

1.- TRENES DE ENGRANAJES

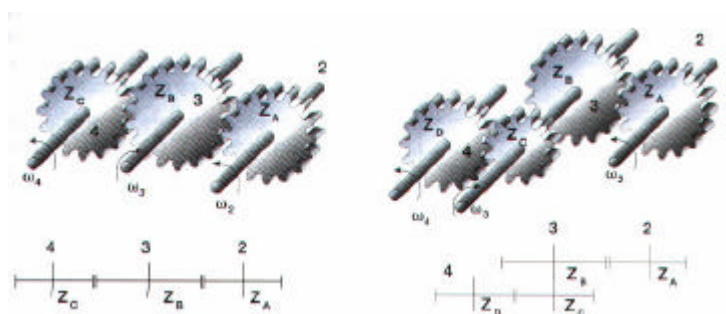
Se llama tren de engranajes a aquella transmisión en la que existen más de dos engranajes. Los trenes de engranajes se utilizan cuando:

$$i = \frac{\text{producto de ruedas conductoras}}{\text{producto de ruedas conducidas}}$$

- La relación de transmisión que se quiere conseguir difiere mucho de la unidad.
- Los ejes de entrada y de salida de la transmisión están muy alejados.
- Se quiere que la relación de transmisión sea modificable.

Los trenes de engranajes se pueden clasificar en trenes **simples**, si existe sólo una rueda por eje; y **compuestos**, si en algún eje hay más de un engranaje.

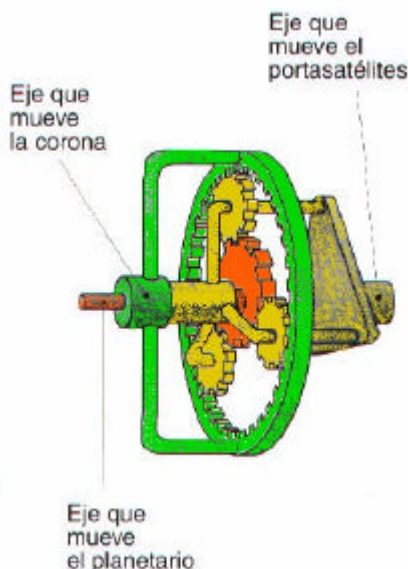
También se puede diferenciar entre **trenes reductores y multiplicadores**, según que la relación de transmisión sea menor o mayor que la unidad.



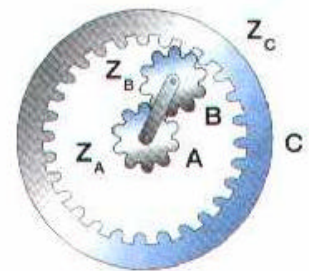
La relación de transmisión entre el eslabón conductor y el conducido es:

En los trenes de engranajes a la relación de transmisión se le atribuye signo positivo si los sentidos de giro de entrada y de salida son iguales, y negativo si son opuestos.

Además, en los trenes de engranajes los ejes de entrada y de salida pueden ser paralelos, cruzarse o cortarse en el espacio.



Los trenes de engranajes que se han considerado hasta ahora se caracterizan porque los ejes de todas las ruedas están fijos mediante cojinetes al bastidor; por eso, se dice que son trenes de engranajes **ordinarios**.

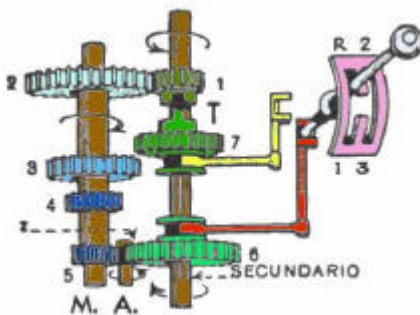
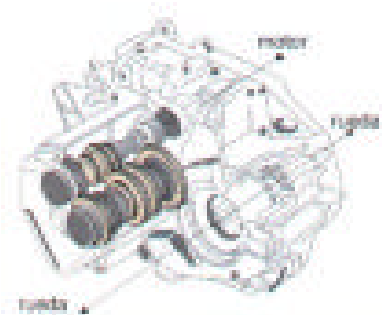


Pero existen trenes de otro tipo, en los que el eje de alguna rueda no está fijo al bastidor, sino que se puede mover. A esta clase de ruedas se las conoce como **ruedas satélites**, y a los trenes de engranajes que tienen alguna rueda de este tipo se les denomina **trenes epicicloidales, planetarios o de ruedas satélites**.

