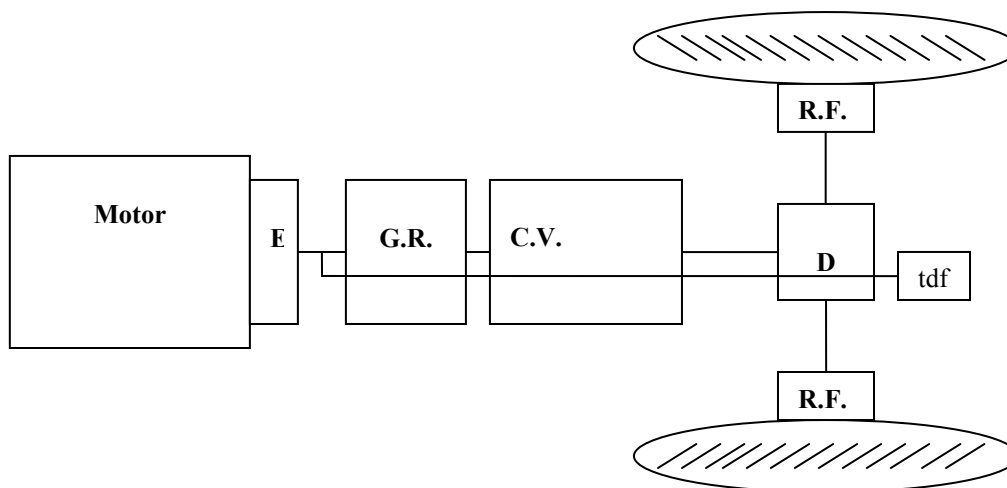


## TEMA 7 LA TRANSMISION

La transmisión, en un tractor, consta de los siguientes elementos:

E: Embrague (nexo de unión entre motor y resto de elementos). (E)  
Caja de cambios.  
G.R.: Grupo reductor (caja de cambios y reductora). (G.R.)  
C.V.: Cambio de velocidades. (C.V.)  
D: Diferencial (imprime movimiento a las ruedas). (D)  
R.F.: Reductor final a la rueda (mayor poder de tracción). (R.F.)  
Palieres.  
Ruedas.

### -----ESQUEMA -----



### 1.-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 sin pisar) el embrague transmite el movimiento del motor a la caja de cambios (y viceversa). Al pisar el pedal, el embrague deja de transmitir dicho movimiento.

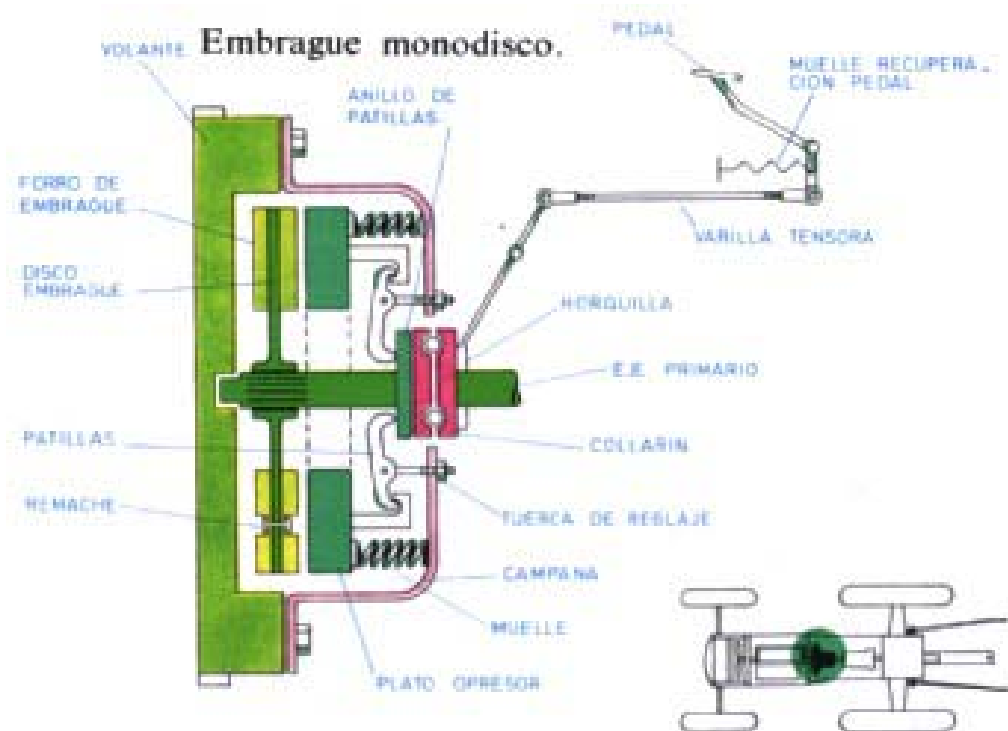
Con lo cual:

- Si pisamos el pedal, desembragamos.
- Si está suelto el pedal, entonces embragamos.

Los tipos de embrague que diferenciaremos en este curso son:

- ✘ El Embrague monodisco y el embrague de doble disco
- ✘ El Embrague hidráulico.

**Embrague MONODISCO.-** El embrague monodisco va intercalado entre el motor y la caja de cambios y consta de las siguientes partes:



- Una "tapa metálica" unida al volante del motor, que se denomina **campana**, que encierra entre ella y el volante el resto de las piezas. .

