

Guión.

1. Desarrollo de la Tecnología. Técnica.
2. Clasificación de los Cambios Robotizados.
Cambio Automático.
Elementos mecánicos.
Embrague hidráulico y Convertidor de Par.
Tren Epicycloidal: elementos, frenos, embragues y rueda libre.
Palanca selectora.
Elementos Hidráulicos.
Bomba de Aceite.
Bloque Electro-hidráulico.
Elementos Eléctricos.
Sensores Eléctricos que se utilizan.
Centralita, o módulo.
Red Multiplexada. CAN-BUS.
Cambios Evolucionados a partir del Automático.
Cambio Tiptronic, de Porsche.
Diseño Constructivo.
Innovaciones y Funcionamiento.
Seguridad.
Funcionamiento básico del Cambio Manual.
Ejes y Pares de engranajes.
Horquillas y Sincronizadores.
Selección de marchas.
Cambios Evolucionados a partir del Cambio Manual.
Cambio Manual Automatizado, de Mercedes-Benz.
Cambio DSG, de Volkswagen.
Cambio SMG II, de BMW.
3. Sistemas de verificación de componentes y datos.

1. Desarrollo de la Tecnología.

La mejora de las infraestructuras en el planeta, el cambio hacia una vida más acelerada, en la que la mayoría de las personas disponen de muy poco tiempo libre, el aprovechamiento de la energía hacia un mayor rendimiento y la tendencia hacia la comodidad personal han sido las causas que han llevado a cabo la evolución de los vehículos desde su nacimiento.

Los primeros automóviles capaces de desplazarse autónomamente, utilizando únicamente la energía interna del combustible utilizado, ya sea gasolina, minerales, gas...eran pesados, lentos, incómodos, elitistas y poco rentables en cuanto a rendimiento.

Pero si estos vehículos han ido evolucionando hacia lo que conocemos hoy en día (automóviles ligeros, tecnológicamente muy avanzados, globalizados, seguros, etc.) ha sido porque se ha considerado que es el medio de transporte más personal e independiente que guarda una más que aceptable relación en cuanto a prestaciones, coste y seguridad.

Todo esto ha sido posible gracias a las grandes inversiones monetarias de los Constructores para ser más competitivos e intentar liderar el sector Automovilístico, alcanzando un mayor volumen de negocio, y es que no hay que olvidar que la Automoción es, probablemente, el sector que más dinero mueve del Planeta, y gran parte de ese dinero se invierte en I+D.

También hay que tener en cuenta que la Automoción es uno de los campos Tecnológicos más amplios, ya que dentro de un vehículo podemos encontrar desde simples circuitos eléctricos hasta complejas innovaciones en Telecomunicaciones como la Tecnología GPS, desde simples tornillos hasta futuristas innovaciones de control del vehículo en la calzada por medio de cámaras infrarrojas, ultrasonidos, etc.

A partir de todo esto queremos explicar cual es la necesidad que ha llevado a los Constructores a la incorporación y el desarrollo de los Cambios en el Automóvil.

En la actualidad podemos dividir los Cambios de los vehículos en dos grandes grupos, Cambio Manual y Cambio Automático, aunque desde un tiempo a esta parte se está desarrollando un nuevo grupo que combina la base constructiva de un cambio manual y el control electrónico e hidráulico de un cambio automático, que se conocen como Cambio Robotizado.

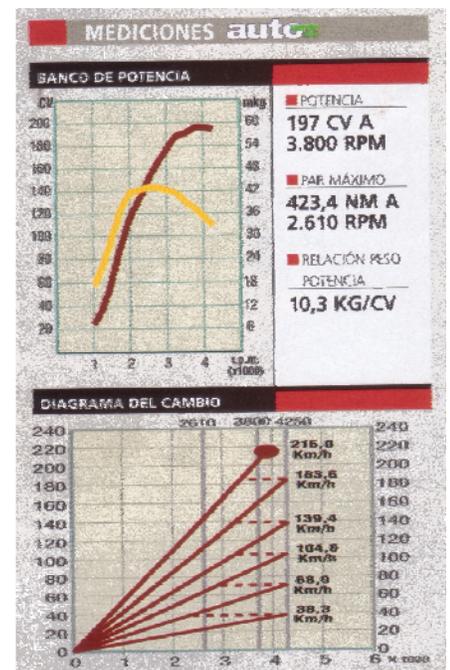
La búsqueda de automóviles más rápidos y seguros hace que se desarrolle el concepto de “cambio de velocidades”.

Una Caja de cambios ya sea Automática o manual, está formada por una serie de piñones, todos ellos con el mismo módulo, y con distintos diámetros. Estos piñones transmiten el movimiento, aumentando o disminuyendo la relación de transmisión, es decir, multiplicando o dividiendo el Par.

Cada motor, en función de sus características, representadas en la gráfica de Par/Potencia, del peso del vehículo y de su capacidad de carga ha de equipar una caja de Cambios u otra. Lo ideal es que el cambio hacia una marcha superior se efectúe en el momento en el que el

motor se encuentra en régimen de máxima Potencia, y que la caída de revoluciones no sobrepase el punto de máximo Par. Estos conceptos se hacen imprescindibles a la hora de diseñar las relaciones de transmisión de una Caja de Cambios, sea Manual o Automática.

En la figura de la derecha se representan las gráficas de Par/Potencia (arriba) y Relación de transmisión del Audi A6 Allroad 2.7 TDI con Caja de Cambios Tiptronic.



2. Clasificación de los cambios robotizados.

En primer lugar queremos decir que entendemos que un Cambio robotizado es aquel que se ayuda de una gestión electrónica para acoplar al vehículo la relación de transmisión mas adecuada al tipo de conducción y a las condiciones de marcha del vehículo.

Este tipo de cambio simplifica al máximo las tareas del conductor, eliminando en todos los casos la gestión sobre el embrague de forma manual, acoplándolo y desacoplándolo con la ayuda de la hidráulica y la electrónica, entre otras cosas.

De forma paralela, los constructores han ido desarrollando tipos de cambios distintos en cuanto a construcción: un tipo de cambio evolucionado a partir de los cambios manuales, y otro a partir del tipo de cambio que se empezaba a desarrollar en norte América, el cambio Automático; por eso nosotros queremos hacer aquí esta distinción que hemos considerado importante.

Ejemplos de uno y otro tipo son el Cambio Manual Automatizado (de Mercedes-Benz) y el Cambio Tiptronic (de Porsche), respectivamente. Estos dos tipos de cambios se desarrollarán, entre otros, a continuación.

Queremos dejar claro que estos dos tipos de cambio difieren principalmente en cuanto a construcción, y que la gestión electrónica, la utilización de la hidráulica... aunque distintos, tienen el mismo fin y su funcionamiento es similar. Por ello empezamos aquí una división de los cambios robotizados del mercado y los clasificamos en dos grandes grupos: los que utilizan la base de un cambio automático y los que utilizan la base de un cambio manual.

2.1. Cambio Automático.

Cuando hablamos de “Caja de cambio Automática” nos referimos a un sistema constructivo totalmente contrario al sistema convencional (Cambio manual), en el que la transmisión de la fuerza se efectúa a través de pares de engranajes. Esta disposición la veremos más detenidamente en el punto 2.3.

