

COMFORP WORLD SKILLS 2007

CAMBIOS ROBOTIZADOS

Centro: I.E.S. San José De La Rinconada
C/ Cultura, 43
41300 San José De La Rinconada
Sevilla.

Alumnos: Jesús Rodríguez García.
Victor Manuel Cárdenas Real.

Tutor: José López Enríquez.

Índice:

1. Introducción	3
2. Cambio DSG (Direct Shift Gearbox).....	6
3. Caja secuencial (SMG II) con Drivelogic.....	12
4. Caja Sensodrive.....	18
5. Bibliografía	21

1. INTRODUCCIÓN

La clasificación de las cajas de cambio en «manuales» y «automáticas» puede resultar ambigua. Mientras no las había con control electrónico, o éste era aún incipiente, la distinción entre automáticas y manuales servía para describir tanto su funcionamiento como su construcción.

Una caja manual esta formada por pares de engranajes, que el conductor selecciona —a través de varillas o cables— con una palanca «en H». Una caja automática tenía engranajes epicicloidales, seleccionados por un sistema hidráulico a través de embragues, en función de la velocidad del coche, el régimen del motor y la posición del acelerador.

Desde la perspectiva anterior, ahora hay cambios manuales que pueden funcionar automáticamente y cambios automáticos que admiten un manejo manual. Esta ambigüedad surge de considerar que, si un cambio es automático o manual funcionalmente, también lo es estructuralmente.

Manual es el cambio en el que el conductor engrana las relaciones por un procedimiento mecánico, sin ningún otro sistema de control.

Automático es aquél capaz de variar las relaciones de cambio sin intervención del conductor, aunque en alguno de sus modos de funcionamiento sea posible que el conductor las seleccione. Es decir, es cambio automático si puede cambiar solo, y manual si no puede.

Dentro de esta división funcional, cabe considerar diferentes tipos de cambio según criterios como el tipo de mecanismo para variar las relaciones, tipo de mando para seleccionarlas o tipo de conexión entre el motor y el cambio.

Con el término cambio automático se engloban todas aquellas cajas de cambio en las que existe al menos un modo de funcionamiento en el que el conductor no tiene que preocuparse de accionar un pedal de embrague, ni de mover la palanca para engranar una determinada velocidad. Inicialmente todos los cambios automáticos funcionaban acoplados a un convertidor hidráulico de par, en vez de a un embrague de fricción. Ahora existen cambios automáticos que resultan de acoplar mecanismos de movimiento al embrague y a las horquillas que mueven los piñones en un cambio manual convencional. Reciben el nombre de **cambios robotizados**.

A continuación citamos algunas ventajas y desventajas de este tipo de cambios.

Ventajas:

- ❑ Imposibilidad de calar el coche en las arrancadas.
- ❑ Imposibilidad de deslizamiento del coche hacia atrás al arrancaren rampa.
- ❑ Menor desgaste del embrague.
- ❑ Imposibilidad de equivocación de un cambio de marchas.
- ❑ Buenas recuperaciones.
- ❑ Confort de marcha al no tener que pisar y cambiar de marcha. Asimismo al arrancar el conductor no tiene que modular la presión sobre el acelerador o la velocidad con la que suelta el embrague, basta con acelerar.

Desventajas:

- ❑ Precio, en general, mayor.

- ❑ Mayor consumo de combustible.
- ❑ Peores prestaciones.
- ❑ Menor control sobre el vehículo.

Es un hecho admitido que actualmente las transmisiones de tipo automático no tienen gran aceptación en nuestro mercado. Para comprobarlo no hay mas que echar mano de las cifras. En el año 2000 el 18% de los vehículos producidos en Europa equipaban un caja de cambios automática. Frente a esta escasa cifra se encuentra el abrumador 90% de coches automáticos en Estados Unidos y el 70% en Japón. Así la producción europea de este tipo de cambio se ha elevado del millón de unidades 1991 a 2,36 millones el año 2004. Por países los más “automáticos” son Suiza con el 20,7 % de las ventas, Suecia con el 18,9 % y Gran Bretaña con 14%.