En la ilustración se representa un ejemplo de tren planetario, en el que la rueda B es una rueda satélite, puesto que su eje de rotación se puede mover gracias a una barra fijada entre su centro y el de la rueda A. Un tren de engranajes ofrece varias posibilidades en lo que respecta a la relación de transmisión. Por ejemplo, en el tren de la figura se puede fijar la rueda A al bastidor y considerar la relación de transmisión entre el giro de la rueda C y el de la barra que sujeta a la rueda B. O se puede anclar la rueda C al bastidor, y considerar la relación de transmisión entre el giro del engranaje A y el de la barra que sujeta a la rueda B. Si se ancla el eje de giro del engranaje B al bastidor, el tren de engranajes pasa a ser ordinario. O incluso se puede proporcionar al tren dos movimientos de rotación en los engranajes A y C, y tener la salida en la barra; de esta forma, se dispone de un mecanismo de ligazón libre.

2. Caja de velocidades

La **caja de velocidades -o caja de cambios-** es un tren de engranajes con dentado helicoidal, que se utiliza para variar la relación de transmisión entre dos ejes de rotación. En la figura se puede apreciar cómo es el aspecto de una caja de velocidades. Consta básicamente de dos ejes: el motriz, que se suele denominar **eje primario**; y el de salida, acoplado a

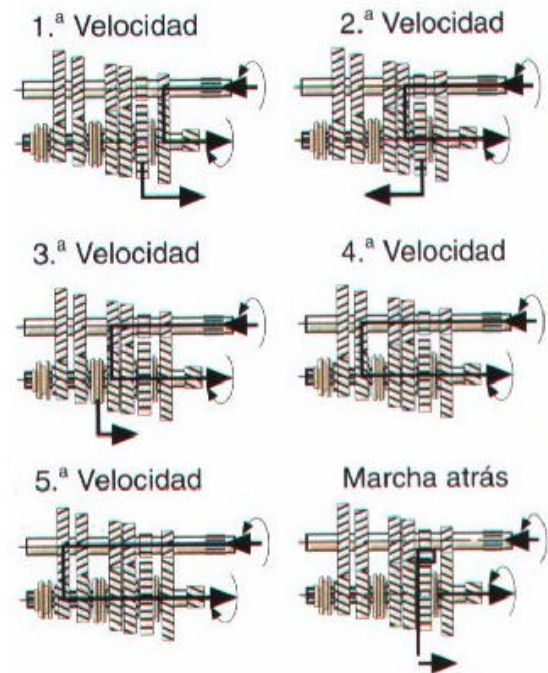


las ruedas, que se denomina **eje secundario**. El eje primario va provisto de una serie de engranajes que giran solidarios con el mismo, mientras que los engranajes existentes en el eje secundario giran locos, sin relación con el eje de salida. En el eje secundario existen también unos manguitos, que disponen de unas estrías interiores con las que se

adhieren al eje y que les permite deslizarse linealmente sobre él, y de otras estrías exteriores que encajan en los engranajes que antes giraban locos en el eje secundario, fijándolos al eje de salida.

En las cajas de velocidades que se utilizan en la industria automovilística, cuando en un vehículo se quiere cambiar de marcha es necesario hacer uso del embrague. En cada marcha sólo estará fijado un engranaje del eje secundario.

En la ilustración se muestra el esquema de conexión de los engranajes del eje secundario, correspondientes a cada velocidad. En algunas ocasiones (*marcha atrás*), es preciso poder invertir el sentido de giro del eje de salida; para ello, basta colocar un tercer piñón que engrane con los que están fijos a los ejes primario y secundario,



pero de manera que estos dos últimos no estén unidos mecánicamente entre si.

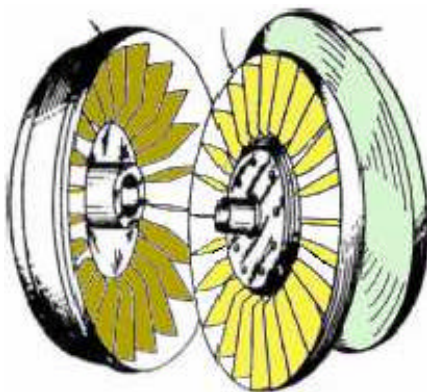
3.- El embrague

El **embrague** es un mecanismo que encarga de acoplar o desconectar el elemento motriz con el elemento que realiza el trabajo a voluntad de la persona que controla la máquina. En el caso de un vehículo es el conductor.

