

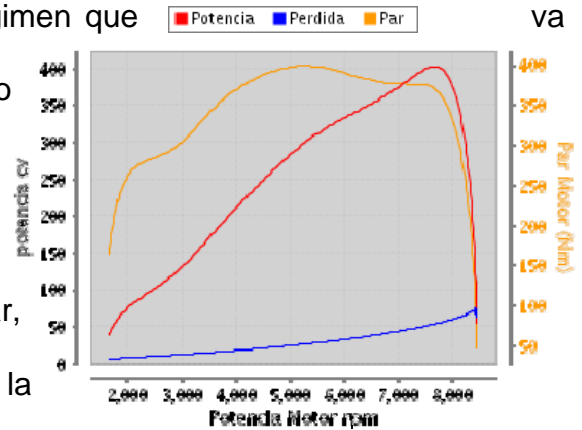
# Índice

Índice.....	1
Cuestiones preliminares.....	2
La necesidad del cambio de marchas .....	2
Componentes de los cambios .....	2
El Embrague .....	3
Tipos de cajas de cambios.....	5
Los mandos exteriores de activación de las cajas de cambio automatizadas .....	7
Los cambios robotizados.....	8
Cambios con embrague pilotado y caja de cambios con accionamiento manual .....	10
Componentes del sistema de embrague pilotado .....	10
Características de funcionamiento del sistema .....	14
Cambio de embrague y accionamiento de marchas robotizado.....	15
Características técnicas.....	16
Lógica de funcionamiento.....	19
Transmisiones de doble embrague y accionamiento de marchas robotizado .....	20
Funcionamiento del cambio .....	22
Componentes del cambio .....	23
Los embragues .....	23
Árboles secundarios.....	24
Árbol inversor .....	24
Sistema de gestión del cambio: Mecatronic.....	24
Otros tipos de robotización en el accionamiento de las relaciones de cambio.....	25
Cambio automático de trenes epicicloidales.....	26
Variador continuo.....	27
Conclusiones.....	29
Bibliografía .....	30

# Cuestiones preliminares

## ***La necesidad del cambio de marchas***

Un motor normal de explosión usa un régimen que va desde las 800-1000 revoluciones por minuto hasta las 4500 de un motor diésel o incluso 20.000 de un motor gasolina de competición. Otro aspecto fundamental de un motor es su par, que es la fuerza con la que el émbolo empuja a la biela que hace girar el cigüeñal, y define la fuerza con la que gira éste.



En cambio, las ruedas no necesitan un régimen de giro tan alto, ya que las ruedas de un turismo normal giran a unas 350 revoluciones por minuto aproximadamente (dependiendo del diámetro de la rueda) para conseguir una velocidad de 110 km/h, este régimen de las ruedas está bastante por debajo de las 2000 ó 3000 r.p.m. a las que gira un motor cuando el vehículo marcha a esa velocidad.

A la vez, el par motor también debe ser transformado para que supere al par resistente, que es el par formado por la resistencia del propio peso del coche a moverse.

Para poder adaptar estas dos variables se hizo uso de la caja de cambios, que consiste en grupos de engranajes que transforman el par y régimen para que las ruedas lo reciban en su justa medida para la necesidad de marcha.

## **Componentes de los cambios**

Aparte del bloque de la caja de cambios, que analizaremos más adelante, para que se provoque esa transformación de par y que funcione bien, hacen falta otros

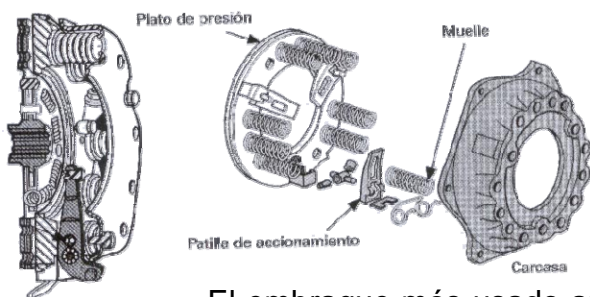
elementos imprescindibles para un vehículo a motor, esos elementos son el embrague y el diferencial.

## El Embrague

El embrague es necesario para desacoplar el movimiento del motor y la caja de cambios mientras que se cambia de relación de cambios, de lo contrario la caja de cambios se dañaría.

Existen varios tipos de embragues, dependiendo de si son automáticos o manuales

### - Embragues manuales



Son accionados mediante un pedal en el asiento del conductor, que por medio de un cable hace que se acoplen o desacoplen los discos.

El embrague más usado antiguamente ha sido el embrague de muelles, que acoplaba y desacoplaba el disco de embrague por medio de unas patillas de accionamiento que liberan al disco de embrague, luego éste vuelve a acoplarse con el volante de inercia del motor cuando se suelta el pedal del embrague a causa de los muelles del embrague.

Éste tipo de embrague ha sido sustituido en la actualidad por los embragues de diafragma, que sustituye los muelles helicoidales por un diafragma.



En reposo, la zona periférica del diafragma hace presión sobre la maza del embrague, y en la maniobra de desembrague el diafragma vuelve a su posición original mediante el collarín, y gira libre sin pasar el giro a la caja de cambios.

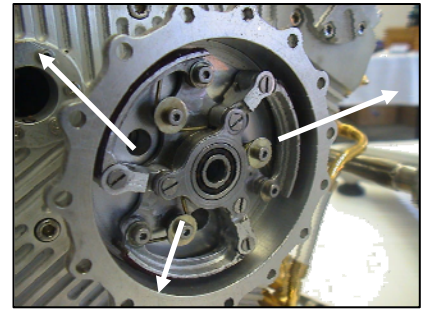
### - Embragues automáticos

Estos embragues hacen las maniobras de embragado y desembragado automáticamente, casi todos por medio de una centralita, y otros por la fuerza centrífuga generada por el propio peso del embrague.

Estos embragues son usados en cajas de cambio robotizadas o automáticas, y fueron inventados para éstas.

El embrague electromagnético usa un campo eléctrico para que un polvo magnético formado por partículas de hierro haga de pieza que une y hace friccionar el disco de acero del que viene el movimiento del motor a la corona que lleva el movimiento a la caja de cambios.

El embrague centrífugo consiste en un embrague que tiene dentro unos contrapesos con una masa determinada para que al pasar de cierto régimen los contrapesos tiren de unas patillas que a su vez tiran del



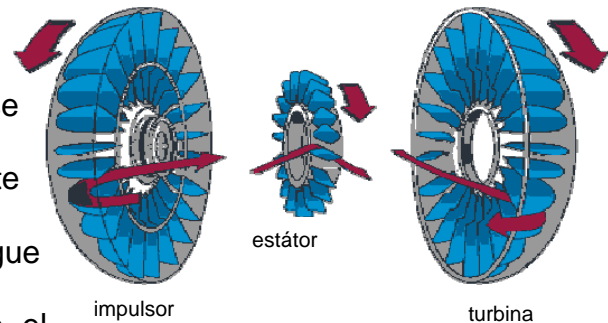
Embrague centrífugo

disco de fricción para desembragar, y cuando se vuelve a un régimen inferior, unos muelles recuperan la posición de embragado y vuelven a hacer girar solidariamente al disco de fricción con el volante de inercia del motor.

El embrague automático servocomandado consiste en un embrague centrífugo al que va unido un embrague convencional pero que está comandado por un mecanismo servoneumático, que hace la maniobra de embrague y desembrague en éste en función de la marcha y la carga del acelerador.

El embrague pilotado electrónicamente consiste en un mecanismo de embrague convencional comandado por un sistema hidráulico, que a su vez está comandado por un sistema electrónico de gestión.

