, otro (d') engranado con un pequeño piñón (e') para conseguir la marcha atrás, y dos (b' y c') que engranan alternativamente, según se desee, con los del secundario para conseguir las velocidades 1.<sup>a</sup> a 2.<sup>a</sup>.

Sobre el eje secundario van colocados dos desplazables, uno el de 1.<sup>a</sup> y marcha atrás y otro el de 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup>, independientes uno de otro, que pueden deslizarse sobre el estriado de este eje. Cada desplazable se compone de un piñón unido a un collarín, en la garganta del cual se aloja una horquilla que se acciona por medio de la palanca del cambio mediante unas barras.

Hay que indicar que al ser los desplazables interiormente estriados y el eje secundario también, los piñones pueden deslizarse longitudinalmente sobre él pero, si giran engranados con un piñón que les da movimiento y fuerza, transmiten su movimiento al eje secundario que girará a su misma velocidad, y transmitirá su fuerza.

Las barras de unión de la palanca de cambio a las horquillas llevan unas muescas en las que se alojan los fiadores de bola y de seguridad.

### FUNCIONAMIENTO

#### Grupo reductor

La palanca reductora tiene tres posiciones: velocidades largas, punto muerto y velocidades cortas.

Poniendo la palanca en la posición de velocidades largas (Fig. 24-2) el piñón grande (B) del desplazable (motriz) engrana con el piñón pequeño (B'), del eje inferior (conducido), con lo cual se consigue un aumento de revoluciones en el segundo eje.



Poniendo la palanca en la posición de punto muerto no hay conexión entre los piñones del desplazable y los del eje inferior, por lo que no hay transmisión de movimiento.

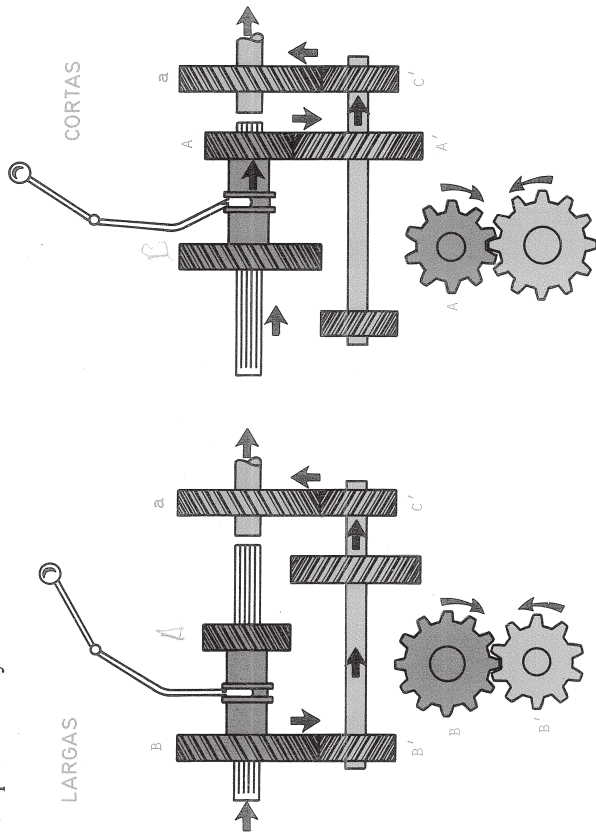


Fig. 24-2. Funcionamiento del grupo reductor.

Colocando la palanca en la posición de velocidades cortas el piñón pequeño del desplazable (motriz) engrana con el piñón grande del eje inferior (conducido), con lo cual se obtiene una disminución de las revoluciones en este eje.

De esta forma se consiguen a la entrada de la caja de cambios dos velocidades diferentes de giro en el eje primario, lo cual duplica el número de velocidades en esta caja de cambios.

### Caja de cambios

En este caso la palanca de cambio puede ocupar cinco posiciones: punto muerto, primera velocidad, segunda velocidad, tercera velocidad o directa y marcha atrás.

En la posición de *punto muerto* no se encuentra engranado ningún piñón del eje secundario con ninguno del eje intermedio, por lo que no hay transmisión de movimiento.

Al colocar la palanca de cambio en la posición de *primera velocidad* (Fig. 24-3) el desplazable de 1.<sup>a</sup>-MA se desliza hacia la izquierda

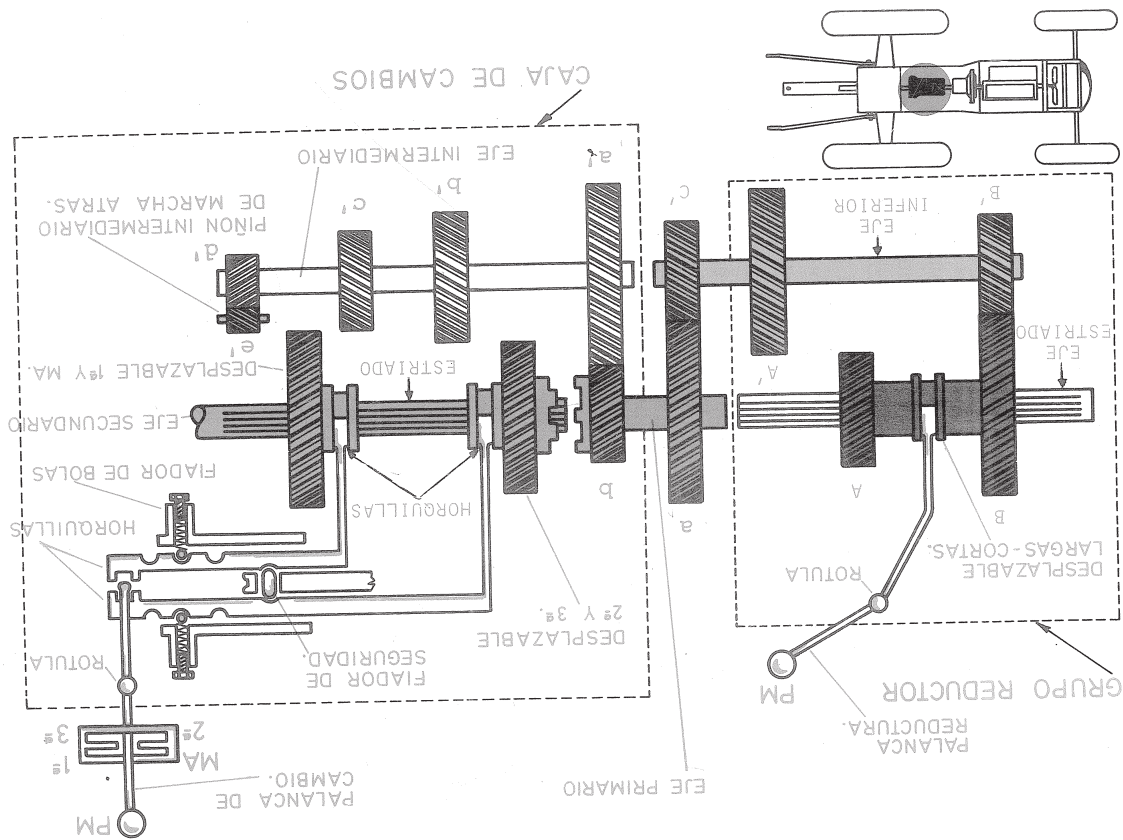


Fig. 24-1. Caja de cambios con grupo reductor.

engranando su piñón (conducido) con el piñón correspondiente del intermedio (motriz). Al ser, en este caso, el piñón motriz pequeño (c') y el conducido grande, la velocidad de giro del eje secundario será pequeña.

Para pasar a *segunda velocidad* habrá que pasar la palanca de cambio de la posición de 1.<sup>a</sup> a PM con lo cual el desplazable de 1.<sup>a</sup>-MA queda desconectado del intermedio. A continuación la palanca pasa a la barra correspondiente al desplazable de 2.<sup>a</sup>-3.<sup>a</sup>, y engrana al piñón de este desplazable (conducido) con el correspondiente del eje intermedio (motriz) (Fig. 24-4). En este caso el piñón motriz b' y el conducido son, prácticamente, de las mismas dimensiones, de lo que se deriva una velocidad de giro en el eje secundario mayor que la alcanzada por él en la primera velocidad.