Por lo general constan de unas masas unidas a una parte del eje y uno o varios discos unido a la otra. Ambos se encuentran unidos fuertemente por la acción de muelles, cuando se quiere desacoplar

ambos elementos se aplica una fuerza en sentido contrario a los muelles quedando sueltos ambos separados, girando uno si y el otro no.

Cuando en una máquina se desea cambiar de velocidad, el sistema debe estar en posición de desembragado; así, actuando sobre la palanca del cambio, se mueven los manguitos que encajan en los engranajes del eje secundario.

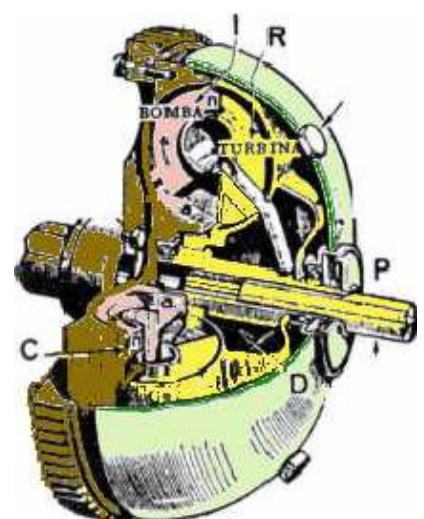
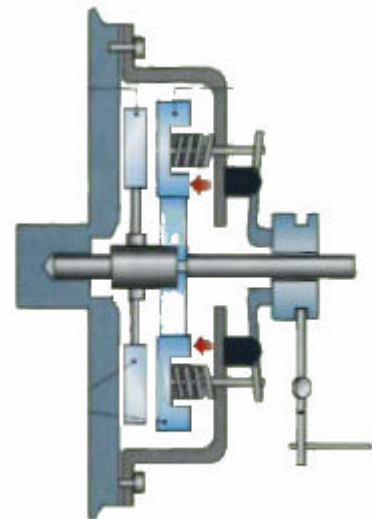


El hidráulico muy utilizado consta de dos platos con álabes enfrentados y muy próximos entre si y encerrados en una caja con un fluido. Uno de los platos está unido al motor y el otro a la caja de cambios, la transmisión de movimiento se realiza por la presión que sobre uno de los platos ejerce el fluido lanzado por el otro. El fundamento es el mismo que hace girar un molinillo de papel cuando se le sopla: la corriente de aire incide en las

aspas inclinadas, que se ponen a dar vueltas rápidamente. Lo mismo ocurre si se enchufa un ventilador eléctrico y frente a él se coloca otro desconectado: el primero envía una corriente de aire cuya velocidad obliga a girar las aspas del R. El I actúa de bomba o impulsor; el R gira como lo hace el rotor de una turbina cuando recibe una corriente de agua entre sus paletas.

Si en vez de aire se supone que las hélices de I y R están sumergidas en agua o aceite, el líquido que impulsa I obligará lo mismo a girar a R, y esto sin que haya enlace mecánico entre aquéllas: es el fluido en movimiento lo que comunica el giro de I a R, estableciendo como un embrague entre ambas hélices o paletas. Esto es, precisamente, lo que ocurre en el turbo-embrague, por ello llamado «embrague hidráulico» o «transmisión hidráulica». En la realidad, impulsor y rotor tienen la forma que muestra la figura anterior

El mecanismo está constituido como indica la figura el cigüeñal termina en un volante hueco en cuyo interior están la bomba-impulsor I y el rotor-turbina R. La bomba-impulsor I forma parte del volante, y sus alabes o paletas son los de la izquierda de la figura distribuidos en un