El embrague hidráulico o convertidor de par consiste en una turbina y un impulsor, el impulsor recibe el movimiento del motor por medio de la fuerza centrífuga hace un torbellino con el aceite que se encuentra en el interior del embrague, ese torbellino lo recibe la turbina y lo convierte en movimiento. La diferencia entre embrague hidráulico y convertidor de par la define el estator, que es capaz de orientar sus álabes para cambiar la velocidad y por transferidor (convertidor de par)

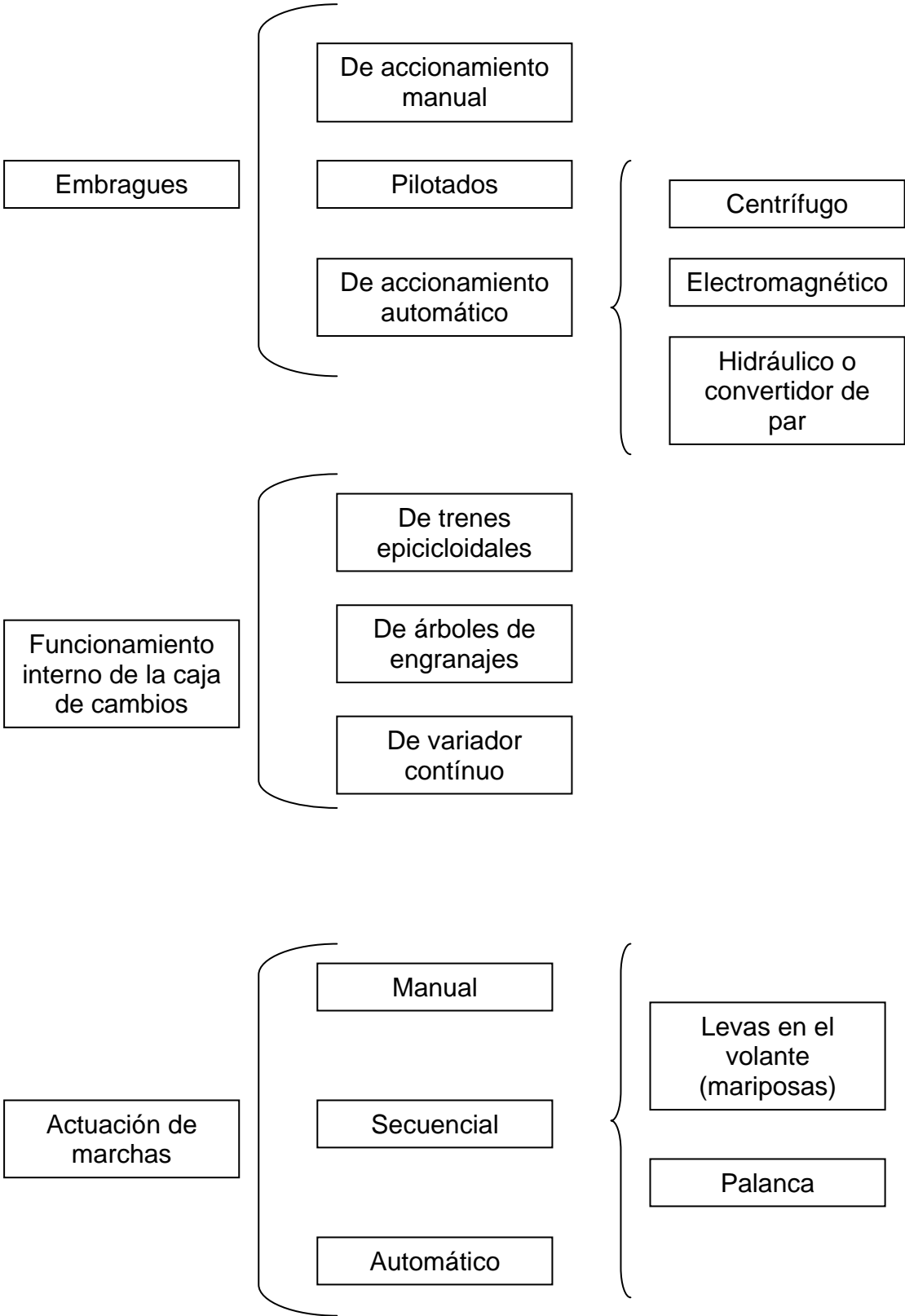


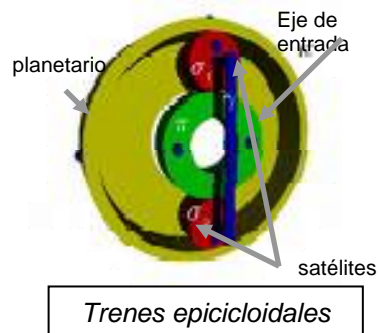
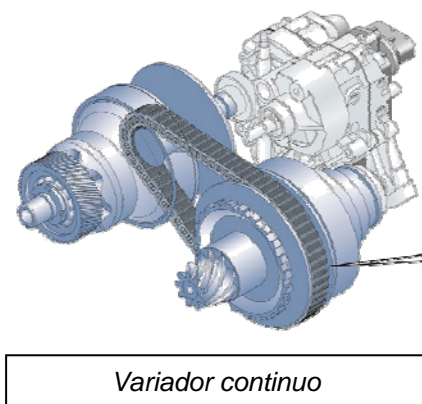
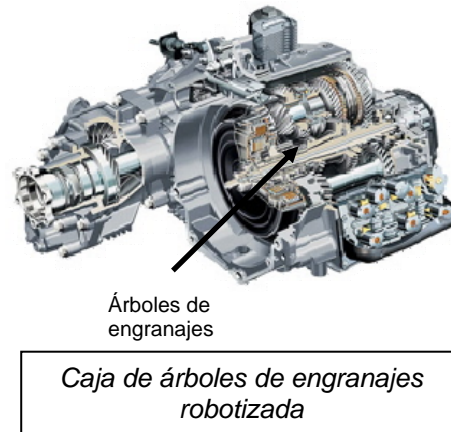
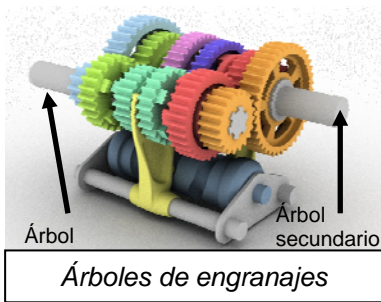
### Tipos de cajas de cambios

Debido a su complejidad, hay mucha variedad de tipos de cajas de cambio, ya que muchas marcas han desarrollado sus propias cajas de cambios de acuerdo con sus avances tecnológicos. Estas diferencias entre cajas de cambios se van haciendo más notable cuando se habla de cajas de cambios más sofisticadas como los cambios automáticos.

Se pueden hacer varias clasificaciones de las cajas de cambio, y de hecho hay muchas opiniones en cuanto a las clasificaciones.

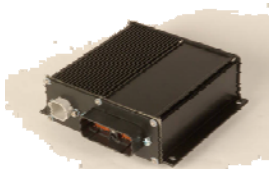
Por ejemplo, algunos opinan que una caja automática entra dentro de la clasificación de cajas robotizadas, ya que para hacer el cambio de marchas de forma totalmente autónoma se sirven de un sistema robotizado que empuja a los sincronizadores. En cambio otros piensan que una caja de cambios automática es una caja de trenes epicicloidales. Es por eso que hemos decidido hacer 3 tipos de clasificaciones: por tipo de embrague, por mecánica de la caja de cambios, por el tipo de accionamiento





## Los mandos exteriores de activación de las cajas de cambio automatizadas

Para proceder al cambio de marcha, debe haber un sistema que actúe sobre los mecanismos de la caja de cambios, puesto que en éste tipo de cajas ya no se hace por medio de un sistema puramente mecánico. Hay 2 sistemas que intervienen para comandar una caja de cambios automatizada:



-Una centralita electrónica que por medio de una electroválvula hace funcionar a un sistema hidráulico, que empuja a los sincronizadores.



-Cambio por levas en el volante o palanca secuencial, que envía las instrucciones a una centralita que las interpreta para hacer funcionar al mencionado sistema hidráulico para empujar a los sincronizadores.