Una Caja de Cambio Automática tiene una forma constructiva totalmente contraria a la manual, aunque básicamente cumple las mismas funciones que ésta y se coloca en la misma posición; con algunos aspectos contrarios, como la palanca de cambio, que ahora la conoceremos como selectora; el pedal del embrague, que se suprime en este tipo de cambio por la innovación del embrague hidráulico, etc.

Pero el Cambio Automático no se diseñó para su utilización en la Automoción, sino que se desarrolló a partir del diseño de embragues hidráulicos en 1908, que se comenzaron a utilizar en las embarcaciones Náuticas, y a partir de 1926 se copió el diseño para su uso en los autobuses Londinenses.

Paralelamente a esto, durante la Primera Guerra Mundial, un Ingeniero apellidado Wilson, proyectó un innovador diseño que permitía transmitir el Par del motor de un Tanque bélico, sin la utilización de pares de engranajes, sino unas ruedas dentadas interior y exteriormente. El diseño revolucionó la Automoción, en el cual se empezó a utilizar a partir de 1929.

Pero si digo que el diseño revolucionó el mundo de la Automoción, me refiero únicamente al territorio Norteamericano, y no al Europeo, en el que sí llamó la atención, pero no todos los fabricantes lo veían del todo efectivo. Por el contrario, en América, en la década de los 40, absolutamente todos los constructores habían diseñado algún cambio puramente automático.

Los primeros cambios americanos, más evolucionados que los europeos, funcionaban con carga de vacío, aunque posteriormente se comenzó a extender el sistema hidráulico, que permitía un mejor funcionamiento del cambio.

Pero el mayor avance del Cambio Automático llegó de la mano de la electrónica, en la década de los años 80, paralelamente al control electrónico de inyección, lo que hizo que se popularizara este tipo de transmisión, ya que se demostró que empezaban a ser fiables y de un alto rendimiento. Estos sistemas, que son los que se utilizan en la actualidad, emiten, reciben y procesan señales eléctricas de distintos componentes, como la palanca selectora, la posición del pedal del acelerador, etc. Pero no se desperdicia la ayuda hidráulica, que se continua utilizando en el cambio mecánico de marcha, siempre dentro del cambio automático, para frenar y embragar elementos.

A continuación vamos a enumerar y explicar las peculiaridades de los distintos elementos que componen un Cambio Automático.

Lo primero que tenemos que entender es que en un Cambio Automático podemos encontrar elementos mecánicos, hidráulicos y eléctricos, y que los tres sistemas juntos permiten la suavidad de marcha propia de este tipo de transmisión, pero que por separado, aunque solamente elimináramos uno de ellos, no sería posible transmitir el Par de una forma adecuada.

2.1.1. Elementos Mecánicos:

Como elementos mecánicos nos referimos a aquellos contruidos de material metálico, o no, que basan su función en la transmisión de la fuerza.

2.1.1.1. El primer elemento que encontramos en la transmisión del Par motor hacia las ruedas es el Embrague hidráulico.

Éste está formado por 2 turbinas encerradas en una carcasa hueca y rodeadas de aceite. La primera de ellas, conocida como bomba, está unida de forma solidaria al cigüeñal del motor y tiene la misión de mover el aceite del interior de la carcasa.



La segunda de las turbinas tiene los alabes diseñados de tal manera que el movimiento del aceite, producido por la primera turbina, "choca" contra estos y la impulsa, iniciando así un movimiento giratorio.

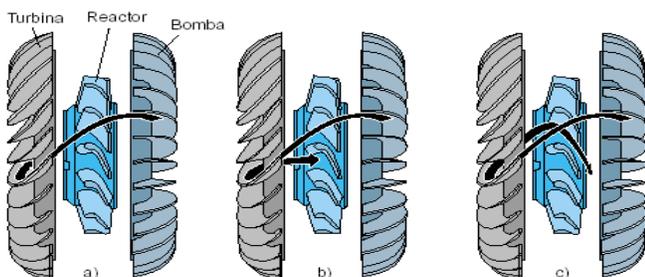
Este mecanismo tiene la ventaja de evitar que el vehículo se nos pueda "calar", ya que el flujo del aceite del interior de la carcasa no se elimina, aunque el vehículo esté detenido con una marcha insertada; e incluso permite que el automóvil no retroceda en una salida en rampa.

Pero también tiene desventajas: la principal es que el flujo del aceite y su choque contra los alabes de la segunda turbina produce rozamiento, que se traduce como una pérdida de potencia efectiva del motor de entre un 4 y un 10% en el camino hacia las ruedas.



Por ello se ha diseñado otro mecanismo, evolución del primero, que incorpora dos nuevos elementos: una nueva turbina, de menor tamaño que las anteriores, que dirige el aceite de forma que su choque contra la segunda turbina produzca el mayor trabajo con el menor rozamiento posible, y que se conoce como "reactor". El segundo de ellos es un disco de

embrague, que se conoce como embrague anulador, que solamente se activa a las máximas revoluciones



del motor, de forma que anula la pérdida efectiva de potencia del motor por hacer solidario el cigüeñal y el eje de entrada del Par motor en la caja de cambios; también puede ser que no se monte el disco. Este mecanismo se conoce como "Convertidor de Par".

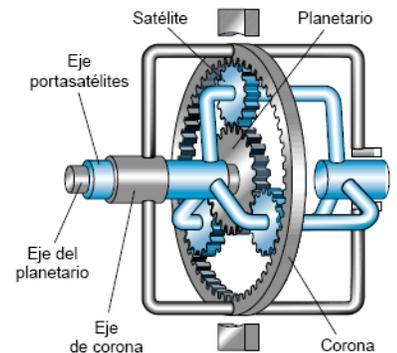
2.1.1.2. "Tren Epicicloidal". Es el segundo elemento mecánico y uno de los más importante de las Cajas Automáticas. Éste mecanismo, que es el verdadero Alma del Cambio Automático, consta de un engranaje central llamado "Planetario"; el Planetario posee sus dientes en la cara exterior.



Rodeando al Planetario encontramos otros 3 engranajes, o incluso 4 en algunas ocasiones, de dientes exteriores conocidos como "Satélites". Los Satélites son movidos por el Planetario cuando éste inicia un movimiento. Éstos se sitúan distribuidos cada 120° y unidos por un mismo eje, el "eje Porta satélites".

El último engranaje, que rodea a su vez a los tres Satélites, es de dientes interiores. Éste se conoce como "Corona de dentado interior"

Con la utilización de un simple Tren Epicicloidal somos capaces de conseguir varias relaciones de transmisión, es decir, varias marchas, e

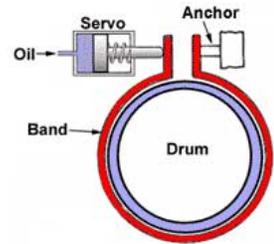


incluso invertir el sentido de giro del movimiento. Pero es insuficiente para conseguir el número de marchas que utilizan los vehículos actuales, por lo que tendremos que usar varios de ellos en una misma caja, en concreto, su suelen utilizar 3 Trenes para conseguir las distintas relaciones de transmisión y marcha atrás.