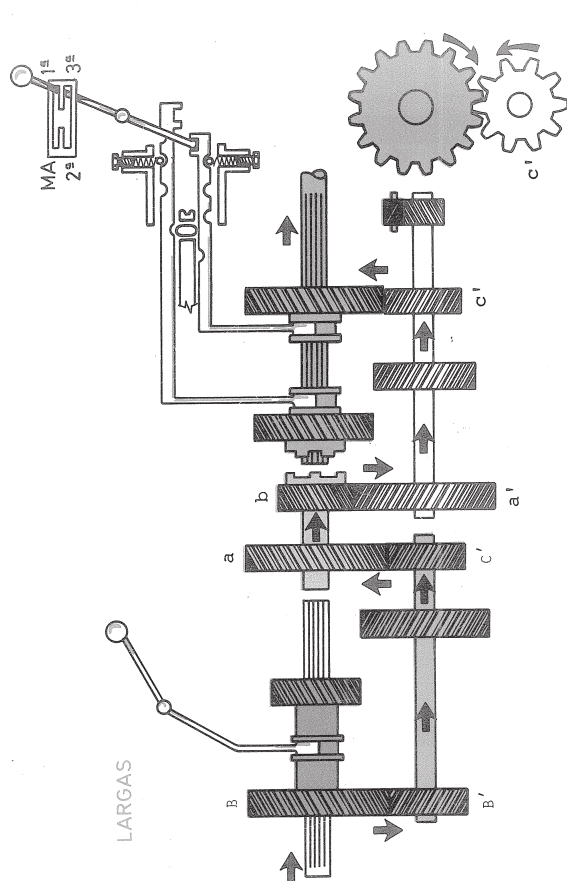


Fig. 24-3. Funcionamiento de la caja de cambios, primera velocidad.

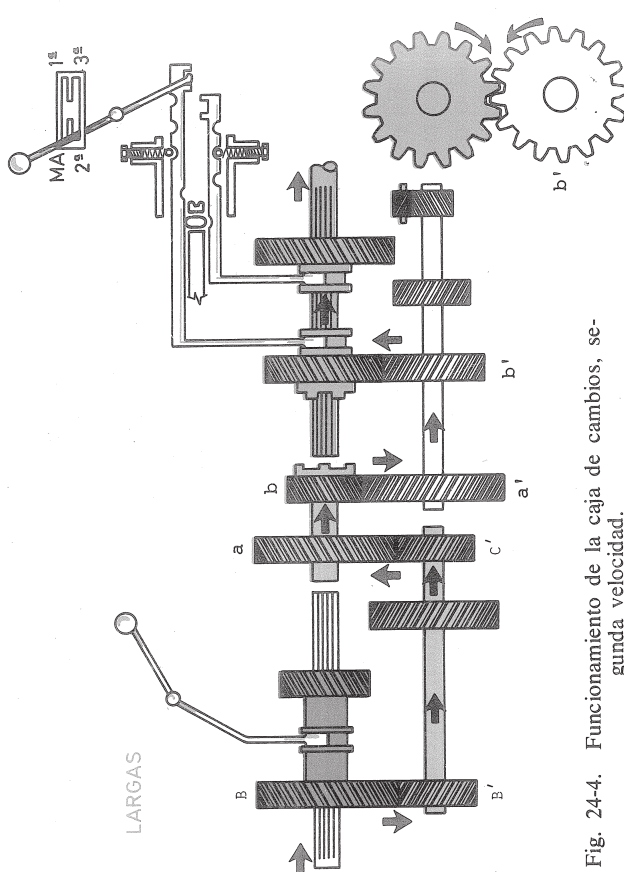


Fig. 24-4. Funcionamiento de la caja de cambios, segunda velocidad.

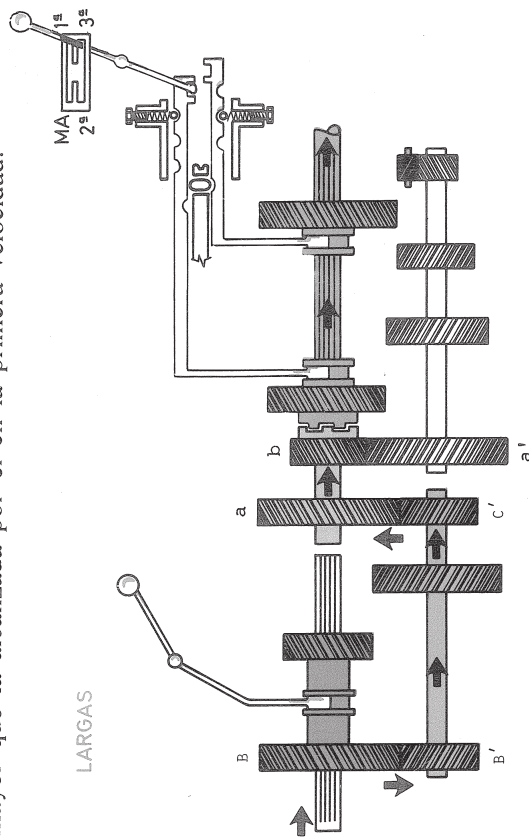


Fig. 24-5. Funcionamiento de la caja de cambios, tercera o directa.

Para pasar de 2.<sup>a</sup> a la *tercera velocidad* la palanca pasará primero por el PM desengranando los piñones de la segunda velocidad, y después pasará a la posición de tercera velocidad, con lo que las almenas del desplazable de 2.<sup>a</sup>-3.<sup>a</sup> encajarán con las almenas del piñón del eje primario, pasando ahora el movimiento directamente del eje primario al secundario sin sufrir la reducción de esta manera la velocidad mayor de giro de esta caja de cambios.

Para poner la *marcha atrás*, partiendo del PM se desplaza la palanca hacia la posición MA con lo cual el desplazable 1.<sup>a</sup>-MA

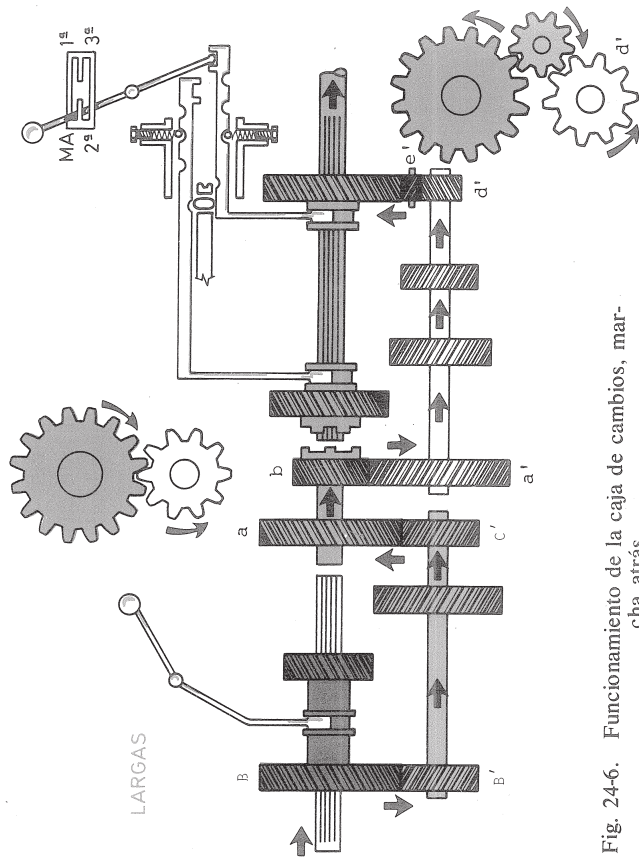


Fig. 24-6. Funcionamiento de la caja de cambios, marcha atrás.

engrana su piñón con el piñón intermedio (e') de marcha atrás, el cual a su vez está engranado siempre con el d' del intermedio. Como se puede ver en la figura 24-6, este piñón está situado entre el eje intermedio y el secundario, lo cual provoca una inversión del sentido de giro del secundario, haciendo que el tractor se desplace en sentido contrario que en las demás velocidades.

#### Fiadores (Fig. 24-1).

Para evitar que con el traqueteo y los movimientos bruscos que sufre el tractor en las labores agrícolas, los desplazables del secundario puedan cambiar de posición por sí solos, con riesgo de rotura de los piñones de la caja, las barras que mueven a las horquillas llevan unas muelles esféricas en las que se aloja un fiador consistente en una bola presionada por un muelle. Al cambiar de velocidad la fuerza que se ejerce sobre la palanca de cambio se transmite a la bola, la cual al remontar la muelle esférica presiona al muelle hacia el lado contrario de donde está la muelle, permitiendo así el desplazamiento de las barras.

Además de éstos, existe un fiador de seguridad consistente en un pequeño bulón situado entre ambas barras que, al estar desplazada

una de ellas en la posición de velocidad, bloquea a la barra opuesta en la posición de PM, impidiendo de esta forma que pueda tenderse a poner dos velocidades a la vez, lo que provocaría el bloqueo de la caja.

#### CAMBIO EN TOMA CONSTANTE

En esta caja de cambios los piñones del eje secundario y del eje intermedio permanecen engranados constantemente.

A diferencia de la caja que hemos descrito, los piñones del secundario no van unidos al eje mediante estrias, pudiendo girar libremente sobre dicho eje. Además, estos piñones llevan adosado a uno de los lados un piñón más pequeño, que llamaremos «piñón lateral».

Entre cada dos piñones del secundario va colocado un desplazable que en su parte central lleva un orificio estriado que se desliza por el estriado que en esta zona lleva el eje secundario (Fig. 24-7). En ambos lados de este desplazable van impresas interiormente los negativos de dos coronas dentadas, ambos acoplables a sus correspondientes «piñones laterales».

En la posición de punto muerto el desplazable se encuentra situado en el centro de los piñones, sin engranar con ninguno de ellos.

