

1. INTRODUCCION

Es un hecho aceptado que las transmisiones de tipo automático no tienen gran aceptación en nuestro mercado, aunque actualmente se venden muchos más coches con cambio automático que hace unos pocos años. No ocurre así en algunos mercados europeos, y muchísimo menos en Estados Unidos representan más del 90%, país en el que es impensable comercializar un automóvil sin cambio automático. Tampoco en Japón, con el 80% de su mercado.

De todos modos, el auge que vive el cambio automático en países europeos como Suiza (21,5% del mercado) o Alemania (13%), ha animado a fabricantes e importadores a ofrecer transmisión automática en sus nuevas gamas de turismos e incluso en vehículos todo terreno.

Los cambios automáticos actuales están controlados por pequeñas computadoras y presentan pautas de funcionamiento inteligente. Además, estos vehículos se conducen con mayor facilidad y con una suavidad igual o superior a las manuales.

Este tipo de cajas tradicionalmente utilizan engranajes epicicloidales y como elemento de conexión entre el motor y la propia caja utilizan un convertidor de par en vez del clásico embrague, aunque su cometido es el mismo, conectar y desconectar el movimiento del motor con la caja.

Las cajas de cambios de actual aplicación en los automóviles, además de la gestión automática en la selección de las distintas velocidades que las caracteriza permiten la posibilidad de intervenir de forma manual, o sea de forma similar a como se realiza en las cajas de cambios manuales.



2. ELEMENTOS CONSTITUYENTES

El principal elemento del cambio automático es el tren epicycloidal. El resto de elementos de que disponen las cajas pueden considerarse colaboradores del tren, ya que ayudan a que el tren epicycloidal o planetarios funcione.

Las cajas automáticas están formadas por los siguientes elementos.

- 1- Trenes epicycloidales.
- 2- Frenos y embragues.
- 3- Convertidor de par.
- 4- Rueda libre.
- 5- Dispositivo de aparcamiento.
- 6- Bomba de aceite.
- 7- Caja de válvulas.
- 8- Sensores.
- 9- Centralita electrónica.

2.1- Trenes epicycloidales.

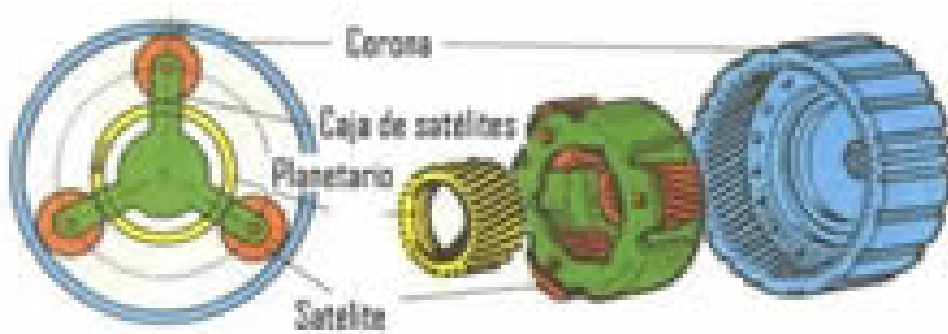
Es un mecanismo formado por engranajes epicycloidales y su misión es la de formar las relaciones de transmisión de cada velocidad; sustituyen a las parejas de ruedas dentadas de las cajas manuales.

La transmisión que se realiza con un tren epicycloidal es más versátil y dispone de más relaciones de transmisión que las transmisiones realizadas con pares de rueda dentadas.