Estos 3 trenes van unidos los unos a los otros por medio de ejes: por ejemplo, podemos encontrar una caja en el que el eje de la corona del primer tren valla unido al eje porta satélites del segundo tren, o al del Planetario, etc. Las diferentes combinaciones dependen del fabricante de la Caja en cuestión.

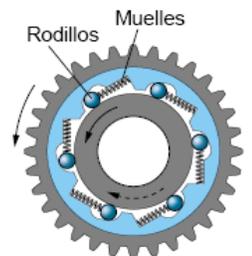
Para conseguir las diferentes transmisiones solo hemos de frenar elementos, variando así la relación de transmisión de la marcha. Es decir, imaginemos un tren epicycloidal en movimiento, donde éste entre por el eje del Planetario; si frenamos la corona conseguiremos una relación de marcha distinta a la que conseguiríamos si la dejáramos libre.

Para lograr estas situaciones proveemos los elementos de los trenes epicycloidales de frenos y embragues, que con su actuación nos permiten alcanzar nuestro fin. A estos mecanismos los denominamos “elementos de mando”. Los frenos empleados son de cinta y de discos, los de cinta basan su funcionamiento en una cinta metálica que rodea alguno de los elementos del tren epicycloidal, normalmente a la corona de dentado interior; un cilindro hidráulico, gobernado desde el módulo electro-hidráulico, la tensa o deja libre, permitiendo que el elemento en cuestión gire o no. Los embragues permiten unir de forma solidaria varios elementos del tren; son pequeños embragues multi-disco. A la situación en la que tenemos que realizar el embragado de elementos y el desembragado de otros a su vez, la denominamos “cruce de velocidades”.



Existe otro mecanismo que permite el giro libre de los elementos en el sentido contrario al habitual para evitar que se estropeen, conocido como “Rueda libre”. Esto se consigue utilizando unos pequeños cilindros y unos muelles albergados en una acanaladura.

El eje de salida del movimiento de la caja de cambios, que será el del porta satélites, de la corona o del planetario, se une al Grupo cónico diferencial, en caso de tracción delantera, o a un árbol de transmisión, en caso de trasera o 4x4; este a las transmisiones y posteriormente a las ruedas, terminando en estas el camino que sigue el Par motor hacia las ruedas del vehículo.



2.1.1.3. Otro de los elementos importantes dentro del Cambio Automático es la “**Palanca Selectora**”. Aquí no hablamos de Palanca del cambio como en el Cambio manual, sino de una palanca que nos permite, a la hora de comenzar la marcha, el seleccionar la cantidad de relaciones de transmisión distintas que queramos que el módulo seleccione, dependiendo de la velocidad que vallamos a mantener o de las necesidades de potencia para salvar obstáculos del terreno. Esta palanca se sitúa en la parte media del módulo central del vehículo, justo entre los sillones de piloto y copiloto.

Está unida al mecanismo selector, incluido dentro de la caja, mediante 2 cables de acero. Además lleva insertado un sensor eléctrico de posición que manda al módulo eléctrico la señal



relativa de la palanca. La palanca tiene una posición determinada, normalmente la posición P, con un enclavamiento en la mariposa de selección, sita en la caja, para la regulación de la misma, evitando problemas de selección de marcha.

La Palanca consta, normalmente, de 7 posibles posiciones, a saber:

✚ P. Es la posición de “Parking”, por lo que se utiliza cuando queremos mantener el vehículo parado. En esta posición el vehículo queda inmóvil por el enclavamiento que se produce en la Caja de cambios, aunque no se queda ninguna marcha seleccionada. Éste consiste en un trinquete que se acopla a una rueda dentada unida al eje de salida del Par hacia las ruedas. Este mecanismo (trinquete) no se accionará en ninguna de las otras posiciones del vehículo.



El vehículo, por seguridad se deberá poner en marcha en esta posición. Para seleccionar otra posición en la palanca, habrá que pisar el pedal de FRENO y accionar a la vez el

pulsador de bloqueo de la palanca mientras tiramos de ella hacia nosotros.

✚ R. Es la posición de “Retroceso”, o marcha atrás. Cuando el conductor selecciona esta posición, diferentes elementos de los trenes epicicloidales quedan unidos, consiguiendo así el cambio de giro del movimiento del eje de salida.

✚ N. Es la posición “Neutra” de la caja. En ella el vehículo no mantendría ninguna velocidad seleccionada, como en punto muerto de una caja manual. Es parecida a la posición de Parking, solo que en esta no se activa el bloqueo de trinquete.



✚ D. Es la posición normal de conducción en el Cambio Automático. Esta posición le permite al módulo eléctrico seleccionar cualquiera de las relaciones de transmisión que tiene “cartografiadas”, desde la más corta a la más larga, de forma autónoma y sin la necesidad de que el conductor accione ningún otro mecanismo.

✚ Posteriores a esta encontramos las posiciones 3, 2 y 1, cuya peculiaridad es que únicamente le permiten al módulo seleccionar unas relaciones de marcha, llegando, como máximo, hasta lo que sería la tercera velocidad, la segunda y la primera de ellas.

2.1.2 Elementos Hidráulicos:

Los elementos hidráulicos son aquellos que utilizan un fluido para la transmisión de una fuerza. En nuestro caso, hablaremos de elementos hidráulicos como control para variar las relaciones de transmisión de la caja, es decir, de los actuadores que gobiernan los frenos y embragues anteriormente citados.

Ay que citar que el aceite utilizado en las cajas de cambio automáticas es un aceite especial conocido como ATF, las siglas de su designación inglesa: Automatic Transmission Fluid, que correspondería a un aceite muy líquido, hacia un SAE 5, y que hay que tener cuidado a

la hora de su sustitución, pues ha de mantenerse ese mismo tipo de aceite, y no uno más denso como las cajas manuales.

En éste apartado tenemos que tener en cuenta a tres elementos, que describimos a continuación.

2.1.2.1. Bomba de Aceite:

Es la encargada de suministrar un cierto caudal de aceite a una presión determinada al circuito hidráulico.

La bomba de aceite se suele colocar inmediatamente después del Convertidor de par, pues recibe el movimiento del mismo y aprovecha el mismo aceite de éste.

Pero en algunos cambios automáticos, aunque en los menos, podemos hablar también de “Bomba electro-hidráulica”, cuya diferencia principal es que es movida por un motor eléctrico comandado desde el Calculador, o centralita, del cambio automático.

La bomba, en el caso de que esté situada detrás del convertidor de par, es movida por dos tetones que salen de la misma, como se observa en la fotografía. Interiormente, suele estar constituida por dos engranajes, uno de dientes exteriores y otro de interiores.

Como elemento de control, el circuito hidráulico contiene una “válvula limitadote de presión”, que impide que el circuito hidráulico se sobre presione, evitando así rotura de tuberías y canalizaciones.

2.1.2.2. Bloque electro-hidráulico:

El bloque electro-hidráulico se sitúa en la parte inferior de la caja, en lo que sería el cárter de aceite, y se fabrica en aluminio. Posee una serie de acanaladuras que permiten el paso de aceite desde las



electro-válvulas hasta los elementos de control mencionados anteriormente.