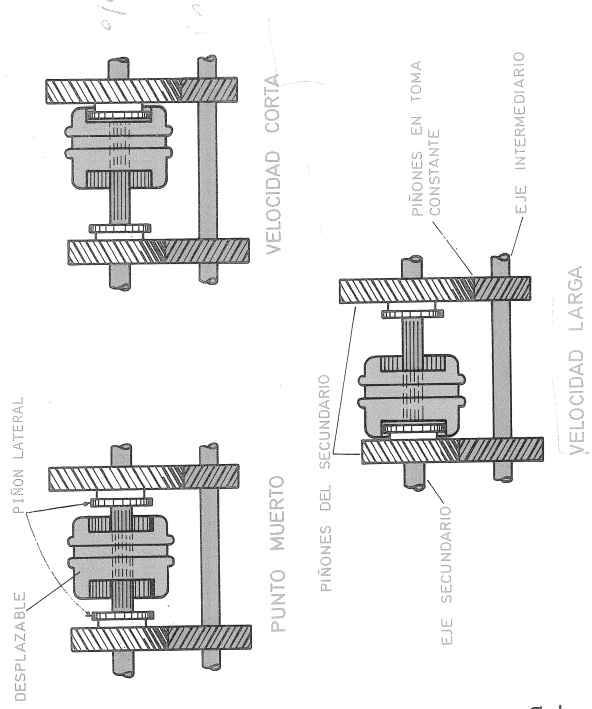


Fig. 24-7. Cambio en toma constante.

Aunque el eje intermedio esté girando y los piñones del secundario en toma constante giren, no hay transmisión de movimiento, pues éste no llega al eje secundario.

Para conectar una velocidad se desliza el desplazable a uno de los lados, con lo que la corona interior de éste engrana con el piñón lateral del piñón en toma constante, pasando el movimiento al eje secundario a través del propio desplazable.

En esta caja de cambios con cada desplazable se pueden conseguir dos velocidades, girando el eje secundario con una velocidad de giro determinada por la relación entre los piñones intermedio-secundario, unidos al eje a través del desplazable.

### CAMBIO SINCRONIZADO

Al intentar engranar un piñón que no gira con otro que está girando, se comprende con facilidad que hay una gran dificultad en hacer coincidir los dientes del primero con los huecos del segundo, lo que se traduce en un fuerte rozamiento y golpeteo de uno contra otro, provocándose desgastes y roturas en ambos piñones.

Estos inconvenientes desaparecen cuando los dos piñones están quietos o cuando sus dientes se mueven a la misma velocidad.

En la caja de cambios, al ser los piñones de distinto diámetro, sus dientes giran a distintas velocidades, existiendo mucha dificultad para poder realizar cambios de velocidad sin detener el tractor, puesto que la única posibilidad de poder realizarlos sin que rocen los piñones será aprovechar el momento en que sus dientes se muevan a la misma velocidad. En la práctica se puede conseguir esto realizando la operación conocida por «doble embrague», necesaria al pasar de una velocidad a otra más corta, y que consiste en pisar el embrague, poner punto muerto, soltar el embrague, acelerar el motor, volver a pisar el embrague y poner la velocidad elegida. La explicación es sencilla: en todas las marchas rápidas, el secundario gira a más velocidad que el intermedio, acelerando en punto muerto aceleramos el intermedio pero no el secundario. Una aceleración, por exceso o por defecto, en el doble embrague, traerá como consecuencia no igualar el movimiento de los dientes y, por tanto, el rozamiento de piñones.

Los constructores de automóviles solucionaron este problema, hace algunos años, mediante el cambio sincronizado que actualmente empieza a introducirse en los tractores por la gran ventaja que supone el poder cambiar de velocidad sin detener la marcha del tractor.

El cambio sincronizado es un cambio en toma constante distinto del explicado anteriormente, en el que los piñones laterales llevan adosada una pieza en forma de tronco de cono llamada «cono de sincronización». El elemento sincronizador consta de un núcleo dentado, completamente solidario con el eje secundario. Unidos al núcleo lateralmente, van dos piñones de bronce llamados «piñones de sincronismo» desplazables cuyo interior tiene una cavidad de forma cónica. Sobre el núcleo dentado se sitúa un desplazable cilíndrico dentado interiormente, coincidente en negativo con el dentado del núcleo, y que, por la parte exterior, lleva una garganta en la que se aloja la horquilla del cambio de velocidad (Fig. 24-8).

El piñón lateral, el piñón de sincronismo y la corona son del mismo diámetro y tienen iguales sus dientes. El desplazable cilíndrico desplaza también al «piñón de sincronismo» hasta un cierto punto; a partir de éste el desplazable cilíndrico todavía puede desplazarse algo más.

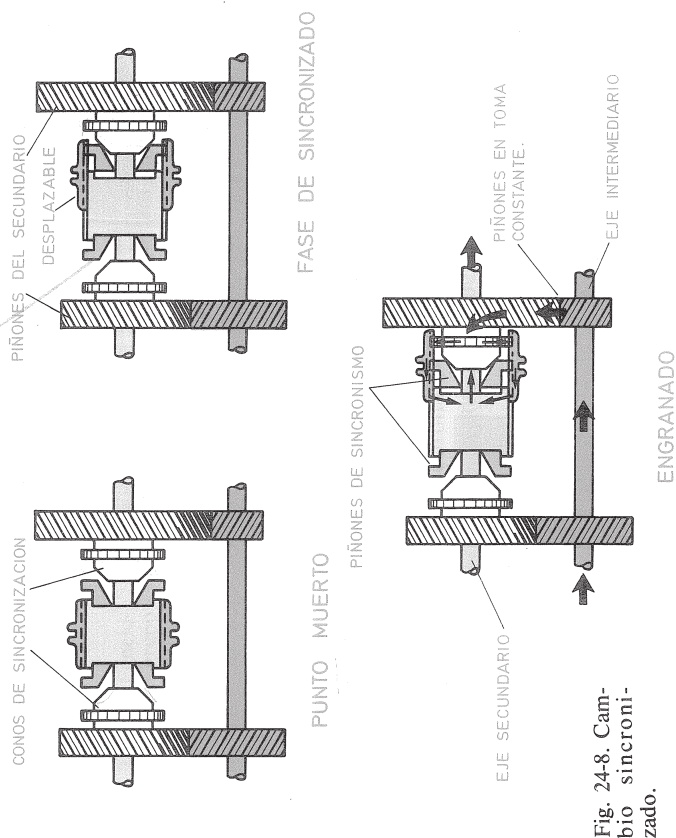


Fig. 24-8. Cambio sincronizado.

El cambio sincronizado funciona de la siguiente manera: Partiendo de la posición de Punto Muerto, al desplazar la palanca de cambio la horquilla desliza el desplazable sobre la corona, y ésta

arrastra al piñón de sincronismo hasta que su cono interior entra en contacto con el cono de sincronización (fase de sincronizado).

Al tomar contacto los dos conos, la fricción entre ellos hace que alcancen una misma velocidad de giro.

Al seguir deslizando el desplazable engranará con toda facilidad con el piñón lateral (fase de engranado) ya que ambos giran a la misma velocidad después de la fase de sincronizado.

Al quitar el pie del pedal del embrague el movimiento se transmite del eje intermediario al piñón del secundario, de éste al piñón lateral y, por medio del desplazable, al núcleo y eje secundario.

Aunque la caja de cambios sea sincronizada es conveniente, al reducir de velocidad, hacer el doble embrague pues con ello se alarga considerablemente la duración de sus mecanismos de sincronización.

### GRUPO REDUCTOR DE MANDO HIDRAULICO

Algunos tractores van equipados con este dispositivo, lo que les permite reducir o aumentar la velocidad de avance del tractor sin necesidad de accionar el pedal del embrague y, por tanto, sin detener el tractor.

Consta de las siguientes partes (Fig. 24-9):

- Un eje de entrada de movimiento procedente del embrague que lleva solidario un piñón llamado «planetario».
- Una caja de satélites que soporta los ejes de giro de tres pequeños piñones llamados «satélites», los cuales engranan con el planetario y con la corona exterior (véase después). A esta caja, y en la parte opuesta al eje de entrada, se acopla el eje de salida.

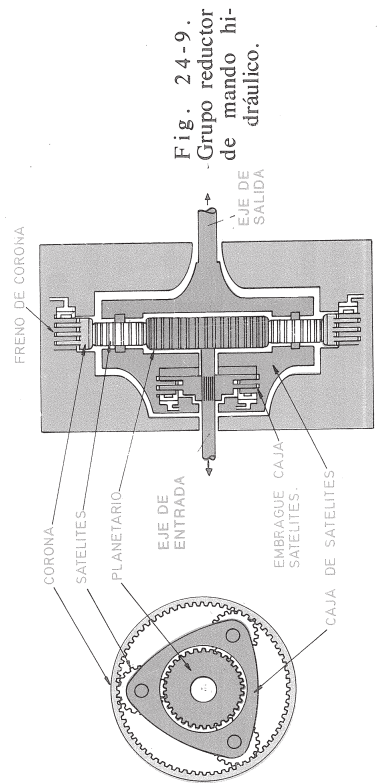


Fig. 24-9. Grupo reductor de mando hidráulico.