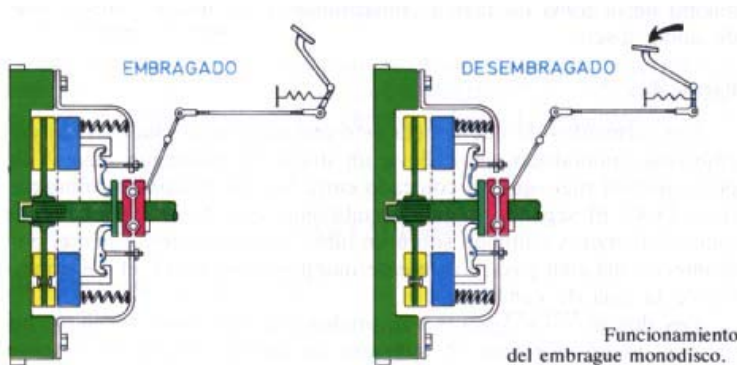


- Un "**disco de embrague**" formado por un disco metálico sobre el cual, y en su parte periférica, van unidas mediante remaches dos coronas circulares denominadas forros de embrague constituidos por un material altamente resistente a la fricción. En su parte central lleva un orificio estriado en su parte interior, dentro del cual se aloja el principio del eje primario de la caja de cambios.
- 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**" (entre 9 y 12) que se sitúan entre la campana y el plato opresor.

- Unas "**patillas**" (3 ó 4) que tienen un punto de apoyo y giro unido a la campana mediante un tornillo de reglaje.
- Un "**collarín**" formado por un rodamiento axial con un orificio central por el que pasa el eje primario.
- Un "**sistema de varillas y palancas**" que transmite el movimiento, desde el pedal de embrague hasta la horquilla.
- Una "**varilla tensora**" que sirve para la regulación del embrague.
- Un "**muelle de recuperación**" del pedal.

### FUNCIONAMIENTO.-

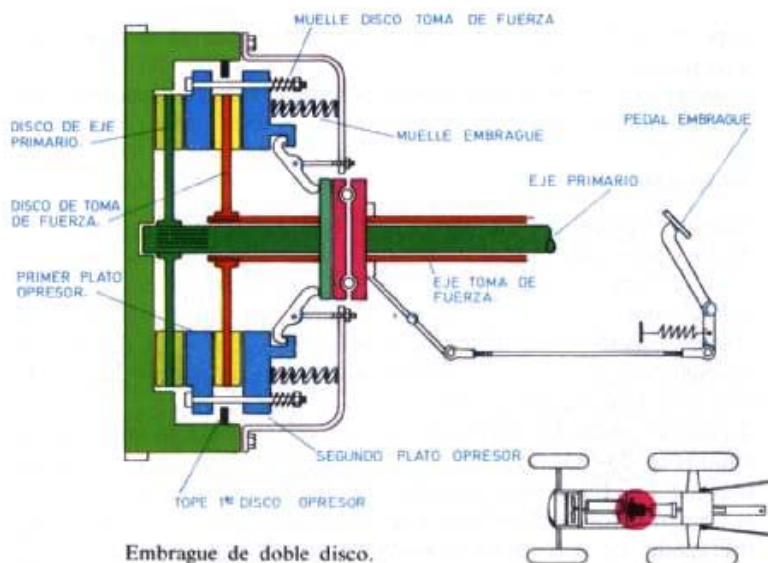
En la posición de embragado los muelles mantienen al plato opresor desplazado hacia el volante del motor, oprimiendo fuertemente entre ambos al disco de embrague, de manera que el giro del volante y del plato opresor se transmite al disco y de éste al eje primario de la caja de cambios.



En la posición de desembragado, al oprimir el pedal del 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.

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.

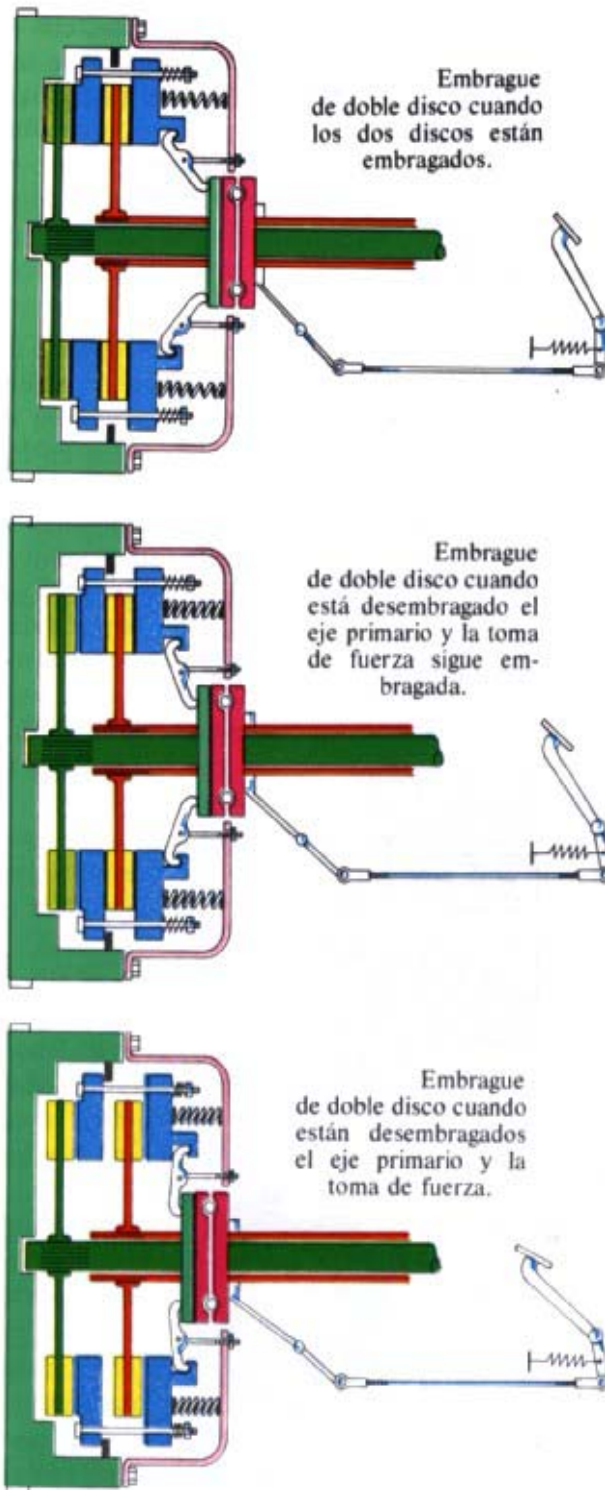
**Embrague de DOBLE DISCO.-** Gracias al embrague de doble disco se consigue una independencia entre el movimiento de la caja de cambios y del movimiento de la toma de fuerza.