En su interior se alberga las electro-válvulas, que son accionadas eléctricamente desde la Centralita a través de un solenoide. La misión del bloque, y más concretamente de las electro-válvulas, es la de transformar las señales eléctricas del módulo en presiones de aceite para el control tanto de frenos como de embragues del Tren Epicicloidal. Las válvulas que encontramos pueden: controlar la presión del sistema (unas) y accionar elementos (otras).

2.1.2.3. Pistones de mando de frenos y embragues:

Una vez que la bomba genera presión de aceite, y este pasa por el circuito correspondiente a través de una de las electro-válvulas, llega a un pistón de mando. Estos pistones (actuadores) son los encargados de transformar la presión de aceite en trabajo efectivo, es decir, son los encargados de tensar las cintas de frenos de elementos o de accionar embragues en los trenes epicicloidales.

2.1.3. Elementos Eléctricos:

Como hemos comentado anteriormente, los el gran desarrollo que efectúan los cambios automáticos es a partir del desarrollo de la electrónica. Por eso este apartado es de gran importancia dentro de este tema; ya sabemos como funciona un cambio automático, pero ¿entendemos porqué?, ¿que es lo que hace que un cambio decida pasar de una relación de transmisión a otra?; este concepto, un poco abstracto, tiene respuesta con las siguientes explicaciones.

2.1.3.1. Sensores del cambio:

Un sensor eléctrico es un instrumento que nos ofrece una información, en forma de señal eléctrica, de en una determinada situación. Imaginemos un termómetro que dependiendo de

la temperatura ambiente, en vez de marcarnos una determinada altura de mercurio, nos emita una señal eléctrica, esto sería un sensor eléctrico. Por cierto, este artilugio existe, y su denominación es “termo-resistencia”.

Las cajas de cambio automáticas se nutren de señales eléctricas diferentes para adecuar la relación de marcha más favorable a una determinada situación de conducción. Los diferentes sensores envían información al Módulo calculador.

El número de sensores de que dispone una caja determinada varía en función de su diseño, pero por lo general suelen tener:

- **Sensor de posición del pedal del acelerador**, que nos indica el ritmo de conducción que desea llevar el piloto.
- **Sensor de Kick-down**, que se sitúa al final del recorrido del pedal del acelerador y nos da idea de que el conductor necesita un aumento de potencia efectiva, por lo que el cambio reduce una marcha; en algunos modelos de Mercedes reduce hasta dos.
- **Sensor de rpm del eje de entrada** de la caja de cambios, que indica a la centralita el número de revoluciones del motor.
- **Sensor de rpm de salida** de la caja, que junto con el anterior, informan a la centralita de la relación más adecuada.
- **Sensor de temperatura del aceite** de la caja, que indica a la centralita de posibles roturas, lo que se intenta evitar.

2.1.3.2. Centralita de control del Cambio:

Este es el verdadero Cerebro de cualquier sistema electrónico de los que equipan hoy en día a los automóviles, a los ordenadores, etc.



Aparentemente no es más que una caja metálica con muchas conexiones eléctricas, pero si vamos más allá podemos ver que consta de una placa de circuitos integrados con multitud de pistas, diodos, etc. Su misión es la de recibir información de los distintos sensores de los que dispone la caja, procesa esa información y decide, dependiendo de la cartografía que le halla sido diseñada, cual es la información que ha de emitir, siempre en forma de señal eléctrica. Es decir, actúa como un juez, que dependiendo de los delitos de los que se acuse a un ciudadano (información de los sensores), y con la ayuda de las distintas Leyes (cartografía), dictamina una determinada sentencia (emite la señal oportuna).

La señal que emite comanda las electro-válvulas de control del cambio, es decir, por medio de las señales de la centralita se consigue frenar o embragar distintos elementos.

2.1.3.3. Red Multiplexada.

Una red multiplexada es una red eléctrica que comunica distintos elementos de control, como la centralita del cambio, la centralita de control del motor, ABS, ESP, etc.

En la automoción se utiliza la conocida como red CAN-BUS, inventada por la marca Bosch, que se nutre del sistema binario para el traspaso de información. Esta red consta de dos cables, dos medios de conexión de datos, por el que se emiten distintas señales cuadradas, una positiva y otra negativa. La red permite emplear señales e información de otro módulo de gestión, y cada centralita utilizará, únicamente, las que les sean útiles.

De esta forma se consigue por ejemplo que un solo sensor de revoluciones del eje primario de una caja de cambios sirva de información al cuadro de instrumentos y a la centralita de control del cambio.



2.2. Cambios evolucionados a partir del Cambio Automático.

2.2.1. Caja de cambios Tiptronic, de Porsche.

Este tipo de Caja de cambios es del que podemos decir que fue el primer Robotizado puro, al margen del Cambio Automático, que hoy conocemos. En un principio fue la marca Porsche la que lo desarrollo y lo empezó a utilizar, con 5 marchas; pero actualmente lo equipan modelos del grupo VAG y otras marcas, con hasta 7 velocidades.

Este sistema de Caja de cambios es muy suave y silencioso, destacando su control sobre el encendido, retrasándolo al hacer un cambio de marcha, perdiendo así potencia efectiva, para evitar pegar tirones y alcanzar un grado óptimo de confort.

Vamos a hacer un estudio del Cambio Tiptronic:

2.2.1.1. Diseño Constructivo:

En cuanto al diseño, tenemos que decir que constructivamente es totalmente igual que el cambio Automático: utiliza trenes Epicycloidales y convertidor de Par, y se ayuda de la electrónica y de la hidráulica para comandarlo. Ya hemos dicho que es la primera evolución del cambio Automático con gestión electrónica.

2.2.1.2. Innovaciones y Funcionamiento:

La principal innovación del cambio Tiptronic frente a los Automáticos del mercado, es que el cambio Tiptronic permite al piloto que sea él el que realice el cambio de marcha si se le antoja, con un concepto no conocido hasta entonces, el de “Cambio Secuencial”.

Un Cambio Secuencial es aquel que nos permite cambiar de marcha desplazando la palanca a lo largo de una única dirección, ya sea en un sentido, para subir marchas, o en el otro,

para bajarlas. Hasta entonces, lo más parecido era el cambio de una moto, en el que sólo hay que mover la palanca hacia delante o atrás. La palanca selectora se desplaza en dos carriles o canales de selección, el primero con las posiciones típicas de un cambio Automático (P, D, R...). Para poder desplazar la palanca selectora desde la posición P hay que presionar el pedal de freno.