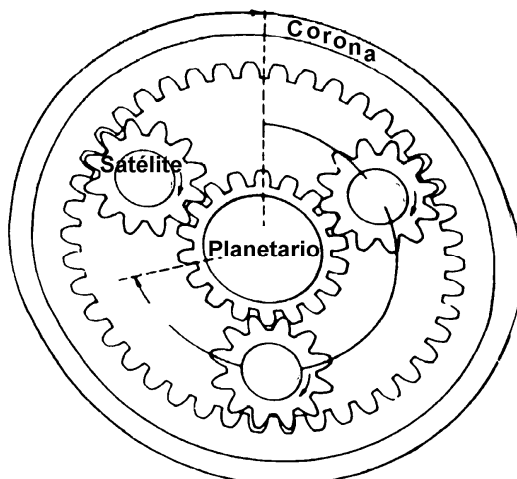
Este mecanismo consiste en un piñón central denominado planetario alrededor del cual y engranado con él se hallan otros tres o cuatro piñones denominados satélites los cuales giran locos con relación a los ejes montados en un soporte común a estos llamado caja o soporte de satélites y rodeando el conjunto se halla una corona dentada interiormente que engrana con los satélites.

Los trenes epicicloidales ofrecen las siguientes ventajas:

- Permiten realizar varias relaciones de transmisión, según se frene o se accione un componente del tren.
- Los trenes epicicloidales son capaces de invertir el sentido de giro de transmisión; por ejemplo, para realizar la marcha atrás (no se necesita el tercer piñón)
- Con los trenes epicicloidales no es necesario cortar la salida de fuerza del motor para realizar el cambio de velocidad.
- Esquema del tren epicicloidal :



- Caja de satélites:



FRENOS

La única diferencia entre frenos y embragues es que unos de los discos no giran con el eje de entrada a la caja, sino que está fijados a la carcasa. Por lo demás la tecnología y el concepto de funcionamiento son los mismos. También pueden encontrarse frenos que emplean para detener el elemento giratorio la fricción de una cinta que lo rodea.

- Tipos de freno:
 1. Freno de cinta: permiten abrazar diámetros de gran tamaño, por ejemplo, para frenar exteriormente una corona de dentado interior. El sistema consiste en un tambor de freno que es rodeado por una cinta de acero con un forro de fricción adherido en el interior. Sin accionamiento, el tambor libremente cuando el émbolo hidráulico recibe presión, tensa la cinta y frena el tambor. El inconveniente de este sistema es que la fuerza que ejerce el émbolo hidráulico provoca esfuerzos radiales sobre la carcasa del cambio.
 2. Freno de disco: el freno de disco esta compuesto por dos tipos diferentes de discos. Unos, exteriores, que apoyan la carcasa del cambio, y otros, interiores unidos al componente del cambio a frenar. Los discos interiores están formados por un forro de fricción pegado compuestos por celulosa, material plástico “arami” altamente resistente y resinas fenólicas, mientras que los discos exteriores son de acero sin forro de fricción.



EMBRAGUES

Los embragues automáticos efectúan las maniobras de embragado y desembragado de forma autónoma sin necesidad de que el conductor deba accionar el pedal de embrague, que se suprime en este tipo de embragues. El cambio de velocidad en la aja de cambios puede lograrse manejando únicamente la palanca del cambio gracias a este tipo de embragues.

De entre la gran variedad de embragues automáticos hay que destacar los embragues centrífugos y los hidráulicos, ya que estos, combinados con una caja de cambios automática, son utilizados actualmente en un gran número de vehículos.

- El embrague centrífugo.

Actualmente se monta un sistema de embrague provisto de unos contrapesos que, cuando el motor alcanza un determinado régimen de giro, la fuerza centrífuga los empuja hacia la periferia, haciendo que las palancas que van unidas a ellos basculen y hagan presión sobre la maza de embrague. Consiguiéndose así el embragado.

Cuando el motor gira a ralentí los contrapesos ocupan su posición de reposo gracias a la acción de unos pequeños muelles y, con ello, el plato de presión deja en libertad al disco de embrague, consiguiendo el desembragado del motor.

Dado que la velocidad de giro del motor sube en las aceleraciones de forma progresiva, la acción de embragado resulta igualmente progresiva.

Basados en este mismo sistema se montan embragues semiautomáticos. Estos embragues están formados por un sistema de embrague convencional, disco y mecanismo, montados sobre la cara frontal de un tambor, que en su interior recibe el plato provisto de zapatas en su periferia.

El plato está unido al volante de inercia del motor y, por tanto, gira con él. Las zapatas son capaces de deslazarse hacia fuera por la acción de la fuerza centrífuga, haciendo solidario el tambor con el giro del plato. Con esta disposición se consigue que siempre que el motor alcance un determinado régimen de giro se consiga la acción de embragado del motor.