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 discos de embrague. 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 a él, el eje primario de la caja de cambios.

## FUNCIONAMIENTO.-



Cuando el pedal del embrague está totalmente suelto los muelles presionan sobre el segundo plato opresor, éste sobre el disco de la t.d.f., 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 las patillas tiran del segundo plato opresor y éste 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 t.d.f., cuyo disco de embrague continúa aprisionado entre los dos discos opresores y, por lo tanto, embragado.

Al seguir pisando el pedal del embrague hasta el final de su recorrido 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, dejando libre al disco de embrague de la toma de fuerza quedando ésta, también, desembragada.

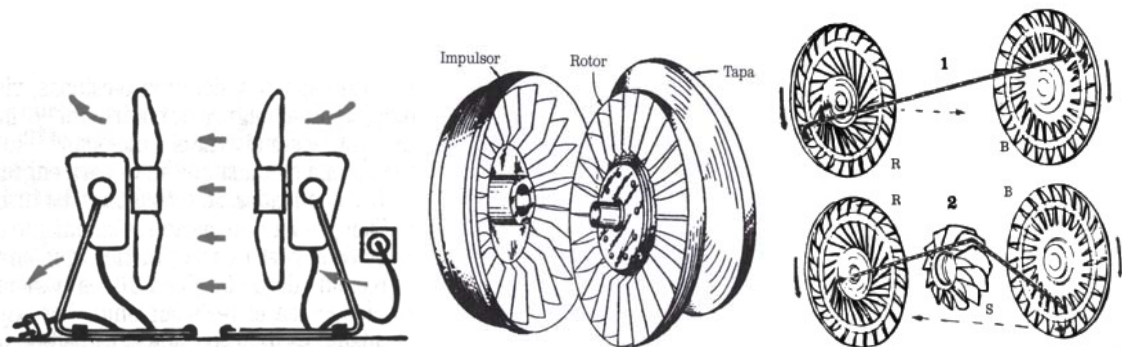
Al ir soltando el pedal del embrague progresivamente, se embragará en primer lugar la t.d.f. y después la caja de cambios.

## EMBRAGUE HIDRAULICO.-

Es un mecanismo de transmisión para vehículos pesados, que va intercalado entre la caja de cambios y el embrague mecánico (en el caso de que éste exista).

La energía producida por una rueda de bombeo, montada sobre el eje del motor, se aplica a una turbina que está montada solidariamente al árbol arrastrado (eje arrastrado).

Dentro de una caja van dos ruedas, una de ellas tiene la función de bomba y la otra de turbina. A la bomba la mueve el eje del motor directamente o indirectamente a través de un embrague mecánico y, el movimiento se transmite a través de un fluido (aceite).



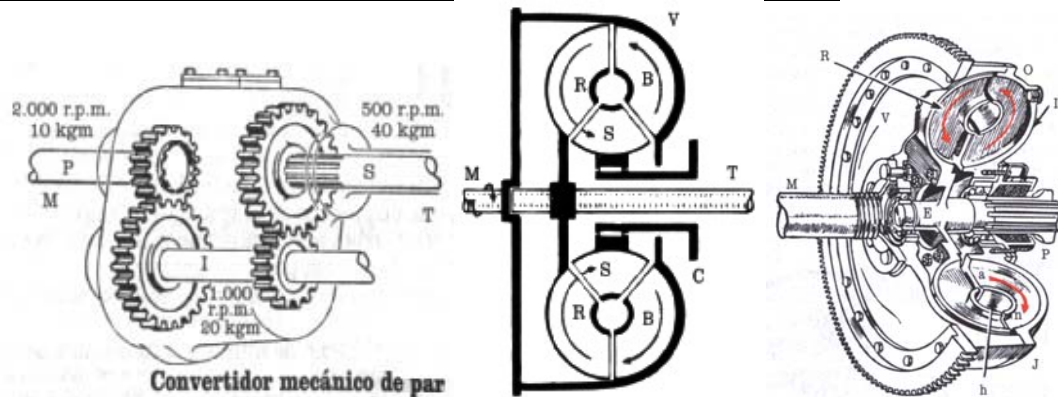
— Cuando las revo

Cuando el motor gira a bajas revoluciones, la transmisión está desconectada.

El embrague hidráulico no sustituye al embrague mecánico.

Su principal misión es evitar cuando se produce una sobrecarga que el motor disminuya sus revoluciones.

## EMBRAGUE HIDRAULICO con CONVERTIDOR DE PAR.-



La diferencia mecánica principal con el embrague hidráulico simple, es la presencia de una 3ª rueda de paletas, entre la bomba y la turbina que denominamos "Estator". Su función es aumentar el momento que es capaz de suministrar el motor al eje arrastrado; siempre y cuando encontremos un momento mayor al que pueda suministrar el motor, entonces el eje arrastrado disminuirá sus revoluciones pero tendrá más fuerza.