Desde la posición D podemos hacer un cambio de carril desplazando la palanca hacia la derecha, sin la necesidad de frenar ni de detener el vehículo, encontrando otro carril con una posición central y dos posibles desplazamientos, uno para subir marchas y otro para bajarlas. Esta posición es la robotizada. Aquí unos sensores eléctricos informan al módulo de la posición y de las órdenes que efectúa el conductor. Al cambiar al modo manual se iluminará en el cuadro la posición M y la marcha seleccionada. Los diseños más actualizados incorporan en el volante unas levas que permiten realizar el cambio de marcha de forma más cómoda y sin la necesidad de retirar las manos del mismo. Otra de las innovaciones es la posibilidad de seleccionar dos programas de actuación del cambio, en las actuales (W y S), o 5 en los primeros Cambios (desde SK1, muy confortable, hasta SK5, muy deportivo) dependiendo del tipo de conducción que queramos llevar a cabo. Dentro de las actuales, la primera posición, marcada como W, realiza los cambios de marcha sin llegar a un número de revoluciones elevado, es decir, con él llevaremos a cabo una conducción suave y tranquila. La segunda posición vienen marcada con la letra S; esta posición alarga mucho más el cambio de marcha, entre 500 y 1000 rpm más, siempre teniendo en cuenta la seguridad de la mecánica, lo que permite realizar una conducción mucho más deportiva. En la posición de cambio manual, con la selección de cambio deportivo, el vehículo realiza de forma autónoma el cambio de velocidad cuando el motor alcanza el punto de Potencia Máxima.

2.2.1.3. Seguridad:

Con el fin de evitar posibles averías en el Motor y en el propio Cambio, el sistema de gestión electrónica del Cambio Tiptronic realiza cambios el cambio de velocidad hacia una superior, aunque nos encontremos en la posición de cambio manual, en el momento en el que el motor supera las 5500rpm.

Hay que destacar que este tipo de cambio incorpora un sensor de Aceleración Transversal, que evita el cambio de marcha en zona de curvas, evitando así posibles situaciones de peligro; y que cambia hacia una marcha superior por si solo si detecta que se está transcurriendo por una carretera helada.

Para evitar un calentamiento en exceso del aceite del cambio (ATF), el sistema incorpora un radiador agua-aceite. El paso del agua por el radiador está controlado por una electroválvula.

2.3. Funcionamiento Básico del cambio Manual.

La caja de cambios es un elemento mecánico sobre el que el conductor tiene un dominio total y que aprovecha para optimizar el rendimiento del vehículo seleccionando la relación de transmisión adecuada a cada momento. También se puede invertir el giro de las ruedas y obtener la marcha atrás.

2.3.1. Ejes y Pares de engranajes.

En las cajas de cambios manuales nos encontramos pares de engranajes, los cuales llevan dientes helicoidales que permiten mayor transmisión de par, menos ruido aunque tienen la desventaja de que provocan a los rodamientos un esfuerzo longitudinal que hay que contrarrestárselo con rodamientos cónicos y de mayor envergadura. Los engranajes se encuentran en dos ejes, en uno de ellos van unidos de forma solidaria (primario de la caja de cambios), y en el otro giran libremente (secundario).



Los piñones están constantemente engranados, y únicamente los hacemos solidarios cuando lo seleccionamos desde la palanca del Cambio, salvo la marcha atrás, que es la única que tiene los piñones con dentado recto, se encuentra sin sincronizar y separada del resto de los ejes.



2.3.2. Horquillas y sincronizadores.

Los sincronizadores son los elementos más importantes que tienen las cajas de cambios. Son un conjunto de anillos cónicos encargados de frenar e igualar las velocidades de giro de los piñones cuando se va a producir un cambio de marcha, evitando así que “rasquen” las velocidades.

Pero no tendría sentido tener sincronizadores si no tenemos varillas que los desplacen para realizar su función. Y es que esta es la función de las horquillas, el desplazar los sincronizadores hacia el piñón que queremos seleccionar y acoplar la marcha de la forma

indicada anteriormente.

Las varillas deben de tener practicadas unas muescas para dotarlas de un mecanismo de seguridad que consta de unas bolas con un muelle; estas evitan que por las vibraciones se puedan salir las velocidades o algo mucho peor, que se engranen dos velocidades a la vez y ocurra una desgracia. Estos mecanismos se llaman: fiadores e ínter bloqueo.

2.3.3. Selección de marchas.

Para explicar la selección de marchas lo más cómodo es seguir el recorrido desde que el conductor mueve la palanca hasta que suelta el pedal del embrague.

La Palanca del cambio tiene dos tipos de movimientos: uno longitudinal, para seleccionar las marchas (hacia delante y hacia detrás), y otro de giro, para seleccionar el “pasillo”, o la horquilla a través de la que realizar la selección.

En primer momento, el conductor selecciona arrancar, normalmente, en primera velocidad, por lo que mueve la palanca hacia su posición (hacia la izquierda de su posición y hacia delante) y el movimiento se transmite por varillas o cables hasta unas levas que mueven las horquillas y estas a su vez el sincronizador hasta la posición deseada, haciendo solidario el piñón con el eje secundario de la caja de cambios y transmitiendo el movimiento hacia el grupo diferencial y las ruedas.



2.4. Derivados del

Cambio Manual.

2.4.1. Cambio Manual Automatizado, de Mercedes Benz

A este cambio Mercedes lo llama “Sequentronic” y va dotado de seis relaciones de transmisión, aparte de la marcha atrás, con un control electrónico diseñado por Magneti Marelli y la lógica de la propia Mercedes.

El cambio Sequentronic permite dos posibilidades de conducción:

-Secuencial: que cambia de marcha con toques longitudinales.

-Automático u Auto-Shift.

Una característica de este cambio es que en una conducción relajada cambia de marcha en un tiempo de 1 segundo y con una conducción más deportiva es mucho más rápido llegando a tardar 0.5 segundos.

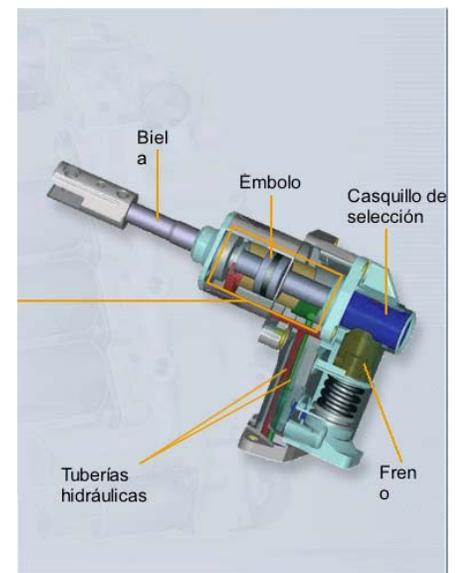
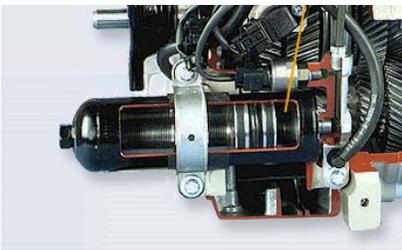
2.4.1.1. Funcionamiento.

El cambio dispone de una unidad hidráulica, insertada en el propio cambio, formada por una bomba de aceite, un motor eléctrico para mover la bomba, un acumulador de presión y las electro-válvulas de control y accionamiento, que es la encargada de desplazar, mediante presión de aceite a las horquillas, y así insertar las velocidades, y de comandar el embrague.

Una vez que seleccionamos realizar un cambio de velocidad, la centralita decide que electro-válvulas ha de excitar. El módulo

hidráulico permite el paso de la presión de aceite hacia el cilindro selector, y en el caso de que halla que cambiar de horquilla para seleccionar la siguiente marcha, también se acciona el cilindro de giro (freno guía) del

cilindro selector o biela.