# Los cambios robotizados

Entendemos como cambio robotizado a los cambios que no tiene pedal de embrague, pues este elemento está accionado por mediante motores electro hidráulicos de forma automática cuando el conductor selecciona las marchas. Por construcción guardan similitud con una caja de cambios mecánica de trenes de engranajes y se le dota de un dispositivo que se encarga de automatizar el acoplamiento del embrague, por tanto, no existe pedal de embrague.

Si la palanca tiene el clásico recorrido en H, de modo que es el conductor el encargado de desplazar las horquillas de selección de marchas, se le denomina cambio de embrague pilotado. Un ejemplo de esta caja de cambios es la utilizada por Fiat en su modelo Sceciento de la que hablaremos más adelante.

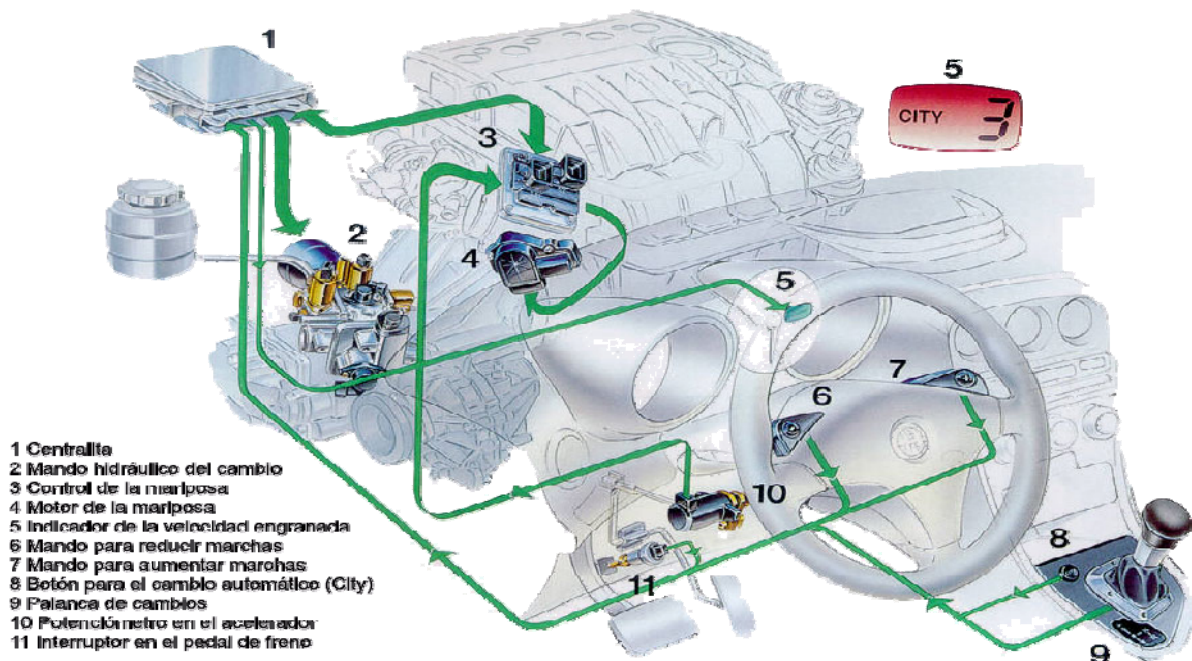
Este tipo de robotización del cambio tiene ventajas: alarga la vida del embrague, el coche no se cala como consecuencia de una mala gestión del pedal de embrague por parte del conductor y apenas empeora las prestaciones y los consumos. Como desventajas se le puede atribuir que para cambiar de relación es preciso levantar el pie del acelerador mientras que en un cambio de trenes epicicloidales no.

Pero los nuevos progresos de la tecnología (y más en el automóvil) a permitido que no solo se robotice el accionamiento del embrague sino de todo el cambio. Esto quiere decir que el conductor ya no mueve las horquillas que desplazan los sincronizadores sino que mueve una palanca en modo secuencial, que transmite la intención de cambiar a la centralita electrónica, y unas servo-bombas se encargan del resto. Lo mejor de estos cambios robotizados es que incluso ofrecen la posibilidad de



una función completamente automática, que mejora la comodidad al conducir por ciudad, en un atasco y libra al conductor estar continuamente centrados en actuar sobre pedal de embrague y palanca de cambios.

Entre las ventajas que aportan respecto a las cajas de embrague pilotado podríamos decir que, gracias a que eliminan la conexión mecánica del acelerador (son by wire, es decir electrónico) no es necesario levantar el pie del acelerador para ejecutar el cambio de marcha y al detenerse por completo reducen a primera por sí solos. También gracias a la electrónica permiten hacer el punta-tacón para elevar el régimen en una reducción y obtener así un mayor freno motor.



Otro tipo de cambio robotizado es el presentado por el grupo Volkswagen en 2003.

Este cambio llamado DSG del podríamos decir que son dos cajas de cambio de tres marchas cada una, unidas en una sola. Esto es posible porque es capaz de meter un árbol primario dentro de otro, y cada uno de ellos solidario con un embrague bañados en aceite. Entre las ventajas que presenta este tipo de cambio es una mayor suavidad que los cambios robotizados descritos anteriormente conservando la velocidad de respuesta. Está disponible con tres modos de actuación: manual,

automático y deportivo. Más adelante se describirá con detenimiento la caja de cambios robotizada DSG.

## **Cambios con embrague pilotado y caja de cambios con accionamiento manual**

La pionera en este tipo de caja de cambios fue la marca sueca Saab pero para entrar en detalles con este tipo de cambio nos vamos a apoyar en la caja de cambios que fue introducida por Fiat en el modelo Seicento, un coche indicado para la movilidad en ciudad por sus reducidas dimensiones y buena manejabilidad, al que se le introdujo un cambio de embrague pilotado para mejorar el consumo, ofrecer mayor confort y aumentar la durabilidad del disco del embrague.

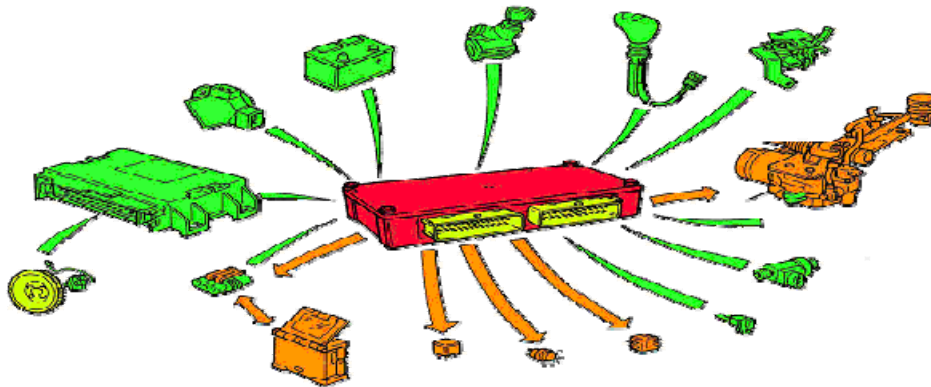
El embrague es del tipo tradicional, monodisco en seco y mecanismo de empuje dirigido hidráulicamente desde un centralita.

Es un sistema que puede entender cuando el conductor tiene la intención de cambiar de marcha y por consiguiente, gestionar el acoplamiento-desacoplamiento del embrague. de modo completamente automático. Permite al conductor conducir el coche utilizando solamente el pedal del freno y el pedal del acelerador. El automatismo se pone en funcionamiento sólo después de que se haya maniobrado en la palanca de cambios, por tanto el conductor decide en que situación realizar el cambio de marcha y que marcha.

### **Componentes del sistema de embrague pilotado**

#### **CENTRALITA ELECTRÓNICA DE CONTROL**

El sistema está compuesto por una centralita que tiene la finalidad de recoger las informaciones sobre el estado de utilización y funcionamiento del coche y elaborar los mandos que envía a un actuador electromecánico; este determina el desplazamiento de la horquilla de desacoplamiento del embrague mediante un circuito hidráulico.