- Una «corona» dentada interiormente que alberga en su interior a los mecanismos antes citados, y como se ha dicho lleva engranados los satélites.
- Un embrague de discos múltiples colocado sobre el eje de entrada de movimiento.
- Un freno de discos múltiples colocado sobre la corona.

El funcionamiento del grupo reductor es el siguiente (Fig. 24-10): Al colocar la palanca en la posición de «largas» el distribuidor hidráulico, accionado por tal palanca, manda aceite al embrague de discos múltiples, haciendo solidario el eje de entrada de movimiento con la caja de satélites. Un poco antes ha dejado sin presión al freno de discos múltiples de la corona, quedando ésta en libertad para poder girar.

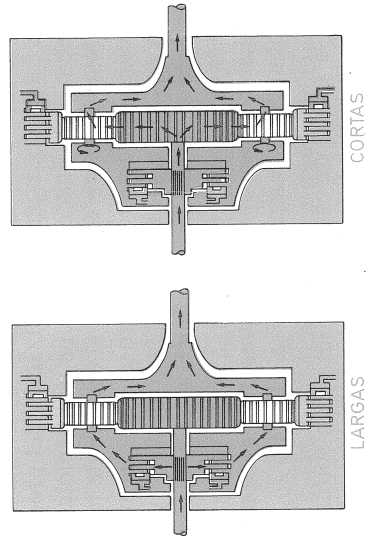


Fig. 24-10. Funcionamiento del grupo reductor de mando hidráulico.

En esta posición, el movimiento se transmite del eje de entrada a la caja de satélites y de ésta directamente al eje de salida no habiendo, por tanto, reducción en la velocidad, siendo la de salida la misma que la de entrada. La corona es arrastrada por el movimiento de los satélites que, al girar a la misma velocidad que el planetario, no giran sobre sus ejes.

Al colocar la palanca en la posición de «cortas» el distribuidor hidráulico deja sin presión al embrague de la caja de satélites y manda aceite a presión al freno de la corona, inmovilizándola al hacerla solidaria con la carcasa exterior del grupo reductor.

En esta posición el movimiento llega por el eje de entrada hasta el planetario. Al girar éste, los satélites se ven obligados a desplazarse rodando sobre la corona que permanece inmóvil, y con este movimiento los satélites arrastran a su caja, la cual da movimiento al eje de salida.

*Handwritten note:* En esta posición el movimiento llega por el eje de entrada hasta el planetario. Al girar éste, los satélites se ven obligados a desplazarse rodando sobre la corona que permanece inmóvil, y con este movimiento los satélites arrastran a su caja, la cual da movimiento al eje de salida.

Este movimiento de traslación de los satélites, está de acuerdo con el diámetro de la corona, y dado que ésta es mayor que el planetario existe una reducción en la velocidad de giro del eje de salida. La relación entre la velocidad de salida y la de entrada es proporcional a la relación de los diámetros del planetario y la corona, no interviniendo el diámetro de los satélites ya que se comportan únicamente como piñones intermedios.

## INVERSOR

En muchos de los trabajos que realiza el tractor es necesario invertir el sentido de avance muchas veces para efectuar las maniobras, por ejemplo, los giros en las cabeceras de las parcelas cuando estamos labrando, o para la realización del propio trabajo, por ejemplo, el manejo de la pala cargadora en una explotación ganadera.

Normalmente se recurre al empleo de la «marcha atrás» de la caja de cambios del tractor, pero cuando es necesario efectuar muchos cambios, el trabajo se hace lento, cansado y con muchas posibilidades de equivocarse. Por ello, muchos tractores vienen provistos de un inversor del sentido de avance.

Este mecanismo, normalmente, va montado delante de la caja de cambios y se compone de (Fig. 24-11):

- un eje de entrada con un piñón solidario (1) con él,
- un eje intermedio con dos piñones solidarios (2 y 3),
- un piñón (1) para invertir el sentido de giro,
- un eje de salida estriado sobre el que gira loco un piñón (4) engranado con el anterior,
- un mecanismo de mando accionado desde el puesto de conducción.

Este mecanismo de mando puede ser de dos tipos:

- *mecánico*, con un desplazable de cambio sincronizado que engrana con una de las dos coronas dentadas, una solidaria del piñón (1), y la otra solidaria del piñón (4). El desplazable se maneja mediante una palanca. Para invertir el avance es necesario apretar el pedal del embrague y, en muchos casos, esperar a que el tractor se detenga antes de poner la marcha atrás.
- *hidráulico*, con dos embragues multidisco de accionamiento hidráulico, uno (E1) entre el piñón (1) y el eje de salida, y el otro (E2) entre el piñón (4) y el eje de salida. Para evitar el bloqueo

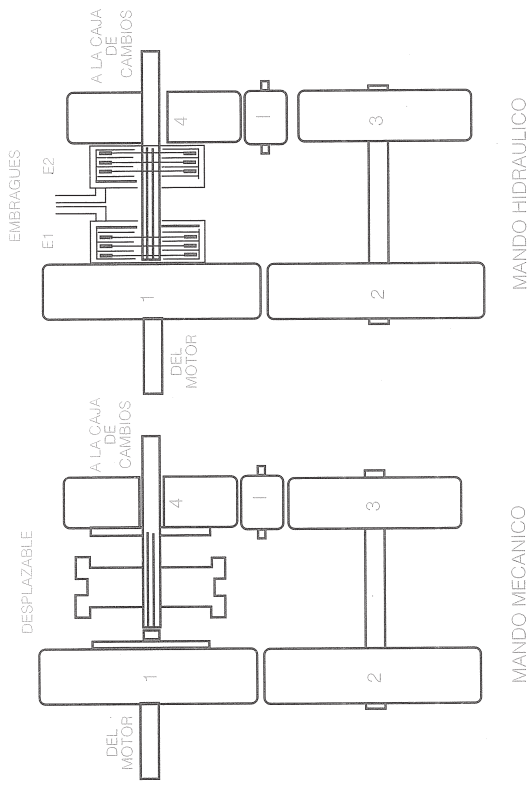


Fig. 24-11. Inversor del sentido de avance.

del inversor, estos dos embragues tienen funcionamiento opuesto, es decir, cuando el (E1) se embraga, el (E2) se desembraga, y al revés. Los embragues se manejan mediante un pulsador, y el paso de aceite a presión se hace a través de electroválvulas. Normalmente el cambio se hace bajo carga, es decir, no es necesario apretar el embrague.

El inversor funciona de la siguiente forma:

**Avance:** El mecanismo de mando conecta el piñón (1) con el eje de entrada hasta el de salida, por lo tanto el sentido de giro de los dos ejes es el mismo.

**Retroceso:** El mecanismo de mando conecta el piñón (4) con el eje de salida. El movimiento pasa del eje de entrada al eje intermedio a través de los piñones (1) y (2). Desde el piñón (3) de este último eje el movimiento pasa al piñón (4) pero con una inversión en el sentido de giro proporcionada por el piñón (1) por lo que el piñón (4) girará en sentido inverso al piñón (1). Como el eje de salida está conectado ahora al piñón (4), girará en sentido contrario al eje de entrada.

Dado que este mecanismo va instalado delante de la caja de cambios, el tractor dispondrá del mismo número de «marchas» hacia adelante que hacia atrás, y además con las mismas relaciones de cambio,

ya que los piñones (1) y (2) por un lado y (3) y (4) por otro, tienen el mismo número de dientes, con lo que la velocidad de giro del eje de salida es la misma que la del de entrada.

Para evitar averías y desgastes prematuros, es importante manejar el inversor a poca velocidad de avance, con un régimen de giro en el motor también bajo.

### CAJAS DE CAMBIO AUTOMÁTICAS (Power Shift)

El funcionamiento de un tractor con caja de cambios convencional, como la que acabamos de ver, exige desembragar el motor cada vez que se debe cambiar de velocidad (marcha). Esto provoca una interrupción momentánea de la potencia transmitida a las ruedas que, durante el trabajo, plantea bastantes inconvenientes ya que el tractor se frena, e incluso se para, y para volver a moverse es necesario muchas veces elevar el apero con lo que la labor es irregular. En cualquier caso, es necesario que el embrague soporte una fuerte sobrecarga en el momento de iniciar el movimiento, produciendo un desgaste prematuro del mismo. Además, hay un aumento de los tiempos muertos con lo que disminuye la eficiencia en el trabajo realizado.

Para evitar estos problemas, muchos tractores montan hoy en su transmisión cajas de cambio automáticas, también llamadas «Power Shift», o semiautomáticas, «Semi-Power-Shift». Se trata de cambios en los que no es necesario pisar el pedal del embrague para cambiar de «marcha».

Fundamentalmente, existen dos grandes tipos de cambios automáticos: el primero de ellos se basa en los trenes de engranajes planetarios (o solares), mientras que en el segundo la conexión entre piñones y ejes se efectúa mediante embragues multidisco de accionamiento hidráulico.