El convertidor de par es capaz de suministrar un par hasta 2,5 veces mayor que a la marcha normal.

- **Ventajas:**

Puede suministrar un esfuerzo mayor sin necesidad de cambiar de marcha.

- **Inconvenientes:**

Produce un mayor consumo de combustible (aprox. un 2% más).

Si se abusa del mecanismo, entonces se producen excesos por calentamiento.

Es caro, ya que encarece el coste de la máquina en un 11%.

## **2.- CAJA DE CAMBIOS.-**

La misión de la caja de cambios es: adaptar a una labor determinada, la velocidad de avance del tractor.

$\text{Potencia} = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$	$F_1 \cdot V_1 = F_2 \cdot V_2$
$r.p.m._1 \Rightarrow P_1$	$r.p.m._2 \Rightarrow P_2$

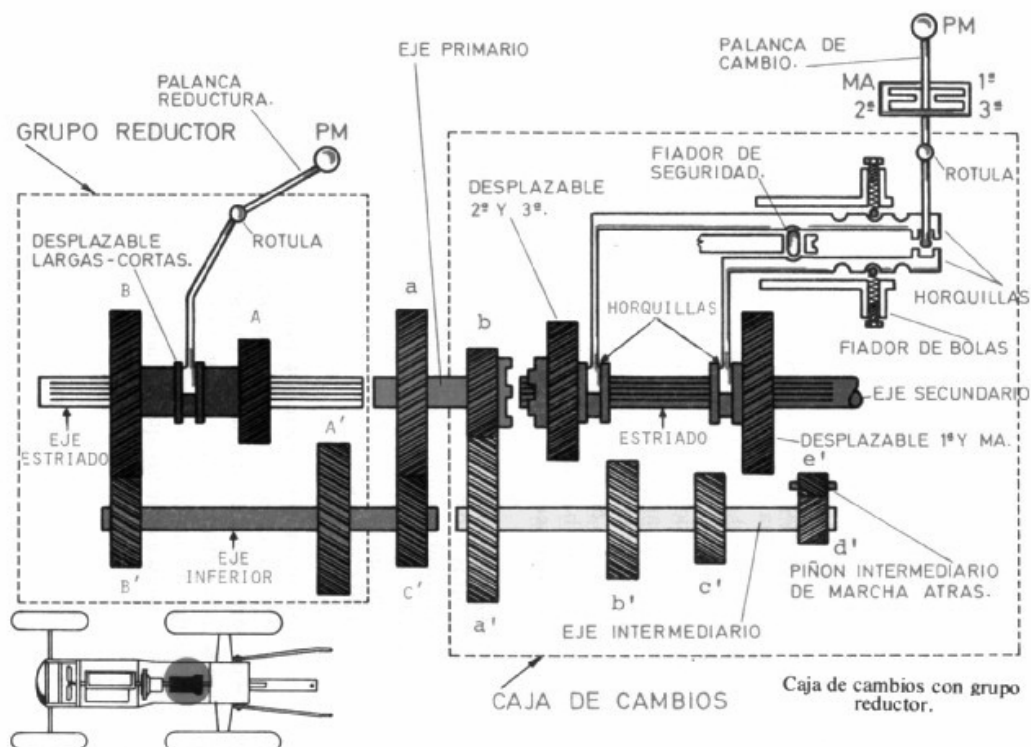
La potencia de un motor a una determinada velocidad de régimen es siempre la misma.

Por ello, a cada régimen de revoluciones se obtienen distintas potencias, distintos pares y distintos consumos.

Si a través de una caja de cambios, nosotros aumentamos la velocidad de trabajo, entonces se disminuye la fuerza que sea capaz de realizar, ya que la potencia es constante.

Los componentes de una caja de cambios de tipo convencional de un tractor son:

- El grupo reductor y la propia caja de cambios.



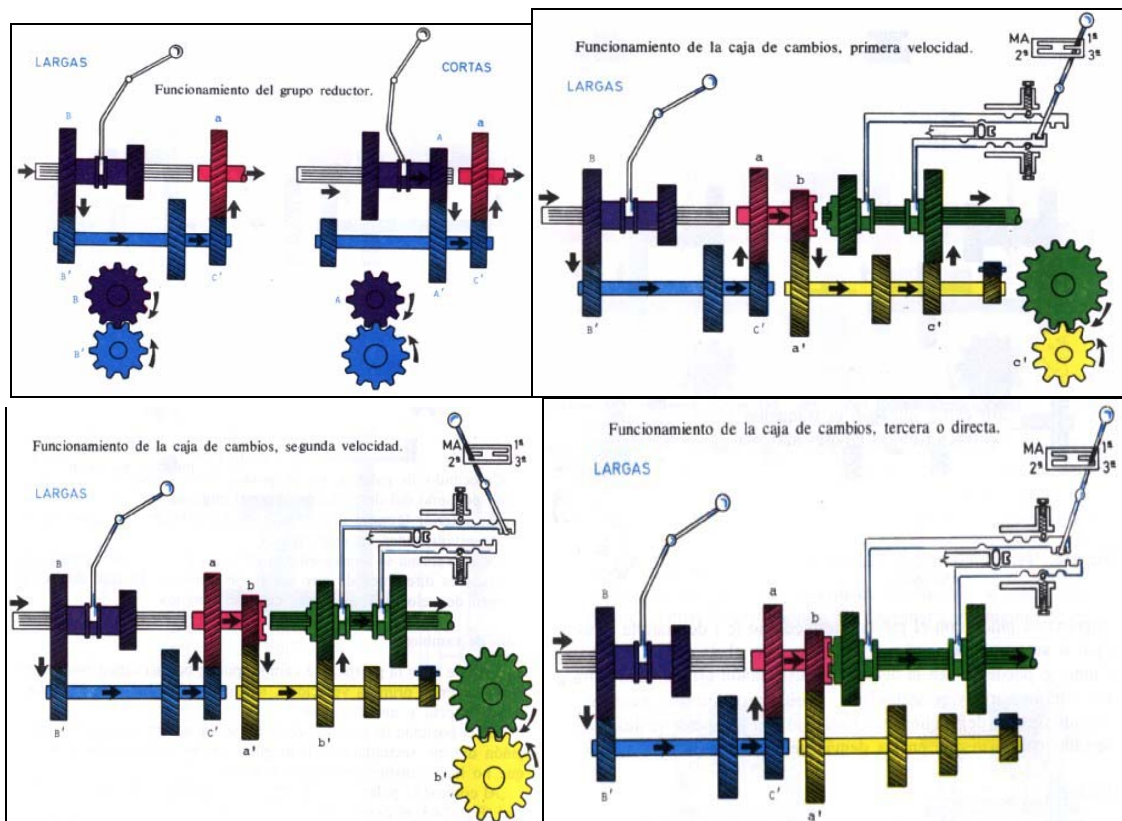
**GRUPO REDUCTOR.-** Este está colocado antes de la caja de cambios, consta de una palanca reductora que se actúa sobre ella manualmente. Esta palanca moverá un desplazable provisto de dos piñones.