- Embrague hidráulico.

Los embragues convencionales de fricción tienen el inconveniente de que su funcionamiento es un poco ruidoso y se producen desgastes. Estos pequeños defectos se evitan con el uso de embragues hidráulicos.

El funcionamiento de un embrague hidráulico es parecido a dos ventiladores, uno enchufado y otro no, la corriente de aire creada incide en las aspas del desenchufado y lo gira. Así se logra transmitir el movimiento sin que haya rozamiento, y con ello se evitan los desgastes.

En los embragues hidráulicos el medio de transmisión del movimiento es el aceite. Una bomba centrífuga recibe el giro del motor y envía el aceite a presión hacia una turbina en la que está acoplado el eje primario de la caja de velocidades. La energía cinética de cada partícula choca contra las aletas de la turbina, que produce una fuerza

que tiende a hacerla girar. El aceite resbala por las aletas de la turbina y es devuelto hacia la bomba centrífuga, donde esta lo envía hacia la periferia, volviéndose a repetir el ciclo.

Cuando el motor gira a poco régimen la velocidad con que salen las partículas de la bomba es muy pequeña, y por tanto la energía cinética transmitida a la turbina es muy débil para vencer todo el par resistente opuesto por el peso del vehículo. En esta situación la turbina permanece sin girar y hay un resbalamiento total entre la bomba y la turbina.

Conforme se va aumentando el régimen de giro del motor el aceite va tomando velocidad e incide con mayor energía cinética sobre la turbina, lo que produce que el resbalamiento entre bomba y turbina consiga hacer progresivo al embrague.

Cuando el motor desarrolla su par máximo, el aceite impulsado por la bomba incide con gran fuerza sobre la turbina y ésta es arrastrada a gran velocidad, sin que apenas exista resbalamiento entre ambas. Por supuesto, la turbina entra en acción cuando el par transmitido por la bomba es superior al par resistente. Siempre existe un pequeño resbalamiento entre bomba y turbina que, con el motor con régimen alto, debe estar aproximadamente en el 2%.

CONVERTIDOR DE PAR

Las cajas de cambio automáticas se prescinde del embrague que se usa en las manuales, y su función la realiza ahora un convertidor hidráulico. De este modo, como se verá, el conductor no se encarga de embragar o desembragar como sucede en los cambios manuales.

La idea de funcionamiento de un convertidor hidráulico se entiende muy bien si nos imaginamos dos ventiladores enfrentados, si conectamos uno de ellos, produce viento que actúa sobre las palas del segundo ventilador y lo hace girar según el sentido de inclinación de sus palas. En este caso se ha producido un acoplamiento fluido entre los dos ventiladores y el fluido utilizado es el aire.

Si reducimos la distancia entre los dos elementos y los ponemos herméticamente cerrados o muy juntos mejoramos la eficiencia de este tipo de acoplamiento.

Basándonos en esta idea cogemos dos elementos, como medias “rosquillas huecas” partidas por la mitad, en cuyo interior haya unas aletas con la inclinación adecuada.

Las enfrentamos una con otra de forma que “hagan una rosquilla” y llenamos su interior de aceite, al hacer girar una de las dos mitades, el aceite también gira transportado por las aletas y al describir este movimiento de rotación, el aceite, por causa de la fuerza se va hacia el exterior lejos del eje, es decir que el aceite se mueve según una banda circular, como se ve en las flechas del dibujo. De esta manera el aceite que está siendo arrastrado junto con el elemento motriz, penetra en el elemento conducido, (la media rosquilla que tiene en frente) con un ángulo que depende de la inclinación de las paletas, y de este modo el aceite al chocar contra las aletas del conducido con un cierto ángulo de incidencia, le transmite un par.

En principio, cuanto mas deprisa gira el elemento motriz respecto al conducido, más fuerte es el impacto del aceite sobre las aletas y por lo tanto transmite un mayor par.