Por lo que respecta al primer tipo, acabamos de explicar el grupo reductor de mando hidráulico en el que un tren de engranajes planetario permite reducir la velocidad sin necesidad de embragar. Si este tren planetario lo unimos a otro, es decir el eje de salida de movimiento del primero es, a su vez, el eje de entrada del segundo, combinando los dos trenes nos permitirá obtener 4 velocidades sin necesidad de embrague (larga-larga, larga-corta, corta-larga, corta-corta). En la mayoría de los casos el diseño no es exactamente enlazar dos trenes planetarios simples, sino combinar sistemas planetarios en los denominados trenes múltiples, para conseguir 3 ó 4 velocidades, e in-

cluso la marcha atrás, a base de piñones (planetarios, satélites, corona), embragues y frenos, estos con accionamiento hidráulico.

En cuanto a los del segundo tipo, los sincronizadores que habitualmente llevan las cajas convencionales, se sustituyen por embragues multidisco de accionamiento hidráulico y, según el diseño, podemos obtener 3 ó 4 velocidades sin embrague, incluida la marcha atrás.

En el esquema que aparece en la figura 24-12 el embrague E1 pone la velocidad más larga, pasando el movimiento directo del eje de entrada al de salida. Con el embrague E2 el movimiento pasa por los piñones 1-5-6-2. Con el E3, 1-5-7-3. Con el E4 se conecta la marcha atrás ya que se invierte el sentido de giro por el piñón inversor (i), yendo el movimiento por 1-5-8-(i)-4.

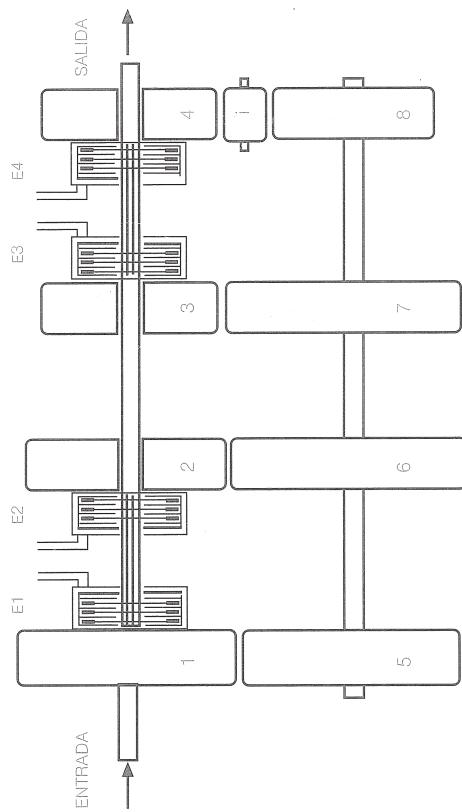


Fig. 24-12. Cambio automático con tres velocidades adelante y marcha atrás.

Normalmente, tanto en un tipo como en el otro, la entrada y salida del aceite a presión de los accionamientos hidráulicos se controla mediante electroválvulas, lo que simplifica mucho el manejo del cambio y, además, permite la colocación en el sistema de un procesador electrónico que, teniendo en cuenta la velocidad a que giran los ejes y la carga a que están sometidos en el momento del cambio, regula la acción de las electroválvulas para evitar sobrecargas y averías en el cambio de velocidades.

### Constitución y manejo de este tipo de cambios

Las cajas de cambio actuales de los tractores se diseñan, y se montan, por módulos, de tal manera que los fabricantes pueden ofrecer un tractor con varias modalidades de cambio.

Las cajas llamadas *semiautomáticas* suelen disponer de un módulo de cambio convencional que puede tener hasta 8 velocidades, y un módulo automático con tres o cuatro relaciones. Así, se consiguen 24 ( $8 \times 3$ ) ó 32 ( $8 \times 4$ ) velocidades. La caja puede ir provista de un grupo inversor que puede funcionar en todas o en parte de las velocidades (normalmente no lo hace en las más altas).

En este caso, el agricultor selecciona una velocidad (marcha) en el módulo convencional, que es en la que va a trabajar, y las variaciones que debe realizar a lo largo del trabajo las efectúa con el módulo automático, sin tener que desembragar y detener el tractor. El mando para este módulo puede ser una *palanca deslizante* que suele ir colocada en el eje del volante, o también, un *pulsador* colocado en la misma palanca de cambios.

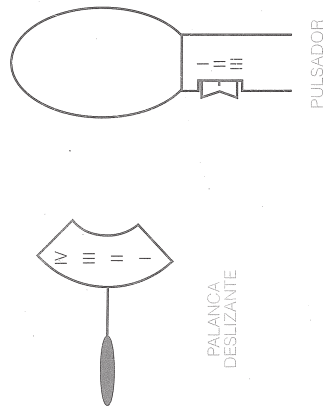


Fig. 24-13. Accionamiento del módulo automático.

Las cajas *automáticas* están compuestas por módulos, bien planetarios, bien de embragues, de funcionamiento totalmente en carga, de forma que no hace falta usar el embrague en los cambios, aunque sí que es necesario en las operaciones de aproximación para el enganche de aperos, por ejemplo. Para que los cambios se hagan con suavidad, el sistema hidráulico dispone de un modulador que controla la presión y el caudal del aceite que va a los embragues en función de la velocidad que se va a engranar. Normalmente estas cajas tienen menos velocidades que las anteriores, y que las convencionales.

En la figura 24-14 se puede ver el esquema de una caja de cambios automática real. En ella podemos observar que el movimiento pasa desde el cigüeñal a través de un disco amortiguador que evita que los cambios bruscos de régimen de giro repercutan en el motor. Vemos que se compone de dos módulos, uno de velocidades con 6 embragues multidisco (7 con la opción de supercortas), y otro de gamas con 3 embragues multidisco. Se pueden conseguir 18 velocidades adelante (3 x 6) y 4 atrás. Estas quedan limitadas para evitar que el tractor vaya muy rápido marcha atrás. También se pueden limitar las velocidades adelante para adaptar el cambio a la legislación de algunos países que limitan la velocidad máxima a 30 km/hora.

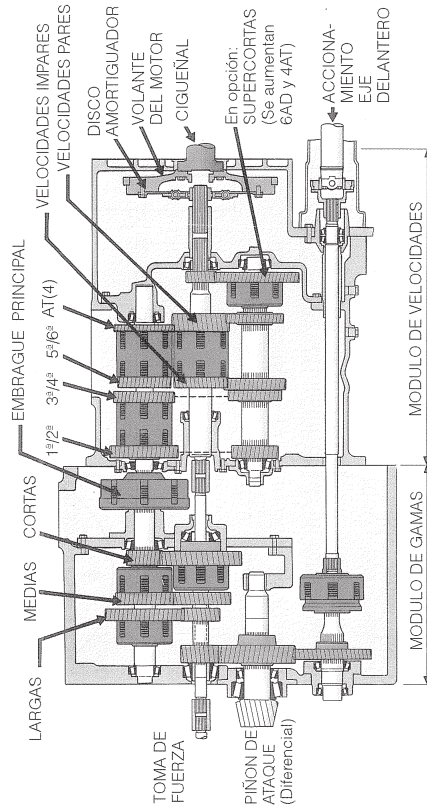


Fig. 24-14. Caja de cambios automática (Power Shift) con 18 AD y 4 AT (Doc. CASE-IH).

Nota: AD = velocidades adelante AT = velocidades atrás.

La palanca de cambio ya no tiene las marchas colocadas en la clásica H de una caja convencional, sino que es una palanca deslizante que, en unos casos, al moverla hacia adelante pasa a velocidades más largas, y al moverla hacia atrás, reduce las velocidades, haciendo que el tractor vaya hacia adelante o hacia atrás con el inversor. En otros casos, la palanca se desliza por una ranura para las marchas adelante, y por otra paralela para las velocidades hacia atrás existiendo un punto muerto entre ambas.



En otros diseños, existe una palanca pequeña que trabaja a impulsos, normalmente, al pulsar hacia adelante el tractor avanza, al pulsarla hacia atrás el tractor retrocede; al pulsarla hacia la derecha se pasa a la velocidad inmediatamente superior, al pulsarla hacia la izquierda, se reduce a la velocidad inmediatamente inferior.

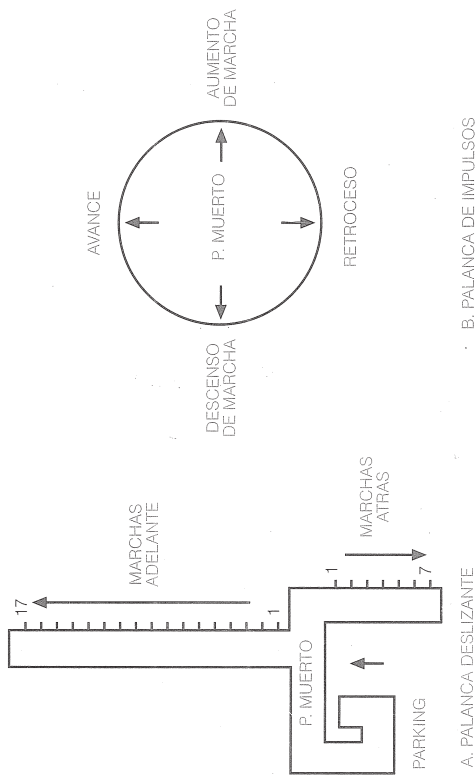


Fig. 24-15. Palancas de accionamiento de un cambio automático.