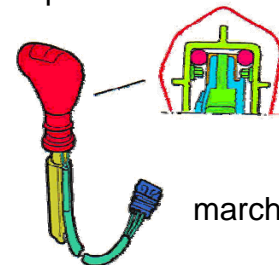
*Esquema de sensores y actuadores del Fiat sceicento*

## SENSORES

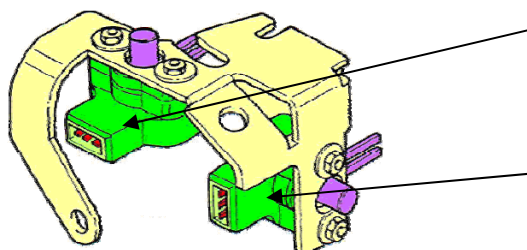
El sistema incluye algunos sensores que suministran a la centralita las señales necesarias para su correcto funcionamiento. Los más importantes son:

### - Sensor de esfuerzo en la palanca de cambios (push-pull).

Detecta la intención del conductor de cambiar de marcha mediante el interruptor incorporado en la misma palanca de cambios, está compuesto por un contacto integrado en el pomo de la palanca de cambios y junto con la señal del potenciómetro de posición de la mariposa avisa a la centralita que el conductor tiene la intención de cambiar de marcha. El contacto se cierra y manda una señal a la centralita cuando se siente un empuje a lo largo del acoplamiento / desacoplamiento de una marcha superior a  $12 \pm 4N$  y se abre cuando termina este empuje, se conecta con el cableado mediante un conector y la señal que envía a centralita es una señal de masa.



### - Sensores potenciométricos de reconocimiento de las marchas.



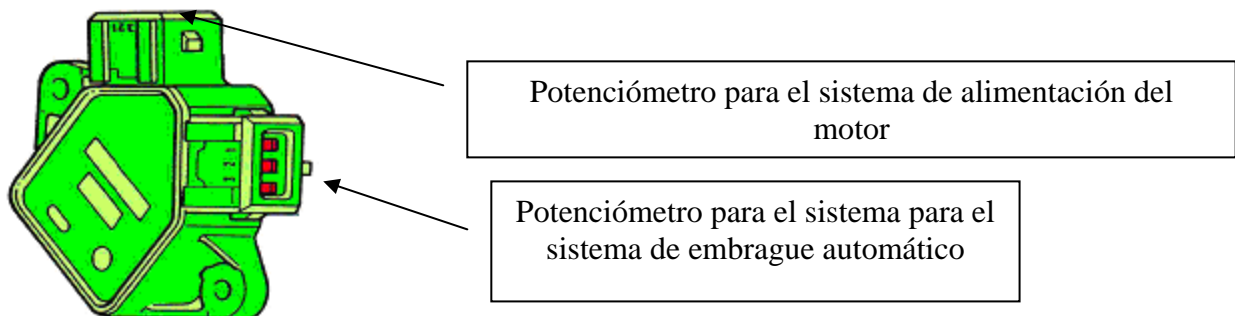
*Potenciómetro de selección de marchas*

*Potenciómetro de acoplamiento de marchas*

Estos sensores informan a la centralita cuando la palanca del cambio está en posición de punto muerto y cuál relación está acoplada; su carrera es tal, que cubre todo el recorrido de las palancas de transmisión de selección de acoplamiento incluyendo la holgura que la palanca tiene. En caso de desmontaje o montaje no se necesitan regular ya que la centralita puede memorizar los nuevos valores de acoplamiento/selección. Se conectan con el cableado mediante dos conectores de tres vías.

- Sensor potenciométrico posición mariposa

El sistema, para determinar la carga del motor, utiliza la señal específica de posición mariposa y la señal del número de r.p.m. del motor. Este sensor (el de mariposa) está compuesto por dos potenciómetros ubicados en un cuerpo solo en su interior hay dos pistas y dos partes móviles dirigidas directamente por el eje de la válvula de mariposa.



La señal de este sensor conjuntamente con las señales del sensor de número de r.p.m. del motor y sensor de la palanca de cambios (push-pull) son usadas por la centralita para calcular la carga del motor y saber cuando el conductor tiene la intención de cambiar de marcha.

- Sensor de velocidad

El sensor es del tipo de efecto Hall y transmite 16 impulsos/ r.p.m. a la centralita que en base a la frecuencia de estos impulsos puede establecer la velocidad del coche.

### - Sensor potenciométrico de posición del pistón maestro electroaccionador

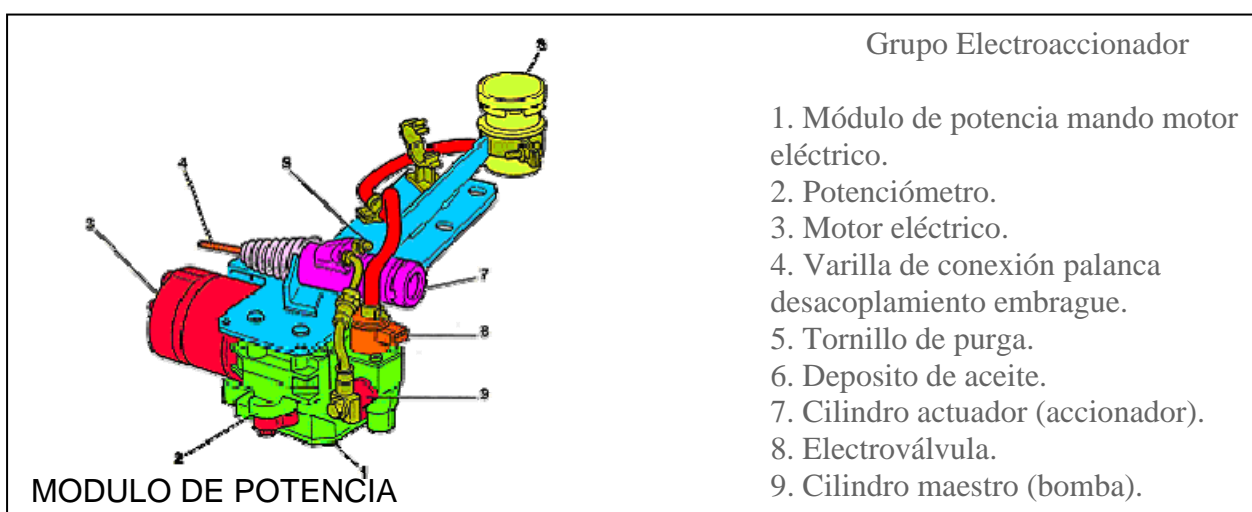
Este sensor está fijado en el grupo electroaccionador y detecta el desplazamiento del pistón maestro. La señal de este sensor es usada por la centralita para controlar que después de la orden enviada al motor eléctrico, el pistón maestro se desplace correctamente. Si esto no se efectúa, la centralita modifica dicha orden al motor eléctrico.

Además de los sensores descritos anteriormente a la centralita de gestión del cambio le llegan otras señales como: estado de la batería , conmutador de arranque, interruptor de mando de la lámpara de techo en puerta delantera izquierda y derecha y centralita de gestión motor

### ACTUADORES

El grupo electroaccionador es el actuador e integra al: Accionador electromecánico, módulo de potencia y mando hidráulico tradicional.

El grupo electroaccionador está compuesto por un circuito eléctrico y por un circuito hidráulico; el motor eléctrico dirigido por la centralita pone en presión el aceite en el interior del circuito hidráulico, creando así un mando que actúa directamente en la palanca de mando acoplamiento- desacoplamiento embrague.



Transforma las señales eléctricas de mando de la centralita en señales de potencia para el accionamiento del motor eléctrico (accionador electromecánico).