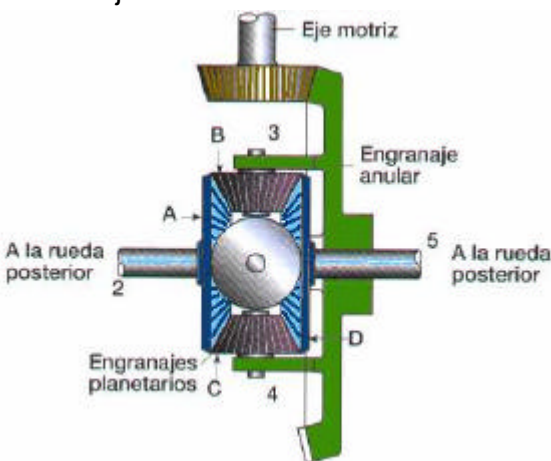


semitono o anillo. La turbina rotor R tiene la forma de otro semianillo, colocado frente al primero; está unida al eje que va de la transmisión (caja del cambio de velocidades), quedando encerrada dicha turbina dentro del cuerpo del volante. Así, pues, no se precisa más que una junta prensa-estopas P. Las celdas C del impulsor / (que forman parte del volante propiamente dicho) y las del rotor R están situadas unas frente a otras, componiendo el conjunto bomba-turbina la figura de un aro redondo o toro. El espacio interior del volante se llena de aceite mineral fluido. Al girar el motor, los alabes del volante-impulsor I obligan, por fuerza centrífuga, a pasar el líquido hacia su periferia, de a hacia n, estableciéndose una corriente líquida a través de las celdas del rotor, de éste otra vez al impulsor, etc., o sea, un circuito cerrado. El rotor se ve obligado a girar como una turbina y comunica el movimiento del motor a los órganos de la transmisión. La circulación del líquido a través del conjunto impulsor-rotor adquiere la forma de un torbellino tórico.

Entre las partes conductora y conducida no hay arrastre mecánico alguno, estando sólo en contacto por medio de los cojinetes y de bolas, que sirven de mutuo apoyo, y del prensa-estopas, visibles en la figura. Entre el impulsor y el rotor hay una holgura de cuatro o cinco milímetros; no es preciso que sea menor, y podría aumentarse sin alterar el funcionamiento del aparato. En la periferia del volante se dibuja la corona dentada que sirve para engranar el motor de arranque del coche. A medida que la velocidad del motor aumenta, también lo hace la del torbellino tórico y éste va haciéndose cada vez más rígido hasta llegar a adquirir la firmeza de un sólido, y se comprende que progresivamente obligue a girar al rotor, arrastrándolo consigo y, a través de la transmisión las ruedas propulsoras del vehículo.

4.- Diferencial

Cuando un automóvil circula por una carretera recta, las dos ruedas del eje motriz se mueven exactamente igual. Pero cuando el automóvil describe una curva, la rueda que queda más alejada del centro de la misma debe recorrer más espacio que la otra; y, si las ruedas estuviesen unidas por un acoplamiento fijo, una de ellas o las dos tendrían que resbalar para poder tomar la curva. Para solucionar este problema se utiliza un **diferencial**.



Como puede apreciarse en el esquema, el diferencial es un tren de engranajes epicicloidales que permite que las ruedas motrices giren con distinta velocidad.

El eje 2 se une a una rueda motriz y el 5 a la otra. Los engranajes B y C tienen sus ejes de rotación unidos por una pieza que gira paralelamente a los engranajes A y D, que están unidos a las ruedas. Es esta pieza la que comunica el movimiento del motor del automóvil al diferencial.

Cuando el automóvil está circulando por una recta, los engranajes B y C no giran, sino que actúan como cuñas y la transmisión del movimiento se realiza desde la pieza que une los ejes de los engranajes B y C a los engranajes A y D unidos a las ruedas. En este caso, la velocidad de los engranajes A y D es la misma. Cuando el automóvil da una curva, los engranajes B y C giran y, de esta forma, se logra que las velocidades de los engranajes A y D y, por lo tanto, de las ruedas, sean distintas.

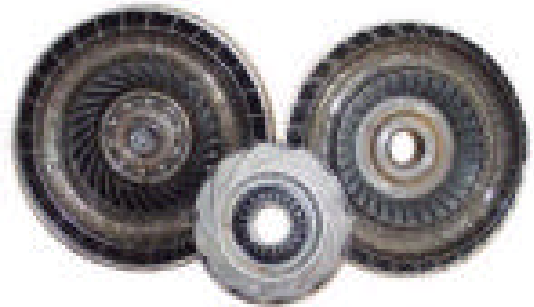
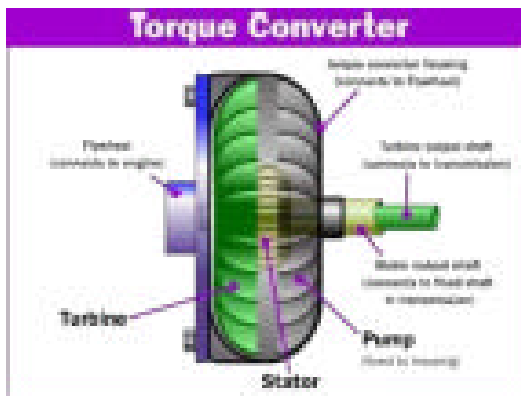
5.- Cajas de cambio automáticas