A medida que la velocidad del conducido se aproxima a la del elemento motriz disminuye la fuerza efectiva del aceite sobre las aletas de aquél. Si los dos miembros se mantienen a la misma velocidad no pasa aceite de uno a otro, y no se transmite energía a través del acoplamiento, por lo que esta condición de igual velocidad de las dos partes no se produce cuando el motor está en marcha.

Si la velocidad del motor se reduce de manera que sea el coche el que mueva el motor sucede que habrá un punto en que ambos elementos giren a la vez y a partir de este punto el conducido se convertirá temporalmente en el elemento motriz y el que normalmente es el motriz pasa a ser conducido, con lo que se produce el efecto de freno motor.

Este sistema a la hora de llevarlo a la práctica tiene el inconveniente de que las turbulencias que se forman en el aceite en su interior provocarían un estado de movimiento violento e irregular en ciertas condiciones y se formarían remolinos en todas las direcciones, en especial en las secciones centrales con lo que se reduciría notablemente su eficacia, para solucionar este problema se incorpora un anillo guía que es como una rosquilla hueca que ocupa la parte central, está dividido en dos mitades, una corresponde a la parte del elemento motriz, y otra al elemento conducido.

Con este sistema el aceite no puede hacer turbulencias y se encuentra mucho mejor guiado.

Las aletas en este sistema no son planas, sino que tienen unas aletas curvadas con un diseño muy estudiado para optimizar la circulación de aceite y que permite que el aceite cambie de dirección bastante gradualmente cuando pasa del miembro propulsor a propulsado, y sobre todo evitar el efecto rebote que se puede producir cuando el elemento motriz gira bastante más deprisa que el conducido y el aceite es impelido sobre las aletas de este con una fuerza considerable, al chocar contra ellas rebota contra el elemento motriz produciéndose una pérdida de par.

Con las aletas que utiliza el convertidor de par el resultado es que cuando existe una gran diferencia de velocidad entre los elementos motriz y conducido, el par no disminuye, sino que por el contrario, en el convertidor de par el momento se multiplica.

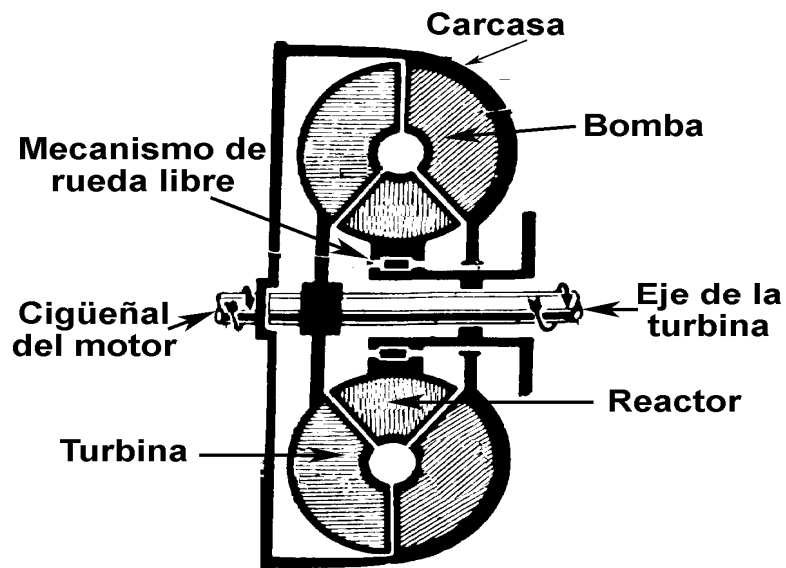
Al elemento conductor se le llama impulsor o bomba, porque es el que recibe el movimiento del motor, al que está unido, e impulsa el aceite contra el conducido.

El elemento conducido se llama turbina, y va acoplada a la caja de cambios. Pero el convertidor de par incluye un tercer elemento que viene a mejorar las condiciones de funcionamiento en la circulación del aceite, se trata del estator.

Está montado sobre un mecanismo de rueda libre que le permite desplazarse libremente cuando los elementos del convertidor giran a una velocidad aproximadamente igual.