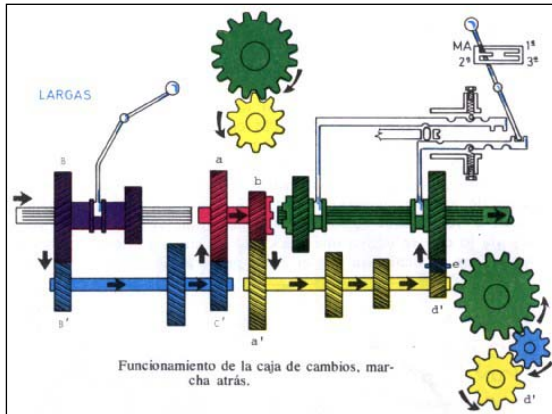
El desplazable se desliza sobre un eje estriado (con movimiento longitudinal y gira solidario con él, tanto eje como piñones). El eje estriado recibe el movimiento del disco del embrague (recibiendo las revoluciones del motor). Por debajo del eje estriado hay un eje denominado "eje inferior" que tiene 3 piñones fijos: uno para cada uno de los piñones del eje estriado y un tercer piñón que va constantemente engranado con un piñón del eje primario, para así transmitir el movimiento a la caja de cambios.

**CAJA DE CAMBIOS.-** En ella habrá tres ejes: un eje de entrada llamado "eje primario" (el primario será el primer eje de entrada de las cajas de cambio); también habrá otro eje de salida denominado "eje secundario" y un tercer eje llamado "eje intermediario" (en posición paralela al secundario y por debajo de éste).

El desarrollo de engranaje de las distintas marchas lo efectuaremos sobre el ejemplo de la figura: Caja de cambios de 3 marchas + marcha atrás y grupo reductor.

El eje primario recibe el movimiento del grupo reductor que tiene dos piñones en toma constante. Uno de los piñones recibe el movimiento del grupo reductor y el otro lo transmite al eje intermediario. En este caso el eje intermediario lleva 4 piñones fijos: 3º (a'), 2º (b'), 1º (c') y marcha atrás (d').





NOTA: En caso de un turismo con 5 velocidades + M.A., tendría 6 piñones fijos.

Sobre el eje secundario van dos piñones desplazados e independientes el uno del otro; uno se ocupa de la primera velocidad y de la marcha atrás (M.A.), y el otro se ocupa de la segunda y la tercera velocidad según el ejemplo seguido.

La palanca de cambios, mueve los piñones desplazables apoyándose en una rótula para una u otra posición.

Los desplazables permanecen fijos, en la posición que se les deje, mediante el "fiador de bolas".

El eje secundario, es un eje estriado por el que se pueden desplazar longitudinalmente dos piñones, gobernados cada uno de ellos por el desplazable. Cada piñón tendrá tres posiciones.

Respecto a todos los piñones en engranajes simples la **Relación de transmisión (i)**:

$$i = \frac{n_{\text{motriz}}}{n_{\text{arrastrado}}} = \frac{Z_{\text{arrastrado}}}{Z_{\text{motriz}}}$$

donde:

- $n_{\text{motriz}}$  : revoluciones piñón conductor
- $n_{\text{arrastrado}}$  : revoluciones piñón conducido
- $Z_{\text{motriz}}$  : nº de dientes de entrada
- $Z_{\text{arrastrado}}$  : nº de dientes de salida

### FUNCIONAMIENTO GRUPO REDUCTOR Y CAJA DE CAMBIOS.-

El embrague mueve al eje estriado del grupo reductor y, de éste se transmite el movimiento a la caja de cambios.

Si queremos conseguir el conjunto de marchas largas, entonces engranaremos el piñón grande B con el piñón pequeño B', con lo que aumentaremos la velocidad de giro pero se disminuye la fuerza que es capaz de recibir.

Si queremos marchas cortas, entonces engranaremos el piñón pequeño A con el piñón grande del eje inferior A', disminuyendo así la velocidad de giro y aumentando la fuerza de la máquina.