Son sistemas para cambio de velocidades sin intervención humana, es decir que el cambio se realiza solo cuando se dan unas circunstancias prefijadas.

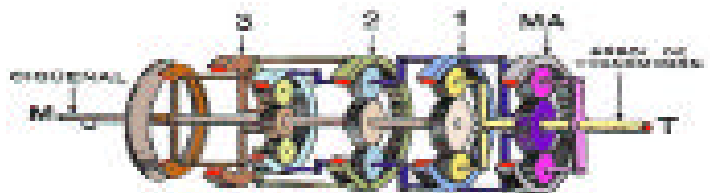
Básicamente existen dos tipos de cajas: las basadas en trenes de engranajes epicicloidales y las de variador continuo.

Las primeras necesitan de un embrague "automático", es decir un sistema de acoplamiento/desacoplamiento en el que directamente no intervenga el hombre. Estos sistemas suelen ser del tipo hidráulico o electromagnético.

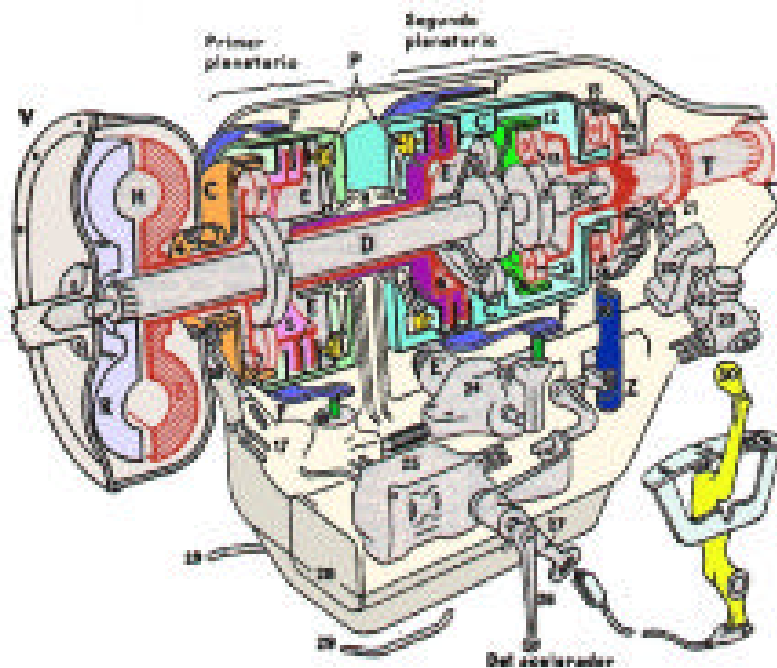
Convertidor de Par

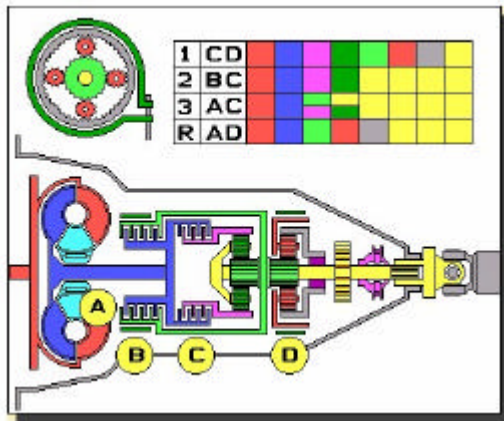


Caja Wilson



Caja Hydramatic





Las segundas utilizan un sistema de transmisión mediante 2 poleas una conductora unida al cigüeñal y otra conducida unida al diferencial con la particularidad de que ambas poleas pueden variar sus diámetros respectivos y por tanto su relación de transmisión