#### MANDO HIDRÁULICO TRADICIONAL

Dirige el movimiento de la horquilla de desacoplamiento del embrague situada en el cambio. Está compuesto por:

Cilindro maestro (bomba), tubos de conexión, cilindro actuador (accionador), depósito del aceite y electroválvula que permite el acoplamiento en caso de una avería grave en el sistema

### **Características de funcionamiento del sistema**

#### ELECTROVÁLVULA ELECTROACCIONADOR

La electroválvula está fijada al grupo electroaccionador. Cuando falta la alimentación eléctrica está abierta y el circuito hidráulico está en comunicación con el depósito, mientras que cuando está alimentada se cierra.

Cuando la electroválvula está cerrada es posible crear presión en el interior del circuito hidráulico y por lo tanto, la centralita puede dirigir el desacoplamiento del embrague. Cuando la está abierta no es posible crear presión de aceite en el circuito hidráulico y el embrague permanece siempre acoplado. Esto garantiza una completa seguridad en caso de interrupción accidental de la alimentación, y aprovechar una marcha corta como freno de estacionamiento cuando el coche está aparcado.

#### DESACOPLAMIENTO EMBRAGUE

El motor eléctrico está alimentado por el módulo de potencia. El tornillo de mando del motor gira haciendo avanzar a un tornillo el cual mediante una cazoleta empuja hacia delante el pistón maestro que comprime el aceite del circuito hidráulico que viene del depósito.

Con la centralita de gestión del cambio alimentado eléctricamente a la electro válvula (la llave de contacto tiene que estar en la posición de motor en marcha) está permanece cerrada, de manera que cuando se desplaza hacia adelante el pistón maestro, el aceite no retorne al depósito.

Cuando el pistón maestro se desplaza hacia delante, venciendo la fuerza del muelle, el aceite se comprime pasando el aceite a presión por la tubería desplazando el pistón (cilindro actuador, 7) de mando solidario con la varilla de mando y con la horquilla que actúa sobre el collarín desacoplando de esta forma, el embrague.

#### ACOPLAMIENTO DEL EMBRAGUE

El motor eléctrico, dirigido por el módulo de potencia, actúa sobre el tornillo de mando que gira haciendo volver la cazoleta solidaria con el pistón. El pistón maestro bajo el empuje del muelle vuelve a la posición de reposo. De esta forma y ante la falta de presión aceite en del circuito, el pistón de mando vuelve a la posición de reposo bajo la acción de su muelle y del muelle del plato de empuje, acoplando de esta forma el embrague.

## **Cambio de embrague y accionamiento de marchas robotizado**

Nace como una evolución a la variante de embrague pilotado descrito anteriormente. Ésta caja se creó para no tener que soltar las manos del volante, así como para conseguir unos cambios más rápidos con este sistema de transmisión.

Así se permite que el conductor no tenga que pisar el embrague ni accionar la



palanca de cambio cuando decida usar un modo automático, pero también debe permitir usar un modo manual que de unas buenas sensaciones de conducción. Por eso en vez de usar una caja automática convencional (de trenes epicicloidales) usa como base una caja de árboles de engranajes.

Ésta caja evoluciona de la caja manual de 5 marchas, de hecho este sistema no modifica el embrague ni la parte interior del cambio, sólo la caja del cambio para



insertar los actuadores hidráulicos de mando del embrague y acoplamiento de marchas

*Selespeed acoplado a un motor alfa*

Ésta caja la monta Alfa Romeo en todos sus modelos, aunque no viene de serie.

## Características técnicas

Ésta caja está formada por 3 ejes de engranajes en cascada apoyados sobre rodamientos, y un par de reducción final cilíndrico.

Se sirve de:

- La propia caja de cambios
- Centralita electrónica
- Mando consola central (palanca)
- Pulsador City
- Mandos en el volante (levas)



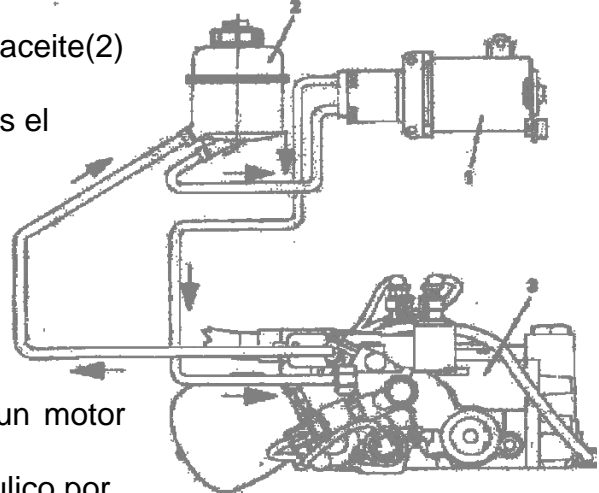
**El sistema hidráulico** está compuesto por:

1- Una electrobomba que aumenta la presión de aceite(1)

2- Un depósito donde se guarda el aceite(2)

3- Un grupo electrohidráulico que es el encargado de gestionar qué sincronizador mover (3).

La electrobomba consiste en una bomba de engranajes que es movida por un motor eléctrico, y se conecta al grupo electrohidráulico por medio de un tubo de alta presión.



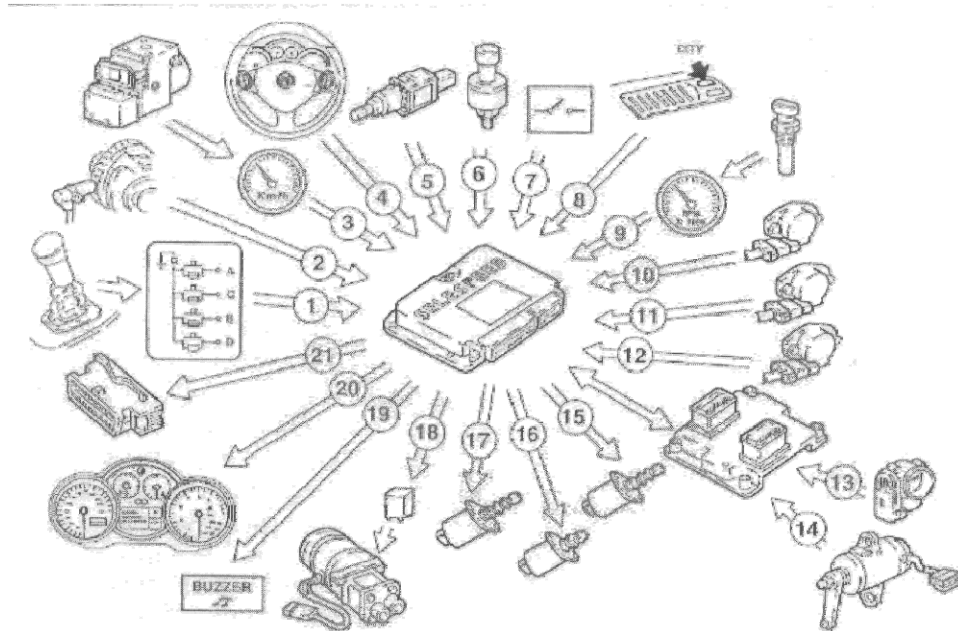
El depósito se ubica en el soporte de la bomba hidráulica, y tiene dos tubos: uno de envío y otro de retorno.

La misión del grupo electrohidráulico consiste en:

- Accionar la palanca de embrague
- Accionar el eje del mando de marchas
- Mantener una reserva de potencia hidráulica para asegurar el buen funcionamiento de los actuadores.

El embrague es un embrague convencional por disco, con la única peculiaridad que es accionado por el grupo electrohidráulico en vez de por un pedal en la cabina. Por lo que se puede decir que es un embrague pilotado, es por eso que el pedal queda suprimido en este tipo de cambios.