El tercer piñón del eje inferior C' va engranado en toma constante con el eje primario de la caja de cambios. En este ejemplo si metemos la 3ª velocidad (velocidad directa), el secundario recoge el movimiento del eje primario directamente y las demás marchas cogerán el movimiento a través del intermediario.

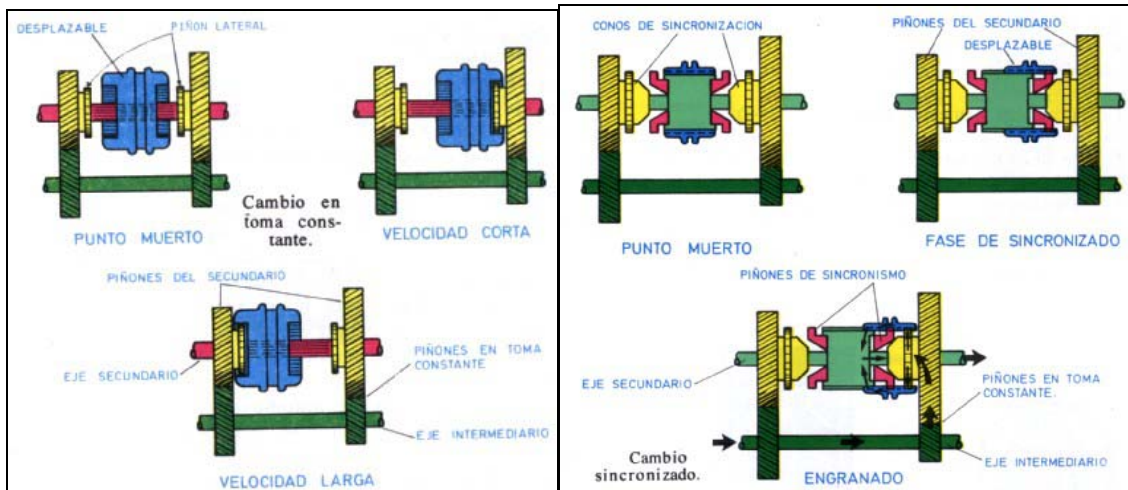
Para efectuar la marcha atrás existe un piñón, denominado piñón intermediario (de la propia marcha atrás) que hará cambiar el sentido de giro del eje secundario.

NOTA: Con velocidades largas, entonces > velocidad y < potencia.  
Con velocidades cortas, entonces < velocidad y > potencia.



**CAMBIO EN TOMA CONSTANTE.**- Aquí los piñones del eje secundario e intermediario permanecen engranados constantemente; estos no se desplazan longitudinalmente con el eje (no son solidarios al eje).

El movimiento se transmite por un desplazable, éste lo hace sobre el tramo estriado del eje, donde cada desplazable va a tener 3 posiciones: engranado con uno o con otro de los piñones laterales y otra posición en punto muerto.



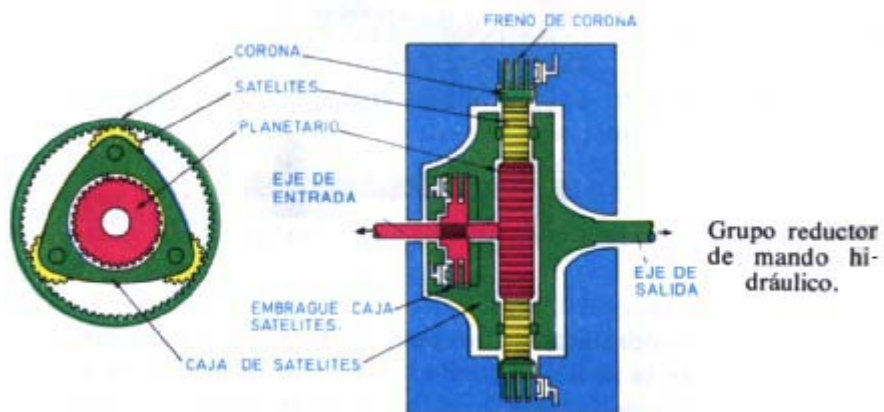
Para que el desplazable engrane con los piñones, éstos llevan una corona solidaria y el desplazable el negativo de esa corona.

**CAMBIO EN TOMA CONSTANTE SINCRONIZADO.**- El desplazable tiene forma de tronco de cono vaciado, que al rozar con los conos de sincronización de los piñones, va a igualar su velocidad angular a la de ellos.

A continuación, un anillo estriado conecta con la corona dentada del piñón.

**GRUPO REDUCTOR DE MANDO HIDRAULICO.**- Este va situado entre el embrague y la caja de cambios, y sirve también para reducir las distintas velocidades. Consta de un sistema de piñones de tres tipos distintos:

- Satélites
- Planetarios
- Corona.