Sin embargo cuando tiene lugar un incremento del par, que conlleva una reducción de la velocidad, el estátor para y actúa como un elemento de reacción, es decir que el aceite se desvía en los bordes de salida de la turbina a una dirección más favorable antes de que se introduzca en la bomba. Gracias a esto el aumento máximo del par producido es algo superior al doble.

El aspecto final que presentaría un convertidor de par hidráulico sería como este:



A medida que la velocidad de la turbina se aproxima a las de la bomba, el incremento de par disminuye gradualmente hasta llegar a una relación de par de 1:1, cuando la relación de velocidades entre turbina y bomba alcanza un valor aproximado de 9:10, este es el momento en el que el aceite ya empieza a chocar contra las caras posteriores de las aletas del estator haciendo que este se ponga a girar, y así el aceite se desvía de su trayectoria y por lo tanto el convertidor de par actúa simplemente como un acoplamiento fluido.

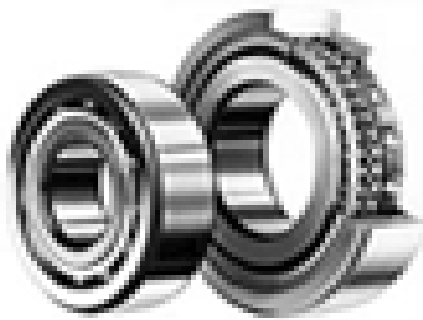
Esta forma de embrague proporciona un acoplamiento suave y sin vibraciones entre el motor y la caja de cambios, resulta muy cómoda para los ocupantes, su mayor rendimiento se produce cuando las velocidades de los dos elementos son cercanas, por el contrario, cuando existe una gran diferencia de velocidades se pierde energía y el rendimiento baja. Aunque en la práctica decimos que se transmite el 100% realmente se transmite aproximadamente un 98%.

RUEDA LIBRE

El control del cruce se puede simplificar con ruedas libres, ya sean de rodillos o de cuerpos de apriete.

Las ruedas libres toman el par en la dirección de bloqueo, mientras que el sentido contrario giran libremente, gracias al desacople automático del sistema de bloqueo.

La rueda libre es el dispositivo de transmisión que emplean las bicicletas en la rueda trasera. Toma el par en sentido del pedaleo, en sentido contrario, gira libremente.



DISPOSITIVO DE APARCAMIENTO

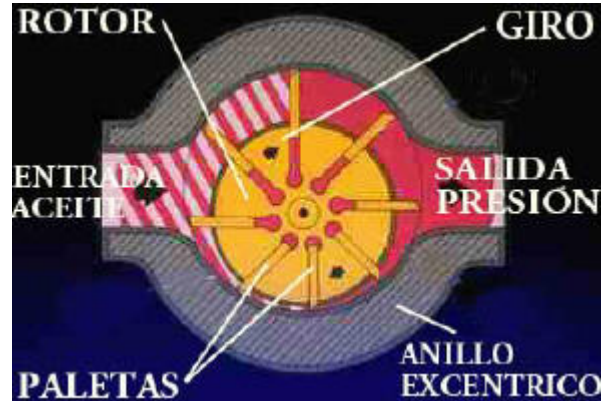
Se trata de un mecanismo de enclavamiento que se emplea para estacionar el vehículo impidiendo cualquier movimiento de éste. Al colocar la palanca de mando en la posición “P” actúa el dispositivo de la figura. La rueda de aparcamiento es una corona dentada instalada en el árbol de salida, entre cuyos dientes puede encajarse el dedo de aparcamiento. Si al seleccionar la posición “P” el dedo no consigue encajar en algún hueco de la rueda de aparcamiento el coche no estará bloqueado y podrá desplazarse.

Sin embargo, en cuanto lo haga, la rueda de aparcamiento girará y un muelle que actúa sobre el dedo hará efectivo el bloqueo.

BOMBA DE ACEITE

Las bombas hidráulicas de paletas se utilizan a menudo en circuitos hidráulicos de diversas máquinas de movimiento de tierras. Son típicas en los sistemas hidráulicos de dirección de las máquinas. Constan de varias partes:

- Anillo excéntrico.
- Rotor.
- Paletas.
- Tapas o placas de extremo.