Finalmente, el cambio de marchas se puede controlar mediante un mando ergonómico multifunción que, a base de pulsadores, permite cambiar de marcha, cambiar el sentido de avance, e incluso subir y bajar el apero. Como es lógico, la posición de este mando se puede regular para que el agricultor lo pueda manejar con facilidad.

La mayoría de estos cambios disponen de una posición del mando, o de un mando independiente, que se utiliza una vez estacionado el tractor (parking) y que inmoviliza completamente la transmisión impidiendo, de esta forma, que el tractor pueda moverse solo. También suele llevar una posición de emergencia para poder mover el tractor con el motor parado tanto hacia adelante como hacia atrás, ya que en este caso, al no existir presión hidráulica no se puede accionar la transmisión.

Normalmente estos cambios disponen de indicadores luminosos que indican el sentido de avance y la velocidad que, en cada momento, se encuentra engranada, o, en otros casos, estos datos aparecen escritos en una pantalla de cristal líquido.

Como ya hemos indicado anteriormente, este cambio suele estar controlado por un procesador que, mediante captadores colocados en los ejes, solo permite el cambio de marcha cuando las condiciones son las adecuadas. Pero además, en algunos casos, este procesador se puede programar para que, en caso de que el trabajo lo requiera, el paso a una velocidad inferior, o superior, se efectúe de forma automática, de tal manera que se puede programar un trabajo, por ejemplo en 7.<sup>a</sup> ± -2, con lo que el trabajo se realiza entre la 9.<sup>a</sup> y la 5.<sup>a</sup> velocidad según cual sea la más idónea en cada momento.

### CUIDADOS A LA CAJA DE CAMBIOS

1.º Cada cincuenta horas de trabajo, aproximadamente, comprobar el nivel de aceite de la caja siguiendo las indicaciones del «Manual de Instrucciones», reponiendo el nivel, en caso necesario, con el aceite adecuado.

2.º Cambiar el aceite de la caja cuando lo indique el «Manual de Instrucciones» del tractor. Suele ser, aproximadamente, cada mil o mil doscientas horas de trabajo.

3.º Para poner una velocidad, pisar antes a fondo el pedal del embrague y, después, accionar la palanca del cambio. Si la velocidad no entra *no forzar nunca la palanca*, volver a punto muerto, soltar el pedal, volver a pisarlo e intentarlo de nuevo, ya que lo que ocurría es que no coincidían los dientes de un engranaje con los huecos del otro, chocando diente con diente.

4.º Si al poner una velocidad, estando el tractor parado y el pedal del embrague pisado a fondo, se oye que rozan los piñones, habrá que ajustar el recorrido muerto tal como se indicó al hablar del embrague.

### AVERIAS

En una caja de cambios bien utilizada no suelen ocurrir averías. No obstante, las más corrientes entre las que se producen son las siguientes:

**Muelles de los fiadores sin fuerza o rotos**

— **Síntomas:** Las velocidades se salen solas estando el tractor en marcha, volviendo la palanca al punto muerto.

— *Solución:* Cambiar muelles y bolas comprobando las muescas de las barras.

#### Horquilla desgastada o rota

— *Síntomas:* Se queda puesta una velocidad aun cuando la palanca vuelve al punto muerto, o bien, no entra la velocidad aun cuando la palanca está en su debida posición. Esta avería puede dar lugar a que, al quedarse puesta una velocidad, y con la palanca del cambio se ponga otra, la caja quede bloqueada y el tractor inmovilizado, notándose porque al levantar el pedal del embrague se cala siempre el motor.

— *Solución:* Cambiar la horquilla por otra nueva.

## CAPITULO XXV

### DIFERENCIAL Y REDUCCION FINAL

#### MISION DEL DIFERENCIAL

Si los dos ejes que van a las ruedas estuviesen unidos solidariamente en el centro, al intentar tomar una curva el tractor, patinaría la rueda de menor recorrido, ya que tienen que recorrer diferente espacio cada una de ellas, y dar, por consiguiente, diferente número de vueltas.

Este inconveniente se evita con el diferencial, que tiene por misión permitir diferente velocidad de giro en cada una de las ruedas, facilitando la maniobra en las curvas, ya que el número de vueltas que pierde la rueda que va por dentro de la curva (y que, por tanto, trata de frenarse) las aumenta la otra rueda.

#### COMPONENTES DEL DIFERENCIAL

El diferencial va colocado detrás de la caja de cambios, y consta de los siguientes elementos (Fig. 25-1):

- Un piñón de ataque que va solidario con el final del eje secundario de la caja de cambios y engranado con la corona.
- Una corona cónica que lleva solidaria a ella la caja de satélites.
- Dos o cuatro satélites, situados en el interior de la caja, y cuyos ejes de sustentación y giro van unidos a la misma (perpendiculares al eje de giro de la corona).
- Dos planetarios engranados con los satélites y unidos, cada uno de ellos, a su semipalier correspondiente, y cuyos ejes de giro son perpendiculares a los de los satélites.

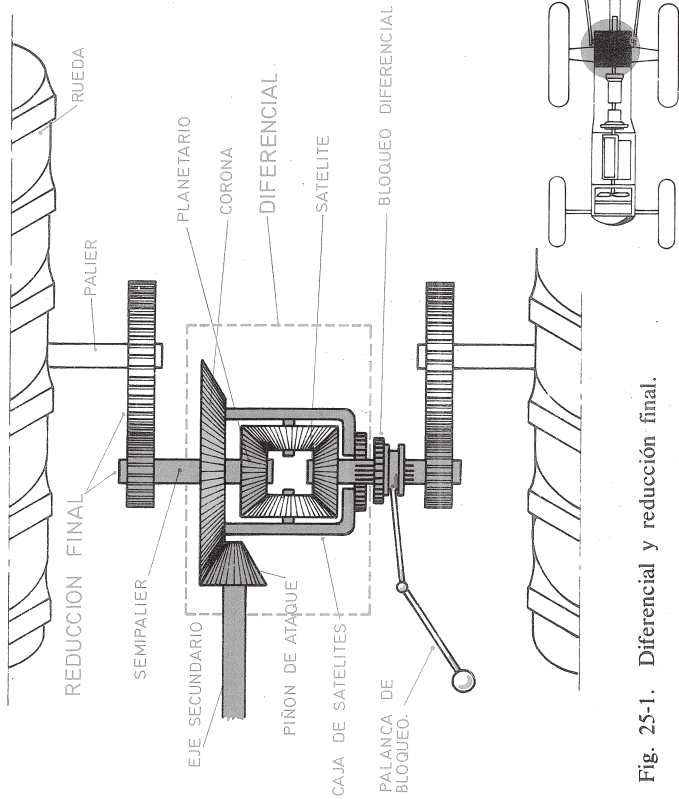
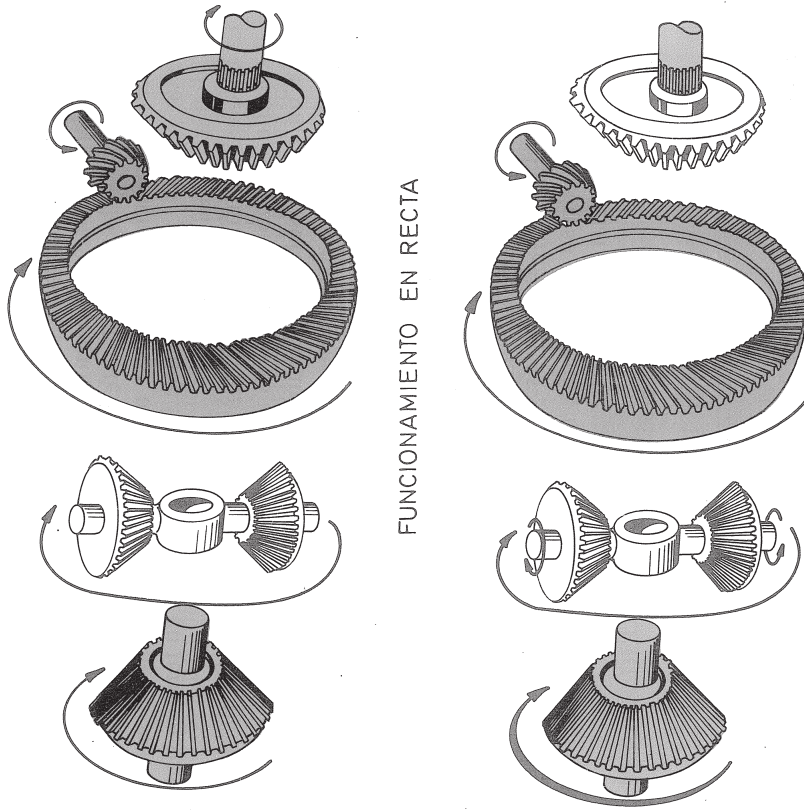


Fig. 25-1. Diferencial y reducción final.