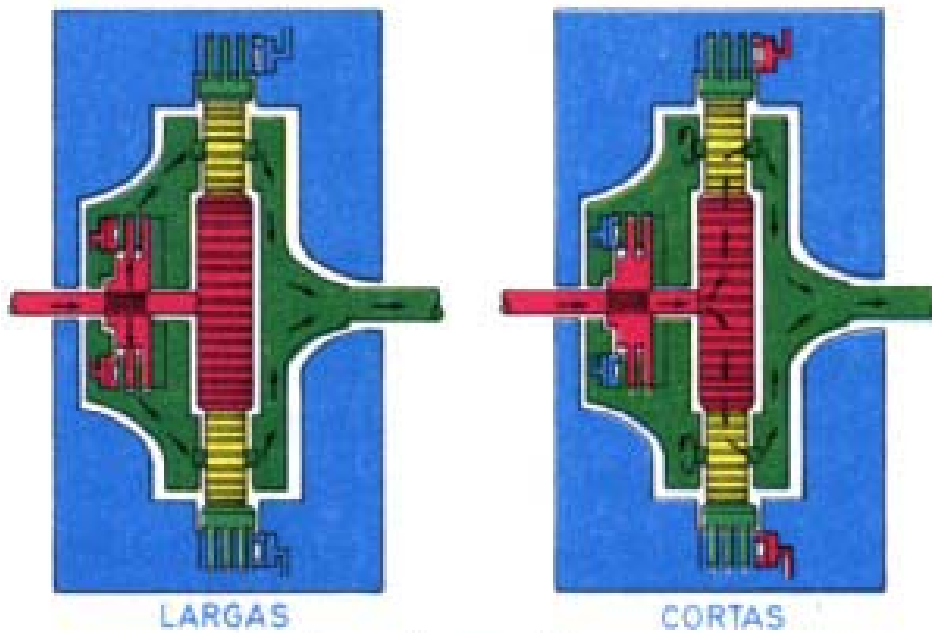
Entorno al planetario van engranados los satélites que tienen un movimiento de traslación y rotación; estos van dentro de lo que se denomina "caja de satélites". La corona va por el exterior de los satélites y va dentada interiormente.

El planetario y los satélites van dentados exteriormente.

El freno de la corona actuará sobre la corona, permitiendo que esta gire o no gire.

Otro elemento a intervenir es el "embrague de la caja de satélites", que hace que esta pueda girar independientemente del planetario o hacerse solidario con el mismo.

### FUNCIONAMIENTO (Del G.R. de mando hidráulico):



Funcionamiento del grupo reductor de mando hidráulico.

El movimiento de giro entra por el eje del planetario, éste se comunica al resto por el eje de salida que es el eje de la caja de satélites. Este mecanismo hace variar la velocidad y el par de salida (la potencia no varía). Si la corona está libre, la caja de satélites y el planetario están solidarios (siendo las revoluciones de entrada iguales a las de salida). Si queremos reducir, entonces desembragamos la caja de satélites y activamos el freno sobre la corona.

La corona queda solidaria al chasis y, el movimiento entra por el planetario y la caja de satélites se mueve con relación al planetario y a la corona. Los satélites actúan como piñones intermediarios.

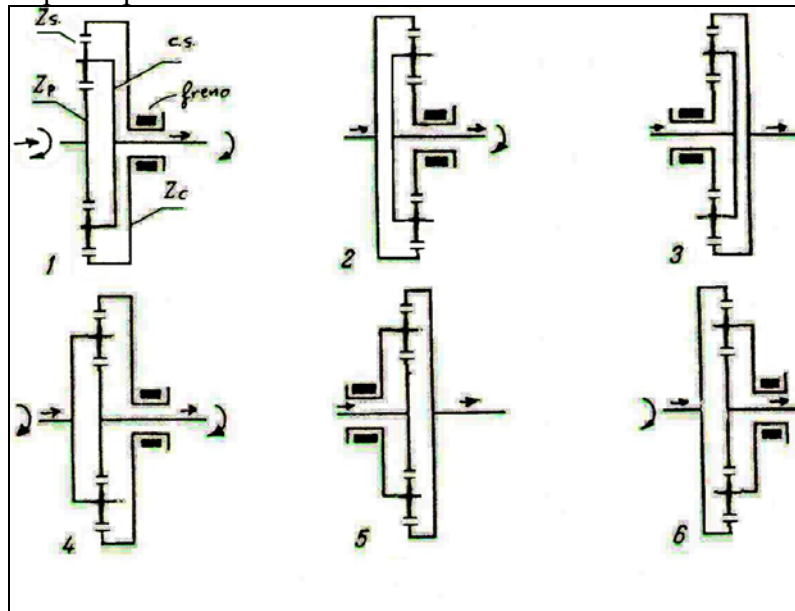
En tractores, hay grupos reductores finales aplicados al tren de rodaje. Su forma de actuación es la siguiente:

Corona fijada, con lo que el movimiento es de entrada por el planetario y sale por la caja de satélites. La corona está unida al chasis.

**Cambios con engranajes planetarios:**

Otra aplicación de engranajes planetarios es la **servotransmisión** (Power shift o Dina shift). Este consiste en un cambio de marchas constituido por engranajes planetarios puestos en serie. Es un cambio automático, el cual sustituye al cambio manual o mecánico. En dichos cambios podemos encontrar distintas combinaciones (de la figura) de los epicicloidales uniendo la salida de un eje con la entrada del siguiente y así sucesivamente.

A partir de los esquemas de transmisiones planetarias que se adjuntan, indicar el elemento frenado en cada esquema, el elemento conductor, el conducido, si se multiplica o se reduce la velocidad y si cambia el sentido de giro, así como la relación de transmisión que se produce en cada caso.



Relación de piñones (fórmula de Wyllis):

$$\frac{n_c - n_{cs}}{n_p - n_{cs}} = - \frac{Z_p}{Z_c}$$

Posibles relaciones de transmisión :

$$i_1 = \frac{n_p}{n_{cs}} ; i_2 = \frac{n_c}{n_{cs}} ; i_3 = \frac{n_{cs}}{n_c} ; i_4 = \frac{n_{cs}}{n_p} ; i_5 = \frac{n_p}{n_c} ; i_6 = \frac{n_c}{n_p}$$

donde:

- n:** nº de revoluciones
- z:** nº de dientes del piñón
- c:** corona
- cs:** caja de satélites
- p:** planetario.