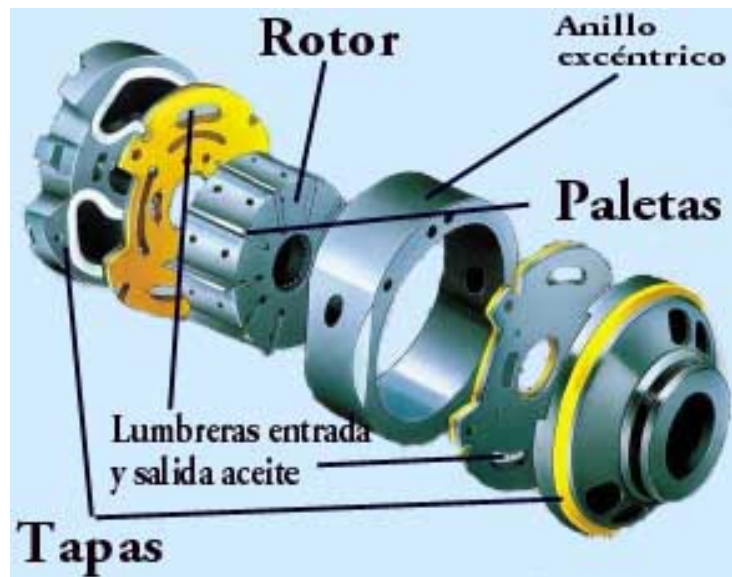
El accionamiento se efectúa por medio de un eje estriado que engrana con el estriado interior del rotor. Hay diversos diseños para conseguir el contacto entre la paleta y el anillo; en unos se utiliza la propia fuerza centrífuga que les imprime el giro del rotor, en estos modelos se requiere una velocidad mínima de giro para garantizar el correcto apoyo de la paleta sobre el anillo; en otros modelos esta fuerza centrífuga se refuerza con unos muelles colocados entre la paleta y su alojamiento en el rotor, esto disminuye la velocidad mínima necesaria para el apoyo; otros modelos utilizan una reducida presión hidráulica para empujar la paleta.

Las bombas de paletas son relativamente pequeñas en función de las potencias que desarrollan y su tolerancia al contaminante es bastante aceptable. En la figura de la página el aceite entra por el lado izquierdo, donde es recogido por las paletas que se abren por la fuerza centrífuga y es impulsado hacia el lado de presión por las mismas hasta incorporarse a la salida de presión. unas ranuras especiales en el rotor, conectan el lado de presión con la parte inferior de las paletas para ayudar a la fuerza centrífuga a impulsarlas hacia fuera.

La aspiración se produce al incrementar el volumen de la cámara durante el giro. Cuanto menores sean las tolerancias entre el extremo de la paleta y el anillo y entre estas y las placas de presión, mejor será el rendimiento de la bomba. De todas formas se ha de mantener una cierta tolerancia en las zonas de rozamiento, por ello es importante que la fuerza que la paleta ejerce sobre el anillo no sea excesiva ya que entonces se rompería la película de lubricante y se produciría contacto entre el extremo de la paleta y el anillo.

En la figura siguiente vemos la conformación típica de una bomba de paletas real de una máquina con la disposición de todos sus elementos formando un solo cuerpo.

Las lumbreras de entrada y salida del aceite están situadas en los laterales del rotor y a su lado podemos observar las ranuras que dan presión al fondo de las paletas.



CAJAS DE VÁLVULAS

Se encuentra situada en la parte inferior de la caja, en el cárter de aceite junto al filtro. La caja de válvulas es el mecanismo que gestiona el control hidráulico de la caja de cambios.