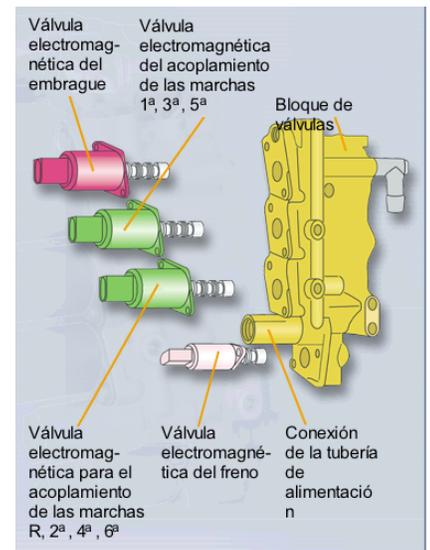
Esta situación sólo se realiza cuando hay que insertar una marcha que no está sincronizada con la anterior.

El cambio se nutre de unos sensores eléctricos efecto Hall que captan el acoplamiento del embrague y la posición exacta de las horquillas de mando, informando a la centralita de la velocidad que se encuentra engranada. Aparte de estos sensores también dispone de los que miden la velocidad de giro



de las ruedas, el régimen del motor y el Par transmitido. Toda esta información suministrada por los sensores va al microprocesador (Centralita) que interpreta de forma adecuada la información.

En el momento en el que el conductor abre la puerta se pone en funcionamiento del sistema y en el momento en el que pone en marcha el motor, el sistema hidráulico del cambio adquiere la presión necesaria para permitir al conductor mover la palanca al punto muerto N o + para arrancar, aunque por seguridad se debe tener pisado el freno para poder realizar dicha operación.



Para poder salir marcha atrás el coche debe estar parado o a una

velocidad inferior a 5km/h. Esto es así porque si se desplaza a una velocidad superior perjudicaría al cambio ya que la marcha atrás va sin sincronizar y rascaría.

2.4.1.2. Seguridad.

Por la complejidad que tienen los cambios tienen que estar dotados de sistemas de seguridad como son:

- ✚ Para proteger el motor, en caso de detectar la centralita sobre-revoluciones (en torno a las 6000) y no se ha cambiado de velocidad, el vehículo cambia automáticamente. Otro caso es que si se va a muchas revoluciones con riesgo de entrar en la zona roja el vehículo retasa el encendido para evitar que el motor pueda sufrir un “gripage”.
- ✚ Para facilitar la reducción de marcha la gestión electrónica del motor lo que hace es dar un pequeño toque de gas en el momento del cambio de velocidad, como si de un doble embrague se tratase, para facilitar el cambio de marcha.
- ✚ Al detener el coche introduce automáticamente la primera.
- ✚ Si la centralita, en el cambio manual, detecta que el vehículo circula por debajo de las revoluciones de “ralentí”, ella misma reduce la relación de transmisión.

2.4.2. Caja de cambios DSG, de Volkswagen.

Como estamos comprobando, cada uno de los constructores de Automóviles más punteros, actualmente, tienen el diseño de una Caja de cambios peculiar e innovadora, aunque con funcionamientos parecidos. Por ello no podía faltar un diseño del Grupo Volkswagen, uno de los más extendidos y avanzados, tecnológicamente hablando, del mercado.

El diseño DSG es una apuesta revolucionaria de Cambio de 6 velocidades, en parte manual y en parte automático, siendo un cambio rápido, exento de tirones, y en el que no hay interrupción de transmisión de fuerzas; ahora veremos el porqué de esta afirmación.

El Cambio DSG se diseñó como una alternativa a los cambios Automáticos con unas prestaciones similares, un mayor rendimiento, un menor tiempo de cambio y un menor consumo.

2.4.2.1. Diseño Constructivo.

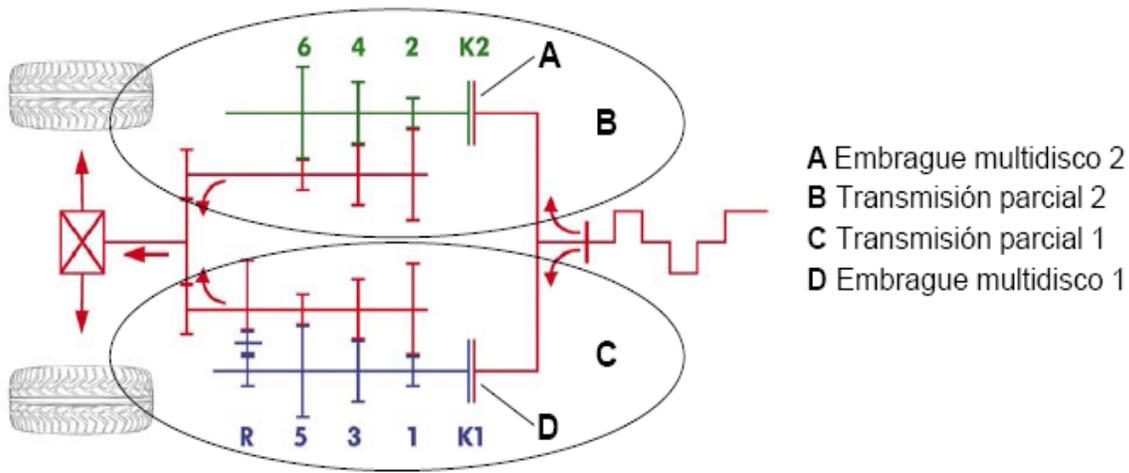
La caja de cambios DSG se diseñó como la combinación de dos cajas manuales puestas de forma paralela, en principio para tracción delantera, pero con la posibilidad de utilizarse en vehículos del Grupo VAG de tracción total.

Esta consta de dos embragues de fricción multi-disco bañados en aceite, uno de mayor diámetro que el otro, estando el de menor diámetro insertado dentro del de mayor. Cada uno de los embragues está unido a un eje diferente, también insertado uno dentro del otro. El aceite que baña los discos de embrague es ATF, el mismo que utiliza la caja tanto para el comando de las marchas como para la lubricación de las mismas. Cada embrague es gobernado por un cilindro hidráulico y controlado por un sensor de presión de aceite que se encuentra en cada uno de los cilindros. Estos cilindros están normalmente sin presión, por lo que están desembragados. Cuando la centralita eléctrica así lo indica, el aceite llena las cámaras de los cilindros, acoplándose estos.

A cada uno de los embragues se les designa como K1 y K2. Cada uno mueve unas marchas diferentes: el embrague K1 acopla las marchas impares y la marcha atrás, y el K2 las demás, es decir, las pares hasta la 6ª. El eje primario no es común, pero al estar uno insertado en el otro, podemos estudiarlo como si lo fuera. En el eje Primario están unidos, de forma solidaria, la mitad de los engranajes de que dispone el cambio.

La bomba de aceite, de engranajes interiores, es movida por un tercer eje primario que está acoplado continuamente.