Ver cuadro siguiente:

	<u>Corona</u>	<u>Caja de Satélites</u>	<u>Planetario</u>	<u>Suceso</u>	<u>Relación de transmisión</u> <u>i</u>
1	Frenada	Salida	Entrada	Reducción = Sentido	$\frac{n_p}{n_{cs}} = \frac{z_c + z_p}{z_p}$
2	Entrada	Salida	Frenado	Reducción = Sentido	$\frac{n_c}{n_{cs}} = \frac{z_c + z_p}{z_c}$
3	Salida	Entrada	Frenado	Multiplicación = Sentido	$\frac{n_{cs}}{n_c} = \frac{z_c}{z_c + z_p}$
4	Frenada	Entrada	Salida	Multiplicación = Sentido	$\frac{n_{cs}}{n_p} = \frac{z_p}{z_c + z_p}$
5	Salida	Frenada	Entrada	Reducción ≠ Sentido	$\frac{n_p}{n_c} = -\frac{z_c}{z_p}$
6	Entrada	Frenada	Salida	Multiplicación ≠ Sentido	$\frac{n_c}{n_p} = -\frac{z_p}{z_c}$

### 3.- DIFERENCIAL.-

La misión del diferencial es permitir las distintas velocidades de giro de cada una de las ruedas, facilitando la maniobra en las curvas.

$$\frac{n_{Rd} + n_{Ri}}{2} = n_D$$

donde: D: diferencial  
Rd Ri: ruedas derecha e izquierda respectivamente.  
n: n° de revoluciones.

Los elementos de los que consta son:

- **Piñón de ataque:** solidario con el eje secundario y que engrana con la corona.
- **Corona cónica:** solidaria con la caja de satélites.
- **Satélites:** en n° de 2 a 4, situados en el interior de la caja y cuyos ejes se unen a la caja.
- **Dos planetarios:** que engranan con los satélites y que van unidos rígidamente con su palier. Los ejes de giro de los planetarios son perpendiculares a la de los satélites.

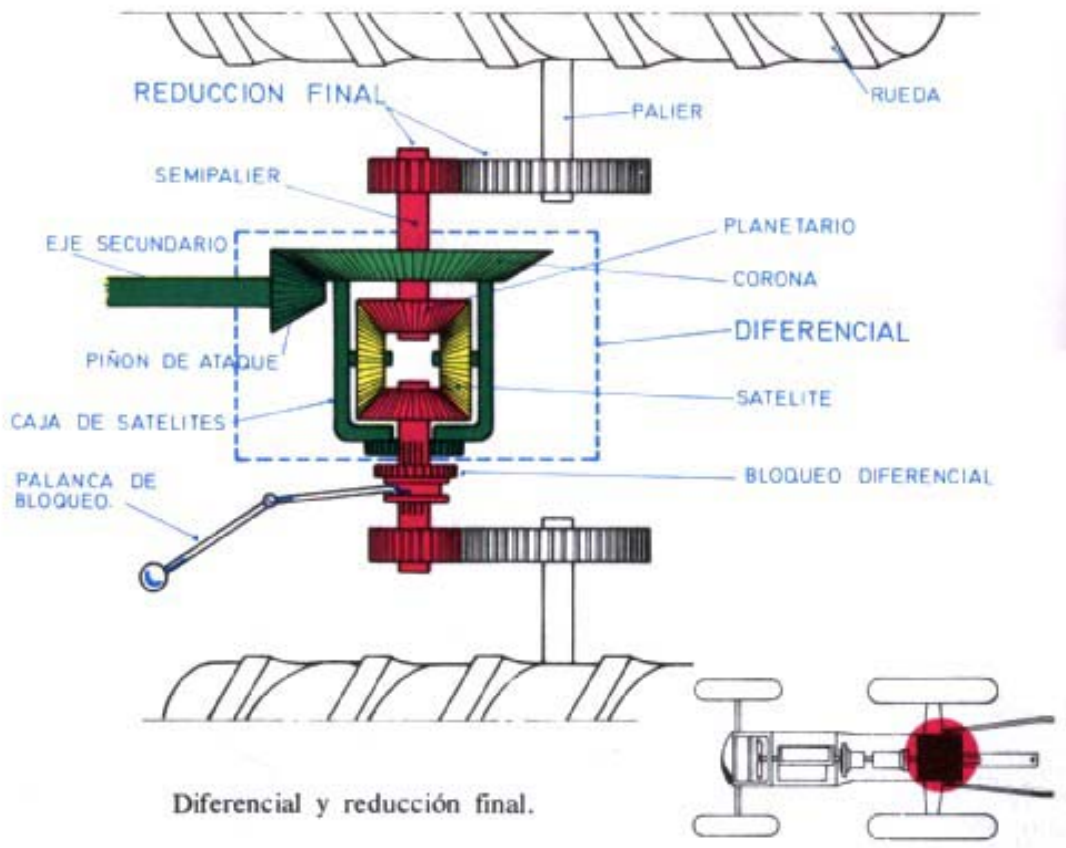
#### **FUNCIONAMIENTO:**

El eje secundario transmite el movimiento al piñón de ataque y éste a la corona que arrastra a la caja de satélites.

En línea recta los satélites van volteando junto con la corona, arrastrando a los dos planetarios, girando las dos ruedas al unísono (mismo n° de revoluciones).

Si una rueda frena totalmente, el planetario correspondiente queda inmóvil y, los satélites además de voltear también girarán en torno a su eje, transmitiendo a la otra rueda las vueltas que a perdido la rueda frenada.

En una curva normal la situación es intermedia.



**BLOQUEO DEL DIFERENCIAL.-**

Con este mecanismo la caja del diferencial queda bloqueada, haciendo solidarios la corona con uno de los palieres o semipalieres.

Se consigue el bloqueo con un palier estriado, sobre el que se engrana el piñón de bloqueo con la caja del diferencial.