El sistema electrónico está compuesto por:



- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1- Palanca selección de marchas       | 11-Sensor posición marchas                   |
| 2- Sensor revoluciones motor          | 12-Sensor posición acoplamiento marchas      |
| 3- Velocidad vehículo                 | 13-Cuerpo de mariposa integrado              |
| 4- Levas en el volante                | 14-Potenciómetro del pedal del acelerador    |
| 5- Interruptor del pedal del freno    | 15-Electroválvulas proporcionales de presión |
| 6- Sensor presión aceite              | 16-Electroválvula on-off                     |
| 7- Interruptor puerta conductor       | 17-Electroválvulas proporcionales de caudal  |
| 8- Pulsador modo CITY                 | 18-Electrobomba                              |
| 9- Sensor revoluciones entrada cambio | 19-Avisador acústico                         |
| 10-Sensor posición embrague           | 20-Cuadro de a bordo                         |
| 21-Toma de diagnóstico                |  |

## ***Lógica de funcionamiento***

### Al girar la llave:

El sistema activa la electrobomba, que acumula la presión necesaria hasta que ésta es la suficiente para asegurar el funcionamiento del sistema, entonces es cuando la centralita cambia automáticamente a punto muerto (por esto por lo que se debe arrancar con el pedal de freno pisado). Después de esto se cambia al modo semiautomático.

Después de que el vehículo se ponga solo en punto muerto, el conductor puede ahora elegir la marcha con la que hacer la puesta en marcha. Por seguridad, al hacer la puesta en marcha del vehículo sólo se puede usar la palanca de la consola central, pues las levas se excluyen cuando se circula a una velocidad inferior a 10 km/h, aun seleccionando la marcha con la palanca se debe tener el pedal del freno pisado para evitar salidas demasiado bruscas o inesperadas.

Una vez que se ha producido el cambio de marcha, cuando la centralita detecta que el régimen de giro en el disco de embrague y en el volante motor coinciden, el embrague se cierra del todo.

### Freno motor en bajada:

Con el vehículo en una bajada, con una marcha acoplada, pedal acelerador suelto y velocidad en aumento y por encima de los valores prefijados en la centralita, se cierra automáticamente el embrague para hacer el freno motor. El cierre del embrague no se efectúa en el caso de que el vehículo se mueva en dirección opuesta a la marcha seleccionada.

Deceleración:

Al decelerar, la centralita desembraga automáticamente para evitar que el motor se cale. Esta operación depende de las revoluciones del motor, nivel de deceleración, y el interruptor del pedal de freno. En deceleración y con una marcha superior a la 3ª, la centralita reduce la marcha automáticamente.

Funcionamiento semiautomático:

Una vez que el cambio de marcha es aceptado por la centralita (si está en un rango con límites máximo y mínimo de revoluciones), se producen 3 fases para el cambio de marcha:

Reducción del par motor mediante la reducción de avances y cierre de mariposa, y después apertura del embrague

-Desembrague de la marcha actual y acoplamiento de la nueva.

-Cierre modulado del embrague y retorno gradual al par máximo del motor.

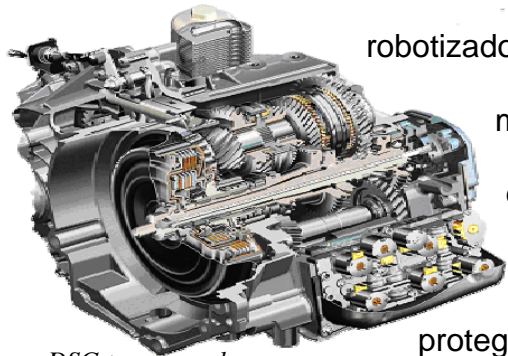
Cambio CITY:

El cambio de marcha según se indica en el mapeado que tiene la centralita, este mapeado va en función de: posición del pedal acelerador, velocidad del vehículo, y marcha óptima – posición del pedal del freno

## **Transmisiones de doble embrague y accionamiento de marchas robotizado**

Este tipo de cajas de cambio conservan una estructura interna de una caja de cambios mecánica tradicional, a base de trenes de engranajes, pero con la particularidad de que interiormente son dos cajas de cambio juntas, con sus correspondientes paquetes de embrague, en un solo conjunto.

Este tipo de caja de cambios nace con el objeto de mejorar las características de las cajas mecánicas con accionamiento de un solo embrague y selección de marchas



*DSG transversal*

robotizado en aspectos como la comodidad de uso -estás dan mucho tirón al ser un acople/desacople repentino del disco de embrague-, el consumo -especialmente en modelos con carácter más turístico o urbano- y proteger la mecánica ( en la función de cambio de

selección de marchas por parte del conductor) de posibles fallos humanos en la inserción de marchas respecto a los cambios manuales, ya que el sistema vigila que la siguiente marcha no caiga en sobrerégimen con consecuencias negativas para el motor y en función de los parámetros ejecuta el cambio. En definitiva engloba lo mejor de una caja de cambios automática con convertidor de par con el rendimiento mecánico y ausencia de pérdidas por resbalamiento de una caja mecánica manual.

La caja de cambios en la que vamos a centra nuestro estudio es la DSG, equipada por el grupo Volkswagen para sus modelos de motor transversal con un límite de transmisión de par motor de 350NM. También está disponible un variante para Bugatti(la marca más



*DSG longitudinal del Bugatti*

exclusiva del grupo), esta es un variante de 7 velocidades para el Veyron modelo que equipa un motor de 16 cilindros y 4 turbos que desarrollan 1000cv y 1250NM de par máximo al embrague.

Actualmente las cajas de cambio con estas características funcionales (dos embragues, dos primarios y dos secundarios) están siendo objeto de estudio por parte de otras marcas como BMW y Porsche para incluirlos en sus versiones más deportivas. Pero solo la ha podido poner en el mercado el grupo Volkswagen aplicando sus años de experiencia en la competición ya que esta caja apareció por primera vez en 1986 de la mano del Audi Quattro S1 grupo B para aprovecha al máximo el

potencial de su poderoso motor turbo de más de 500cv para que no se ininterrumpiera la transmisión de par para el turbo estuviera soplando siempre al máximo.

## **Funcionamiento del cambio**

El principio de funcionamiento se basa en el empleo de un embrague doble accionado hidráulicamente, pero gestionado por una electrónica de control que el DSG incorpora en la propia caja, también, la mayoría de los sensores y actuadores. El funcionamiento del cambio se optimiza al intercambiar información con otros sistemas y gestione del vehículo, como es la gestión de frenos o la de motor.

### Características principales:

- Tiene un embrague doble, formado por dos embragues multidiscos en baño de aceite
- Dispone de seis marchas adelante y una marcha atrás, todas sincronizadas.
- Ofrece tres modos de conducción, normal “D”, deportiva “S” o manual “+”, “-”.
- La Mecatronic es el sistema que engloba en un conjunto la unidad de control electrónica y la electrohidráulica.
- Cada transmisión parcial o ramal tiene asignado uno de los embragues multidisco que hay en el interior del conjunto del embrague doble, un árbol primario y un árbol secundario.
- La electrónica de control gestiona el circuito hidráulico para regular la apertura o cierre de los embragues y la conexión o desconexión de las marchas, según las condiciones de
- circulación de esta manera siempre hay de fuerza de impulsión en una de las transmisiones parciales, mientras que en la otra se preselecciona la marcha siguiente (solo en la modalidad “D” –direct-), pero todavía con el embrague sin conectar. Cada marcha tiene asignados un sincronizador y un mando propio.

## Componentes del cambio (más información en power point anexo)

### Los embragues

El embrague doble está formado por dos paquetes de embrague independientes, embrague multidisco exterior (denominado internamente K1, de Kupplung, que en alemán significa embrague) y embrague multidisco exterior (K2). Ambos embragues son accionados hidráulicamente y cada uno de ellos está asociado a un árbol primario.