Ahora bien, si tenemos 2 ejes primarios, aunque los estudiemos como uno solo, también hemos de disponer de dos ejes secundarios, que en este caso no se encuentran juntos, sino separados e independientes entre si. Al grupo formado por un eje primario y un secundario lo llamaremos "Transmisión parcial", teniendo así dos transmisiones parciales como se observa en el dibujo:



Los dos ejes secundarios se unen a la corona del grupo cónico Diferencial por medio de dos piñones helicoidales distintos.

Esta disposición, con dos Transmisiones parciales independientes, nos permite tener acopladas dos marchas diferentes, con un solo embrague actuando, para poder realizar cambios de marcha mucho más rápidos y, ahora si, entendiéndolo eso de "la no interrupción de fuerzas".

Hasta aquí la parte innovadora; lo que viene a continuación ya lo conocemos.

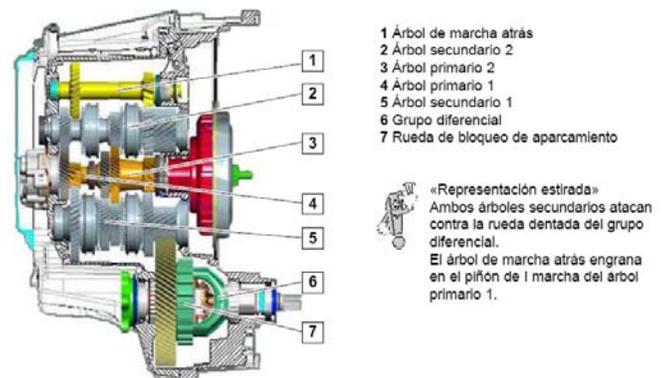
La palanca de cambio de marcha, es, una vez más, palanca selectora con 4 posiciones: P, N, R y D. Solo en la posición D será cuando el Cambio nos permita actuar de forma secuencial, con una salvedad que explicaremos a continuación, desplazando la palanca hacia los lados.

El Cambio nos permite seleccionar 3 programas diferentes de gestión electrónica: D, para conducción normal, S, para una conducción deportiva, y “Tiptronic”, combinando el cambio de Porsche, en la que entrará en juego el cambio secuencial. Tanto en el modo D como en S, el Cambio funcionará de forma autónoma.

La selección de las marchas se efectúa de forma similar al sistema del Cambio Manual Automatizado de Mercedes-Benz: la caja alberga en su interior una serie de horquillas desplazables, para ser exacto 4. Cada una de las horquillas está unida a un cilindro hidráulico gobernado mediante una o dos electro-válvulas y vigilado por un sensor eléctrico. En el siguiente dibujo podemos observar

la estructura del cambio.

Imaginemos que circulamos por una carretera a una velocidad determinada e incrementándola, en el momento que el cambio recibe la información idónea de los sensores correspondientes, la secuencia de actuación para el acoplamiento de una nueva marcha es la siguiente:



- ✚ Circulamos, por ejemplo, en la 3ª velocidad y a un régimen de 3000rpm. En este momento tenemos el embrague K1 accionado, el K2 sin presión y la cuarta velocidad, de la segunda transmisión parcial, seleccionada.
- ✚ El módulo decide realizar un cambio de marcha; abre el cilindro del embrague K1, dejándolo desembragado. Mientras tanto, el módulo acciona la electro-válvula de accionamiento de llenado del cilindro de mando del embrague K2, en lo que denominamos en el apartado del cambio Automático como Cruce de velocidades.

- ✚ A terminar de acoplar el embrague K2, el módulo decidirá si seleccionar la 5ª marcha de la primera transmisión parcial o, por el contrario, dejar la tercera marcha seleccionada.

2.4.2.2. *Gestión Electrónica.*

Este cambio también basa su funcionamiento en la gestión electrónica, con muchos más sensores que el cambio Automático e incluso que otros cambios como el Tiptronic.

El módulo electrónico de este cambio se denomina “Mechatronic”. Este se sitúa en la caja del cambio, unida al resto del vehículo por medio de conexiones eléctricas.

Este módulo recibe la información de todos y cada uno de los sensores que incorpora el mecanismo. Así, controla el recorrido de las horquillas del cambio, la presión de los cilindros de accionamiento de los embragues, la temperatura y la refrigeración del aceite del cambio y del control de presión de las tuberías de aceite.

Cada una de las horquillas de selección de marchas lleva instalado un sensor de tipo Hall que informa al módulo de la posición exacta de ésta.

Además de los sensores de recorrido de las horquillas, el cambio incorpora 4 sensores de régimen de marcha: uno en el eje de entrada del movimiento, otro en el diferencial de salida, y uno en cada una de las transmisiones parciales del cambio.

En cuanto a la gestión de la presión de aceite, cada uno de los cilindros de accionamiento de los embragues incorpora un sensor eléctrico de presión, y otro más de presión principal que indica al módulo el momento en el que ha de excitar la electro-válvula de sobrepresión, que devuelve el aceite hacia el cárter de la caja.

Por último, incorpora un sensor de temperatura del aceite de la caja. En el momento en el que el módulo detecta que éste está demasiado caliente, permite el paso del agua de

refrigeración del motor hacia un radiador agua-aceite, manteniendo éste, en todo momento, en una temperatura óptima de funcionamiento.

Este cambio incorpora un programa que aumenta la potencia del motor al realizar una puesta en movimiento del vehículo en casos concretos, evitando lo que se conoce como “calarse el motor”. Este sistema se denomina “Launch Control”.

Para terminar, destacar que la centralita de control de la caja (Mechatronic) está unida en todo momento a la red de transmisión de datos CAN-BUS, intercambiando información con otros módulos de control.

2.4.2.3. Seguridad.

El primer elemento de seguridad que incorpora es el no accionamiento, en posición de parada, de los embragues, así se evita que el vehículo se ponga en movimiento si no existe presión de aceite en el cambio. Otro de los elementos de seguridad es el que protege del sobrecalentamiento en cada uno de los embragues evitando el exceso de desgaste en los discos. También se controla la sobre-presión en el circuito hidráulico.

2.4.3. Caja de cambios SMG II, de BMW

La caja SMG II, de BMW, es resultado de la evolución de la caja SMG, de la misma marca, hacia una modernización tecnológica con la incorporación del sistema “Drivelogic”. La equipan los vehículos de la serie 3 de BMW con el acabado M, tanto en diesel como en gasolina. Hay que destacar que este tipo de cambio es tan sofisticado que es capaz de realizar un cambio de marcha en tan solo 8 centésimas de segundo, tiempo que transcurre desde que recibe la información del movimiento de la palanca del cambio hasta que acopla el embrague de nuevo.

2.4.3.1. Diseño Constructivo:

Este tipo de cambio tiene como base constructiva una caja de cambios manual, por lo que incorpora un disco de embrague de fricción, pilotado este con la ayuda de un dispositivo eléctrico, muy parecido al del cambio Automático, que actúa en el caso de que se ordene desde la centralita. Esta caja incorpora dos ejes con juegos de engranajes, como en el cambio manual, y no trenes epicicloidales como en el Automático.

Esta caja tiene la peculiaridad de que su utilización se puede realizar tanto de forma Automática como Manual, igual que el Cambio Tiptronic, simplemente seleccionando una de estas opciones en el panel de instrumentos. La selección realizada aparecerá iluminada en el cuadro de instrumentos.