### FUNCIONAMIENTO

Del eje secundario de la caja de cambios recibe el movimiento el piñón de ataque, que, a su vez, se lo transmite a la corona. La corona al girar arrastra a la caja de satélites y ésta, a través de sus ejes, a los satélites. A su vez, los satélites engranan con los planetarios, a los cuales van unidos los respectivos semipalieres, derecho e izquierdo.

Cuando el tractor va en línea recta (Fig. 25-2), los satélites van volteándose junto con la corona, arrastrando a los dos planetarios y dando las dos ruedas el mismo número de vueltas. Pero si una de las ruedas se frena totalmente el planetario correspondiente también se queda quieto, y entonces los satélites no sólo irán volteándose, sino que además girarán sobre su eje, pues al ir rodando sobre el planetario quieto es la única forma de que se pueda proseguir su movimiento de volteo, transmitiendo, por tanto, a través del otro planetario a la rueda en movimiento las revoluciones que no da la rueda parada, con lo que en este caso la rueda en movimiento dará el doble número de vueltas que las que daría yendo el tractor en línea recta y a igualdad



### FUNCIONAMIENTO EN CURVA

Fig. 25-2. Funcionamiento del diferencial.

de velocidad. El caso intermedio ocurre en las curvas, cuando una de las ruedas (la de dentro) se va frenando parcialmente; la otra rueda, la de fuera, va aumentando sus revoluciones en el mismo número que pierde la otra.

### BLOQUEO DEL DIFERENCIAL

El mecanismo del diferencial puede tener el inconveniente de que al ir tirando el tractor de un apuro o remolque y una de sus ruedas patine en terreno poco firme y sin resistencia patine esa rueda, mientras que la otra, que está en terreno firme, al haber acaparado todo el

giro la que patina gracias a la poca resistencia y a la acción del diferencial, se queda quieta; resultando así que el tractor queda atascado. Para evitar este inconveniente casi todos los tractores llevan el llamado «bloqueo del diferencial», mecanismo que anula la acción del diferencial, obligando a las dos ruedas a dar el mismo número de vueltas, y haciendo que la rueda que pisa en terreno firme saque al tractor del atasco.

El bloqueo del diferencial se compone de una palanca de bloqueo, que mediante una horquilla que se aloja en la garganta de un collarín desplaza un piñón sobre un semipalier (Fig. 25-1).

El semipalier lleva exteriormente unas acanaladuras que coinciden con las que en su interior lleva el conjunto piñón-collarín, de forma que le permite el deslizamiento longitudinal y, a su vez, les obligan a girar solidariamente.

En uno de los lados de la caja de satélites, y concéntrico con el orificio de salida del semipalier, hay un alojamiento dentado en su interior, en el que puede acoplarse el piñón de bloqueo.

En la posición normal (Fig. 25-3) el piñón de bloqueo se encuentra desengranado de su alojamiento, lo que permite el funcionamiento normal del diferencial.

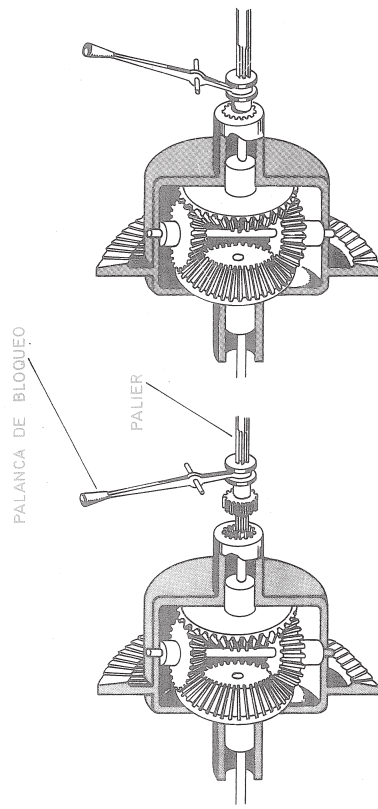


Fig. 25-3. Bloqueo del diferencial. Posición normal, izquierda; posición de bloqueo, derecha.

En la posición de bloqueo, la palanca de bloqueo desplaza al piñón, introduciéndolo dentro de su alojamiento, haciendo de esta forma solidario el semipalier con la caja de satélites. Con esto se consigue que el planetario de ese semipalier gire a la misma velocidad que la caja de satélites y corona del diferencial, lo cual anula total-

mente el movimiento de rotación de los satélites sobre su eje, arrastrando éstos a los dos planetarios a la misma velocidad y comportándose los dos semipalieres como un eje rígido.

#### Precauciones en su utilización

El bloqueo del diferencial se debe utilizar para salir de un atasco y para ir en línea recta. El utilizarlo con la dirección girada, por poco que sea, puede originar serias averías en el diferencial e incluso el vuelco del tractor al intentar tomar una curva y no poder hacerlo.

#### CUIDADOS AL DIFERENCIAL

El diferencial no necesita cuidados específicos para él, ya que la cavidad donde va alojado está en comunicación con la caja de cambios y se lubrica con el mismo aceite.

#### AVERÍAS DEL DIFERENCIAL

Las averías en el diferencial no son frecuentes, y menos si no le falta aceite lubricante, y se utiliza adecuadamente el bloqueo del diferencial.

Sin embargo, pueden sobrevenir desgastes en la unión piñón de ataque-corona, produciendo ruidos anormales en su funcionamiento. También pueden producirse ruidos por el desgaste de los demás engranajes.

Por un esfuerzo brusco se puede ocasionar la rotura de un semipalier o de un palier, llevando esto consigo la inmovilidad del tractor.

Cuando alguna de estas averías ocurra, el traslado del tractor hasta el taller de reparaciones debe hacerse con sumo cuidado, pues pueden existir partes metálicas sueltas, que con el movimiento de los engranajes, al ir rodando el tractor, originen una avería mayor.

El conjunto del diferencial lleva unos ajustes muy precisos, que varían de unos tractores a otros, necesiándose útiles especiales para el montaje de los distintos componentes, por lo que no es aconsejable su desmontaje si no se dispone de los útiles necesarios y del Manual de Taller del tractor de que se trate, y de suficiente pericia y entrenamiento.

### BLOQUEO DE MANDO HIDRAULICO

Este bloqueo esta formado, como se ve en la figura 25-4, por un embrague de discos múltiples, del cual, unos discos se fijan sobre uno de los semipalieres, y los otros lo hacen a la caja de satélites. En uno de los extremos de los discos se sitúa un plato opresor con forma de anillo, estando éste en contacto por una de sus caras con los discos y por la otra con el aceite que viene por una canalización procedente del mando de accionamiento del bloqueo.

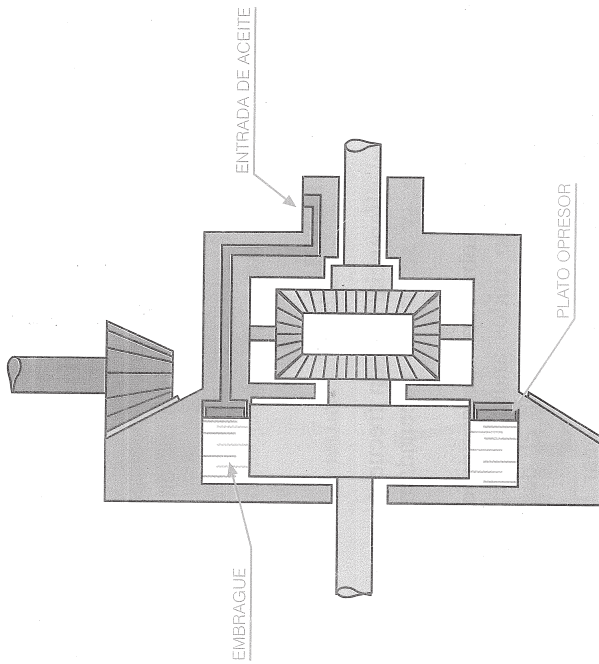


Fig. 25-4. Bloqueo del diferencial de discos múltiples y accionamiento hidráulico.

En marcha normal del tractor, el embrague irá libre, dejando que los semipalieres giren uno a diferentes revoluciones que el otro y a diferentes revoluciones que la caja de satélite, permitiendo por tanto de esta forma el libre funcionamiento del diferencial. Cuando interese bloquear el diferencial, al accionar la palanca, el plato opresor recibirá presión de aceite y oprimirá con firmeza a unos discos contra los otros, forzando de esta manera a dar el mismo número de vueltas al semipalier y a la caja de satélites con lo que se consigue el fin propuesto.