#### Embrague multidisco exterior (k1)

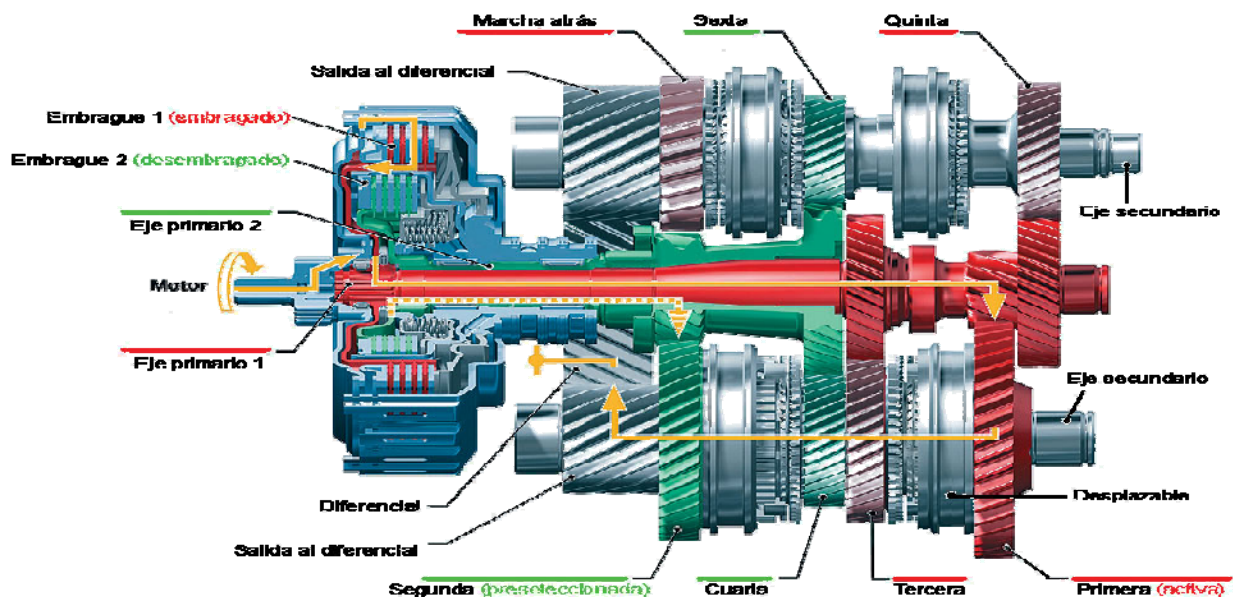
Está constituido por el soporte multidisco exterior y los discos metálicos, que son solidarios al volante de inercia, y por los discos de fricción y el portadiscos interior del embrague K1, que están unidos al árbol primario 1

#### Embrague multidisco interior ( k2)

Formado por el porta discos exterior K2 además de los discos de fricción solidarios con el árbol primario 2

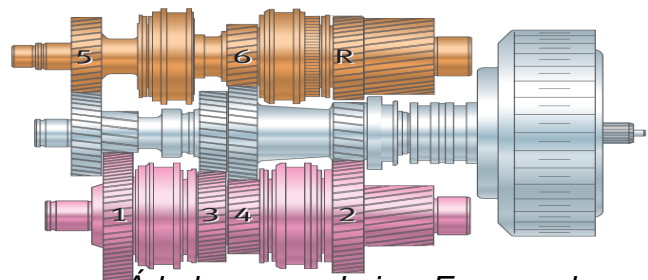
### Árboles primarios

Ambos árboles primarios son concéntricos, siendo interior el árbol primario 1 y exterior el árbol primario 2.



## Árboles secundarios

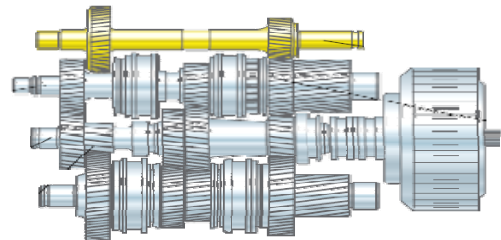
Se trata de árboles huecos sobre los que se montan los piñones de las marchas, los cuales giran libres sobre rodamientos de agujas .



Árboles secundarios: En rosa el 1 y en naranja el 2

## Árbol inversor

El árbol inversor (en la imagen en amarillo) se encarga de invertir el sentido de giro del árbol secundario 2 y, con éste, también el sentido de giro del piñón de salida hacia el grupo final del diferencial. Engrana con el piñón compartido para la 1ª marcha y marcha atrás en el árbol primario 1 y con el piñón libre para marcha atrás en el árbol secundario 2.



En amarillo el árbol inversor

## Sistema de gestión del cambio: Mecatronic

La Mecatronic es una unidad compacta en la que la mayoría de los sensores se encuentran integrados en la unidad de control los actuadores eléctricos están alojados directamente en la unidad de mando hidráulico. Consta de: unidad de control del cambio automático, unidad de mando hidráulica, y placa de circuito impreso.

Unidad de control hidráulica

Unidad de control electrónica (vista delantera y trasera)





### Unidad de control del cambio

La unidad de control incorpora la electrónica de gestión y doce sensores, concretamente:

ocho sensores Hall, dos sensores de presión, y dos de temperatura. Mediante las señales procedentes de los sensores internos, de otros externos y con los datos procedentes de otros sistemas, la unidad de control determina la función que debe activar en cada momento excitando los actuadores correspondientes

### Unidad de mando hidráulica

Tiene como objetivo gestionar la presión hidráulica para llevar a cabo las funciones realizadas por la unidad de control del cambio. La unidad de mando hidráulica incorpora en

su interior la parte electromecánica e hidráulica de válvulas conmutadoras, de gestión, de descarga y correderas.

### Placa de circuito impreso

Asume la función de agrupar en una pieza todos los conductores eléctricos entre la unidad de control del cambio y las válvulas de activación eléctrica.

## **OTROS TIPOS DE ROBOTIZACIÓN EN EL**

## **ACCIONAMIENTO DE LAS RELACIONES DE CAMBIO**

Muchos autores incluyen en la definición de robotización el accionamiento electrónico de la selección de la marcha, por tanto hemos querido incluir en el trabajo la selección de marcha a voluntad del conductor de los modernos cambios automáticos

de trenes epicicloidales y convertidor de par como nexo de unión en volante de inercia y caja de cambios. Y también en los cambios de variador continuo.

## **CAMBIO DE TRENES EPICICLOIDALES**

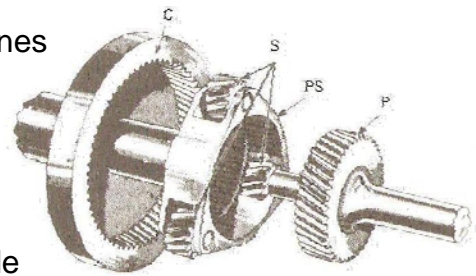
Entendemos como caja de cambios automática a aquella caja de cambios que estructuralmente está constituida en su interior por trenes

epicicloidales en lugar de árboles de engranajes

Cajas de trenes epicicloidales están constituidas por

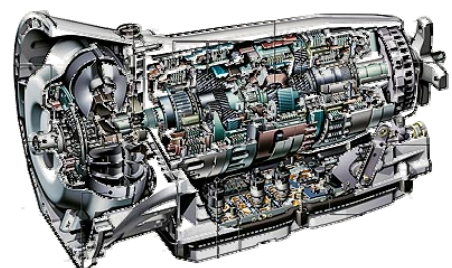
un planetario(P) con dentado externo, un eje de

entrada, unos satélites (S), los portasatélites (PS) al cual se fijan los satélites en sus ejes de giro y la corona dentada(C).



Son capaces de variar la relación de transmisión dependiendo de que engranajes se queden bloqueados.