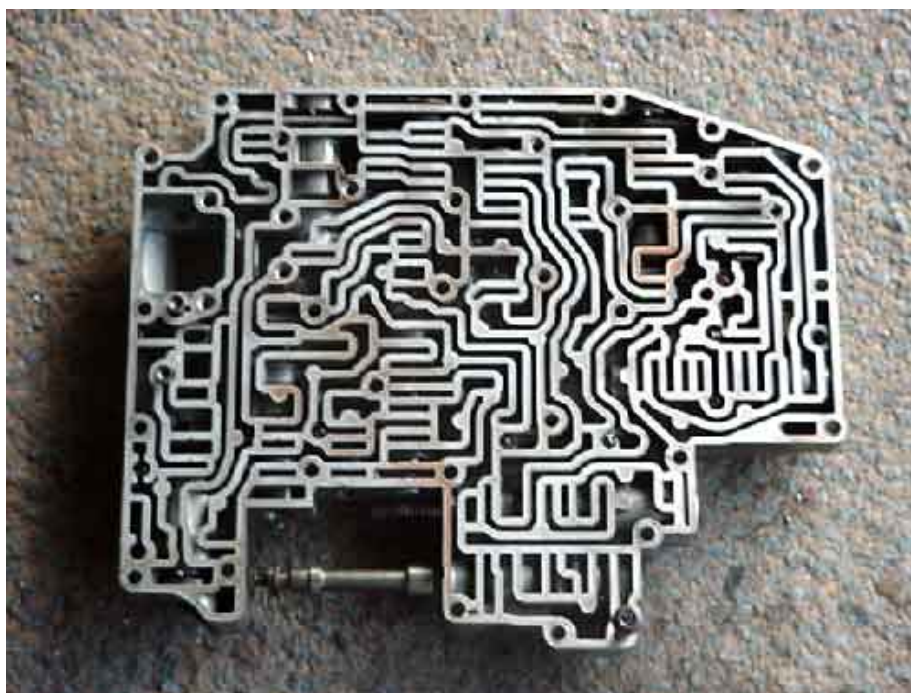
Consiste en un cuerpo de aluminio fundido con canalizaciones hidráulicas que unen las diferencias electroválvulas. El conjunto permite el anclaje de las electroválvulas y de la válvula de accionamiento manual. Los distintos elementos que dispone la caja de válvulas dependen del tipo y del diseño de la caja automática.

Principalmente, consta de:

- Válvula reguladora de presión.
- Válvulas de cambio con solenoide y muelle.
- Válvula de accionamiento manual, sincronizada con la palanca selectora.
- Válvula del convertidor (circulación de aceite).
- Válvula o solenoide del embrague del convertidor (anulación).

Las válvulas electrohidráulicas de la caja son de corredera y se accionan por solenoides, eléctricos controlados por el módulo o centralita del cambio. El retorno de dichas válvulas se realiza gracias a la fuerza de un muelle que cambia la posición, cuando no están excitadas.

Esquema de caja de válvulas



SENSORES

Son los encargados de transmitir a la unidad de control electrónica (módulo). La información relativa al funcionamiento del vehículo.

Se puede clasificar en dos grupos:

_ Sensores o entradas directas.

Son entradas con conexión directa al módulo para la gestión del cambio. Son entradas directas entre otras:

- la tensión de la batería (+).
- La tensión del encendido (motor arrancado).
- Sensor de posición del pedal de acelerador.
- Sensor de posición del cigüeñal.
- Sensor de temperatura del aceite de la caja.
- Sensor de rpm de eje de entrada de la caja.
- Sensor de rpm del eje de salida.
- Sensor kick-down.

La modernas cajas automáticas emplean sensores muy situados en su interior.

_ Sensores o entradas indirectas.

Las entradas indirectas se originan en otros circuitos como en el de la gestión del motor, frenos y ABS, etc. Y son compartidas mediante comunicación bus entre módulos.

CENTRALITA ELECTRONICA

La centralita electrónica de gestión del cambio es un microprocesador capaz de procesar todas las señales que reciben de los sensores y de otros módulos o centralitas de mando.

La señales son analizadas y procesadas de tal manera que se determinen las señales de salida para las distintas electro válvulas de la unidad hidráulica. La activación de las electro válvulas en la unidad hidráulica provoca la apertura o cierre de la canalización de aceite para producir el frenado, liberación o unión de los distintos elementos de los trenes epicicloidales y obtener las distintas velocidades que se dispongan en el cambio.