Si seleccionamos la posición A, el vehículo se comportará como un cambio automático básico, realizando los cambios de marcha de forma autónoma. Por el contrario, si seleccionamos el modo M, entra en juego la pericia del conductor a la hora de aprovechar el recorrido de las marchas. En esta posición habrá que seleccionar cuando realizar el cambio de marcha.

Aparte de esto, hay que destacar que el sistema “Drivelogic” permite seleccionar 11 sub-programas diferentes de conducción, es decir, 11 configuraciones distintas para que el vehículo realice un cambio suave o más deportivo. De estas preselecciones, 6 de ellas intervienen en el modo manual y 5 en el automático.

Para el cambio manual se ha desarrollado la utilización de una palanca secuencial, que basa su funcionamiento en la utilización de sensores eléctricos que determinan la posición de la palanca y las órdenes que el conductor transmite a través de la misma. Por ejemplo, si circulamos en 2ª velocidad y queremos insertar la 3ª, solamente tendremos que tirar de la

palanca hacia atrás, y el vehículo realizará la operación seleccionada de forma autónoma. Pero como BMW es uno de los Constructores más importantes en la alta competición, F1, ha incorporado algunas de sus investigaciones a este tipo de Caja de cambio, como es la selección de cambio de marcha a través de unas levas situadas detrás del volante de dirección. Si el conductor quiere subir una marcha no ha de hacer más que tirar hacia él de la leva derecha; si por el contrario desea reducir una velocidad, deberá tirar de la leva izquierda.

2.4.3.2. **Gestión Electrónica:**

Además de la incorporación del sistema “Drivelogic”, la caja no presenta grandes avances en el uso de la electrónica

En cuanto al sistema de gestión electrónica y de intercambio de datos, este tipo de cambio utiliza básicamente los mismos sensores que los cambios Automáticos, y también intercambia información con otras centralitas de control, ello mediante una línea CAN, en este caso la SMG-CAN, una red multiplexada de alto rendimiento.

2.4.3.3. **Seguridad:**

Por seguridad, aunque el conductor seleccione varias veces seguidas la operación de reducción de una velocidad, el sistema lo evitará, impidiendo que el motor se sobre-revolucione y pueda ocasionar averías. De igual modo, si el vehículo circula por una carretera deslizante y el conductor realiza un cambio de marcha descendente, para evitar que el vehículo derrape, el módulo no acoplará el embrague hasta comprobar que no se pueda realizar el temido “efecto guiñada”, recibiendo información de los módulos del ABS y del ESP.

3. Sistema de Verificación de Componentes y Datos.

Lo primero que hay que decir en este apartado es que para reparar y verificar los distintos Cambios Robotizados que existen en el mercado hay que tener muy claro lo que hay que hacer, pues no estamos hablando de reparar un pinchazo en una rueda, sino de manipular el elemento más avanzado, tecnológicamente hablando, que encontramos en los automóviles.

Para ello es totalmente imprescindible la posesión del Manual de Reparación del Cambio en cuestión. En él, el fabricante nos indica las precauciones que hemos de tener, el camino a seguir hasta llegar a un elemento en cuestión y las verificaciones y controles que hemos de realizar, aparte de los intervalos de revisión y de sustitución de aceite, etc.

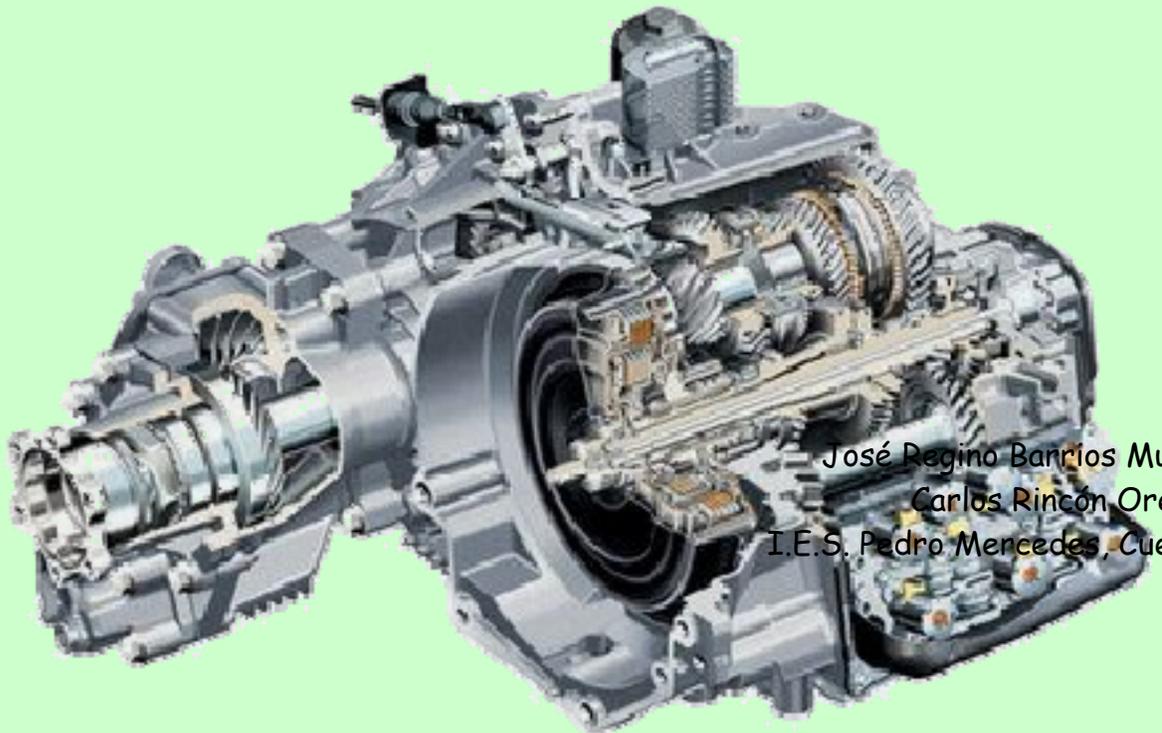
Las operaciones de control más repetidas sobre un cambio son sobre la Gestión eléctrica. Para ello podemos utilizar 2 elementos: un Polímetro y un equipo de Diagnóstico para vehículos.

- ✚ Con el Polímetro podemos realizar mediciones de tensión, intensidad y resistencia en circuitos eléctricos, siempre de forma manual y con la ayuda de los manuales para comparar los datos del fabricante con los obtenidos.
- ✚ Un equipo de Auto diagnóstico nos permite conectar el vehículo a nuestro ordenador y hacer lecturas de datos en tiempo real, como el polímetro, pero también leer la “Memoria de averías” de cada una de las Centralitas de control, Borrar la memoria de averías, e incluso accionar elementos desde el propio ordenador. La conexión es universal y obligatoria en todos los vehículos desde 1996 en América y 2001 en Europa. Esta conexión se conoce como OBD.



Convocatoria
“Comforp” 2007.

Tecnología del Automovil. Cambios
Robotizados.



José Regino Barrios Muñoz.
Carlos Rincón Orejón.
I.E.S. Pedro Mercedes, Cuenca.