Este sistema de bloqueo por embrague tiene la ventaja de que el acoplamiento y desacoplamiento del bloqueo puede hacerse estando el tractor en marcha e incluso con las ruedas patinando, sin que sufra ningún desperfecto.

### SISTEMA AUTO-BLOCANTE POR FRICCION

Se trata del representado en la (Fig. 25-5) y como se puede ver lleva dos embragues entre cada uno de los planetarios y la caja de satélites. Los discos de éstos, se fijan unos a los semipalieres, y los otros a la caja de satélites, y en el momento de su montaje quedan fuertemente oprimidos unos discos contra otros gracias a la pequeña concavidad que tienen, consiguiéndose con ello una vez montados que se encuentren siempre en la posición de embragados, o sea, en posición de bloqueo del diferencial.

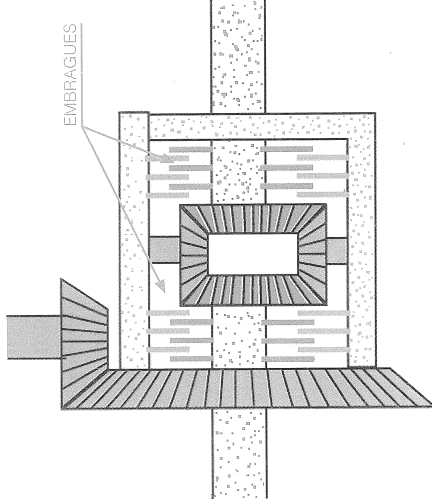


Fig. 25-5. Diferencial autoblocante por fricción.

Cuando el tractor camina en línea recta y encontrando la misma resistencia en ambas ruedas, los semipalieres girarán a la misma velocidad que la caja de satélites. Cuando una de las ruedas encuentra un terreno menos firme tendrá tendencia de deslizarse, pero este efecto se verá neutralizado por el poder autoblocante del embrague que la obligará a dar el mismo número de vueltas que a su compañera.

Visto de esta forma parece que el tractor sólo puede caminar en línea recta porque siempre irá bloqueado, pero no es así, ya que cuando se gire la dirección para tomar una curva, la diferencia de esfuerzos que se crea entre ambos semipalieres es superior al poder de bloqueo que crean los embragues, produciéndose en este momento el patinamiento de unos discos contra otros, permitiendo en consecuencia diferente velocidad de giro entre los semipalieres y la caja de satélites.

Generalmente este tipo de bloqueo suele ir montado en el diferencial delantero de los tractores con doble tracción.

#### SISTEMA ANTIBLOQUEANTE POR GARRAS (NO SPIN)

Este es un sistema de diferencial y de autobloqueo totalmente diferente al clásico que hemos venido tratando hasta aquí, como puede observarse a simple vista en la (Fig. 25-6).

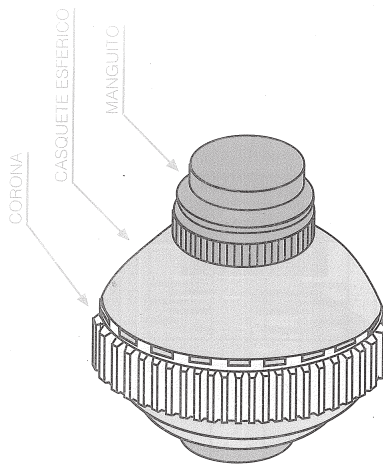


Fig. 25.6. Diferencial autobloqueante por garras.

Está formado por una corona dentada que rodea a todo el conjunto, y que recibe el movimiento del secundario de la caja de cambios. La misma pieza sobre la que va la corona y por ambos lados lleva talladas unas almenas.

A ambos lados de la corona se sitúan dos casquetes esféricos desplazables, que por un lado llevan también almenas que confrontan con los de la corona, y por el lado opuesto una perforación con estrías interiores.

A las estrías interiores de estos casquetes esféricos se adaptan otras estrías exteriores que van sobre dos manguitos, a los que se unen los semipalieres.

El funcionamiento de este mecanismo es el siguiente. Cuando el tractor camina en línea recta, el movimiento como ya se ha dicho le llega a la corona, y ésta por medio de sus almenas laterales se lo pasa a los dos casquetes esféricos, los que a su vez por medio de las estrías lo hacen a los manguitos y palieres respectivos. Si en estas circunstancias, una de las ruedas motrices pierde agarre sobre el terreno por la causa que sea, se ve forzada a seguir girando a la misma velocidad que lo hace la que está en tracción y por tanto el deslizamiento no es posible, comportándose al igual que los otros diferenciales cuando están en la posición de bloqueo.

Al igual que en los diferenciales clásicos, este mecanismo tiene que permitir diferente velocidad de giro entre las ruedas motrices cuando se tome una curva, y lo hace posible de la siguiente forma. Cuando se inicia la curva, la rueda que va por dentro, continúa girando a la misma velocidad que lo hacía en recta, pero la que va por fuera se ve forzada a hacerlo más deprisa. Esto motiva el que el casquete esférico que corresponde a esa rueda se separe y desacople de la corona, por la acción de un mecanismo interno al mismo, por lo que esa rueda quedará sin tracción en ese instante y libre para girar a la velocidad conveniente para tomar la curva. Esto no debe interpretarse en el sentido de que esta rueda permanece sin tracción durante todo el recorrido de la curva, si no que va conectándose a la tracción y desconectándose durante el espacio que dura la curva.

#### TIPOS DE REDUCCION FINAL

En los tractores agrícolas, a pesar de las reducciones que sufre el movimiento en la caja de cambios y en el grupo piñón de ataque-corona, la velocidad de giro a la salida del diferencial es demasiado elevada para la escasa velocidad de trabajo que requiere el tractor. Con respecto a esto hay que tener en cuenta el gran diámetro de las ruedas traseras, lo que hace que con pocas revoluciones de giro tenga el tractor una gran velocidad de avance.

De ello se deduce la necesidad de reducir todavía más la velocidad de giro de los palieres, lo que se consigue intercalando entre el diferencial y las ruedas otra reducción llamada «reducción final».

Esta puede ser de dos tipos: Convencional o de piñones y de sistema solar.

### Convencional o de piñones

En la figura 25-1 puede verse una reducción final de este tipo. Consta de un piñón pequeño acoplado al semipalier y de un piñón grande acoplado al palier y engranado con el anterior. Dado que el movimiento pasa del piñón pequeño al grande, se consigue reducir la velocidad de giro de las ruedas.

### Sistema solar

En la reducción convencional se presentan algunos inconvenientes, tales como: la fuerza se transmite a través de un diente de contacto entre los dos piñones y, por otro lado, los ejes semipalier y palier no pueden ir alineados, por lo que aumenta el volumen del tractor y disminuye la fuerza del eje trasero.

Estos inconvenientes fundamentales se evitan con la reducción de sistema solar, que es similar al grupo reductor de mando hidráulico, explicado en el capítulo anterior (Fig. 24-10).

En esta reducción las partes de que está constituida son las mismas que las del grupo reductor, sin tener ni el embrague de la caja de satélites, ni el freno de la corona, yendo ésta sujeta mediante tornillos a la trompeta y al bastidor del semieje trasero estando siempre inmovilizada.

La posición de los elementos es, pues, la misma que la que ocupan cuando en el grupo reductor de mando hidráulico ponemos la palanca de mando en la posición «cortas», operándose, como ya se explicó, una reducción de velocidad, o sea, que el eje de salida gira más lento que el de entrada.

Como en este caso el eje de entrada es el semipalier procedente del diferencial, y el eje de salida es el palier que va unido al plato de la rueda, la rueda llevará menos revoluciones que las que le manda el planetario del diferencial.

## CAPITULO XXVI

# TRACCION A LAS CUATRO RUEDAS

## GENERALIDADES

Los tractores de ruedas con tracción trasera, en condiciones normales, aprovechan para la tracción aproximadamente el 60 por 100 de la potencia del motor, perdiéndose el resto en patinamiento de las ruedas, debido fundamentalmente a la poca superficie de contacto de las ruedas motrices con el suelo.

Los tractores de cadenas llegan a aprovechar, en tracción, hasta un 90 por 100 de la potencia del motor, debido a la gran superficie de contacto con el suelo que suponen las cadenas, no perdiendo prácticamente nada en patinamiento.

Una solución para los tractores de ruedas, con el fin de un mayor aprovechamiento, es la tracción a las cuatro ruedas, con lo cual se aumenta considerablemente la superficie de contacto de las ruedas de tracción con el suelo.

## TIPO DE TRACCION AL EJE DELANTERO

La transmisión de movimiento al eje delantero se puede realizar de dos formas: bien por medio de un árbol de transmisión único, que vaya desde el diferencial trasero hasta un diferencial delantero, o bien por medio de dos árboles independientes desde cada uno de los palieres traseros hasta cada uno de los delanteros.

De estos dos sistemas el más generalizado es el de diferencial delantero.

## DIFERENCIAL DELANTERO

Elementos de que consta (Fig. 26-1)

— Este sistema lleva en el eje delantero un diferencial análogo al del eje trasero, ya explicado en el capítulo anterior.