Desde que apareciera la caja automática Tiptronic de Porsche en 1990 las transmisiones automáticas han supuesto un gran avance ya fue la primera caja automática que permite una la elección de la marcha que quiera el conductor que el cambio engrane. Para la elección de las marchas se disponen, por lo general, de un pasillo o carril en el mando ,el conductor tan sólo debe desplazar la palanca mediante movimientos laterales o longitudinales la palanca a uno u otro lado, dependiendo de la marcha que quiera insertar. Este movimiento se transforma en una orden a la centralita de gestión del cambio y esta a su vez envía una señal a los actuadores electrohidráulicos, que son los encargados mediante la presión del aceite de engranar la relación escogida mediante el frenado o dando movimiento



*7G Tronic de Mercedes-Benz*

a los distintos componentes del los trenes epicicloidales. El centralita es la que decide

si el cambio puede realizarse o va a ser perjudicial para la mecánica en el caso de un reducción brusca en la que el motor vaya a caer a un régimen superior al de corte o en caso de que el motor gane revoluciones sin que el conductor realice el cambio, la centralita de gestión aumenta una marcha. Si por el contra el régimen es muy bajo tanto como para llegar a régimen de ralentí la centralita reduciría una marcha si el conductor no lo realiza.

Existe una variante de cambio secuencial utilizado por Mercedes en la que se actúa sobre la palanca de manera secuencial para decir al cambio hasta que marcha queremos que engrane, sin pasar de ella. En este tipo de cambio si se podría llegar al límite de giro del motor sin que se pase a un relación superior. Actualmente este cambio se ha sustituido por uno de 7 velocidades hacia delante 2 dos hacia atrás una de ellas más larga indicada para superficies deslizantes. Es uno de los cambio más evolucionados del momento ya que permite con la función Kit-down una reducción de hasta 3 marchas de una sola vez.

## **VARIADOR CONTINUO**

Este tipo de transmisor de par, que podría no denominarse de cambios puesto internamente no existen unas relaciones fijadas en unos trenes epicicloidales o trenes de engranajes si no que los desarrollos quedan determinados por dos poleas



*Gargantas de las poleas*

formadas por elementos cónicos, unidas por una cadena que transmite la potencia. La desmultiplicación del motor se realiza mediante la variación de las gargantas de las dos poleas. Una de ellas recibe el movimiento del motor y la otra lo envía a los elementos de la transmisión. El cambio de anchura de las poleas se consigue mediante la presión de un circuito hidráulico, y la transmisión de la fuerza al motor puede

hacerse mediante un embrague convencional, uno electrohidráulico o un convertidor de par. Uno de los cambios en la actualidad que se establece unas “relaciones de transmisión” es el Multitronic de Audi.



En este sistema transmisor de par es posible actuar de un modo manual en la elección de la marcha que queremos llevar engranada pasando la palanca selectora al pasillo derecho de la posición “D” y con ello podremos

actuar o bien en la propia palanca mediante toque adelante-atrás o bien mediante las levas situadas en el volante.



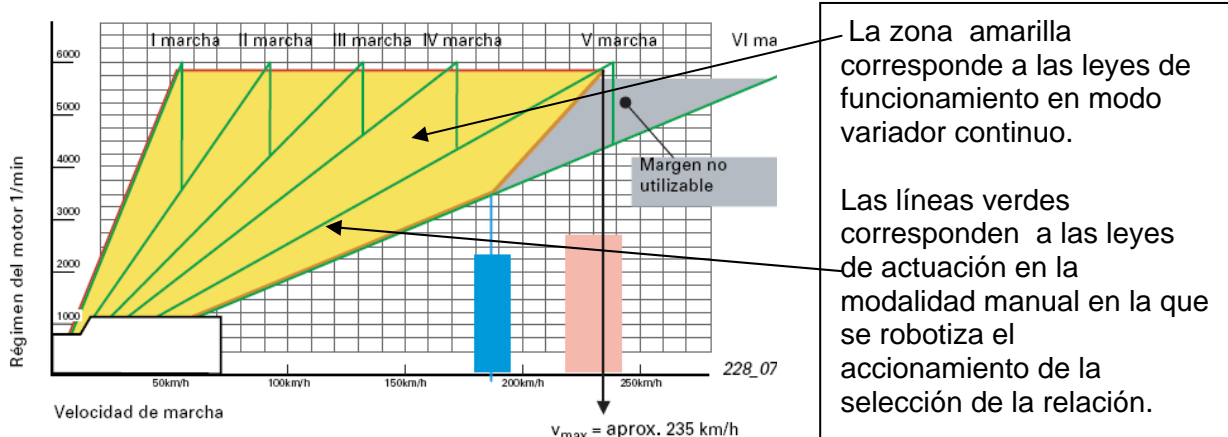
*Pulsadores en el volante. Multitronic.*

Con los que se pueden elegir seis niveles fijos de

desmultiplicación. Con un leve toque sobre la palanca de selección hacia delante o hacia atrás, o por medio de los interruptores situados en el volante.

La orden del cambio de “relación o marcha” a una mayor(+) o menor(-) sobre los conmutadores transmiten una señal de masa hacia la unidad de control del cambio y esta a su vez actúa sobre la unidad hidráulica y esta ejecuta la acción si está dentro de los parámetros de funcionamiento. Si el cambio de relación va a provocar un excesivo régimen de giro del motor el cambio no se efectuaría. El comportamiento y las estrategias en el modo “manual” son idénticos a los del cambio automático escalonado.

El siguiente cuadro representa las distintas leyes de actuación de cambio:



## Conclusiones

La realización de éste trabajo ha sido un gusto para nosotros, pues es un tema amplio y de nuestro agrado en el que se describen uno de los puntos más avanzados y sorprendentes del automóvil.

A su vez, nos ha planteado varios retos, tales como la forma de estructurar un trabajo que trata de un tema tan amplio y que ya de por sí en su estructuración hay diferentes opiniones. Es por ello que con la realización de éste trabajo creo que hemos aprendido bastante sobre cómo abordar los temas, y en especial sobre la tecnología de las cajas de cambio en el automóvil, cosa que nos vendrá muy bien en nuestro futuro profesional.

Hemos localizado mucha información, por lo que hemos intentado sintetizarla en las 30 paginas que tenemos de espacio para hacer el trabajo, aun así no hemos podido hablar de éste tema todo lo que quisiéramos. Tuvimos que elegir qué información era más importante para poder incluirla en el trabajo. Por eso hemos incluido algunas presentaciones en powerpoint y un vídeo explicando un poco más esa información que no pudimos incluir en este trabajo, pero aún así esa información que hemos explicado en otros archivos es sólo una parte.

En segundo lugar querríamos agradecer a nuestros profesores y compañeros de clase su apoyo, ya que en todo momento nos han tenido informados sobre el concurso y sus reglas.

También agradecer a Claudio González porque sin él no hubiera sido posible hacer el vídeo sobre la prueba práctica DSG, dejándonos hacerlo en su propio coche, y por último agradecer este tipo de iniciativas extraescolares a los que han hecho posible el programa COMFORP y todos los patrocinadores que apoyan a esta iniciativa.

# Bibliografía

## MANUALES DIDÁCTICOS

- Manual autodidáctico Selespeed (Alfa Romeo).
- Manual autodidáctico DSG (grupo Volkswagen).
- Manual autodidáctico Steptronic (BMW).
- Manual autodidáctico Embrague pilotado (Fiat Seicento).

## REVISTAS

- Revistas Autopista: números 1985, 2264, 2316, 2382.
- Revistas Coche Actual: 920.
- Revistas Auto Mecánica: 250, 263.
- Revistas Tecno Autofácil: 14.
- Revistas Nuestros Talleres 270, 271, 272, 273, 274.

## LIBROS

- Sistemas de transmisión y frenado, por José Manuel Alonso. Editorial: Paraninfo
- Tecnología punta para el nuevo siglo. Nueva enciclopedia Coche Actual Editorial Motor-press Ibérica, España.
- Diccionario enciclopédico del automóvil. Nueva enciclopedia Coche Actual. Editorial Motor-press Ibérica, España.
- Arias-Paz manual de automóviles 2001. Editorial Cie Dossat.
- El equipo de competición. Josep Castañé. Editorial Ceac técnico del automóvil.

## WEB´S VISITADAS:

[www.km77.com](http://www.km77.com)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com)