Durante los últimos años, muchos fabricantes siguen esforzándose en conseguir transmisiones automáticas cada vez mas eficaces, prácticas, cómodas y económicas. Pero sin embargo, “los usuarios”, permanecen insensibles a todos esos esfuerzos y se aferran a un sistema, el cambio manual, que se ha quedado retrasado frente a la avanzada tecnología que invade al automóvil.

Seguidamente explicamos algunos tipos de cambios robotizados que incorporan algunas marcas a determinados vehículos de su gama.

2. CAMBIO DSG (Direct Shift Gearbox).

El cambio DSG es la última y gran novedad del grupo VAG en materia de cambios, a sumar a las cajas manuales, automática Tiptronic de convertidor hidráulico y [Multitronic](#) de variador continuo. Esta novedosa caja de cambios de piñones combina varios aspectos: la robotización en el accionamiento, igual que la [Selespeed](#) de Alfa, [Easytronic](#) de Opel o [SensoDrive](#) de Citroën; dos embragues multidisco en baño de aceite en lugar del tradicional embrague de diafragma en seco y un eje doble (hueco) que permite llevar engranadas siempre dos marchas aunque la potencia la transmite sólo un embrague y que realiza los cambios de marcha en plena carga, siempre en tracción, y en sólo dos décimas de segundo según Audi . Dispone de un calculador que inserta la marcha adecuada en el otro eje según interprete que vamos a subir de marcha o a reducir.

Vamos con las ventajas e inconvenientes de uso, que algunos tiene. La primera ventaja sobre los cambios robotizados conocidos hasta la fecha es la suavidad subiendo marchas, pues elimina de raíz el típico cabeceo. Otra ventaja, muy evidente nada más iniciar la marcha, es la rapidez subiendo marchas en modo automático. No así en secuencial.



Una característica del cambio, que será ventaja o inconveniente según la práctica y los hábitos de cada conductor, es que a coche parado el sistema tiene un ligero arrastre, como si de un convertidor hidráulico se tratase. Se elimina casi completamente cuando se pisa el pedal del freno, no así cuando se acciona el freno de mano.

Hacemos un inciso para decir que merece la pena seguir atentamente el ritual del cambio cuando sube de marchas en automático. Sin interrupción del empuje, de repente se aprecia que la aguja del cuentarrevoluciones se mueve, en una fracción de segundo, cayendo de vueltas y variando el ruido de fondo del motor. Sensaciones nuevas, como la del empuje sin fin del cambio Multitronic. Aunque la tecnología es diferente, el resultado es muy similar. En las reducciones, que las realiza con doble embrague no aporta ninguna ventaja en rapidez ni suavidad frente a las robotizadas que tienen esta función, por ejemplo la de Alfa.

Otra ventaja propagada por Audi frente al embrague tradicional de disco seco es que no es necesario cambiarlo a lo largo de la vida útil del coche. No así el aceite, que hay que sustituirlo periódicamente, a la espera de desarrollar uno para toda la vida.

Un aspecto muy negativo es la lentitud y brusquedad en las arrancadas a fondo, pues se acelera el motor con titubeos hasta las 1.900 rpm para salir después disparado.

Hay algún aspecto más que llama la atención y es la lentitud en los cambios cuando se maneja en secuencial o se pisa el sobregás con el acelerador. En estas circunstancias no discutimos que el cambio se realice en dos décimas de segundo, pero lo que sí afirmamos es que desde que se acciona la palanca del cambio (para subir y en menor medida para reducir) o se pisa el acelerador a fondo hasta que se realiza el cambio transcurre bastante tiempo, asemejándose al típico cambio automático con convertidor hidráulico. Demasiado tiempo frente a otros cambios robotizados que inician la maniobra según se toca la palanca, aunque luego tarden más en realizarla si se trata de subir de marchas. Otro inconveniente, es que no nos regala con el sonido

metálico de la inserción de las marchas a coche parado, como sí hace el [Alfa](#), por ejemplo.

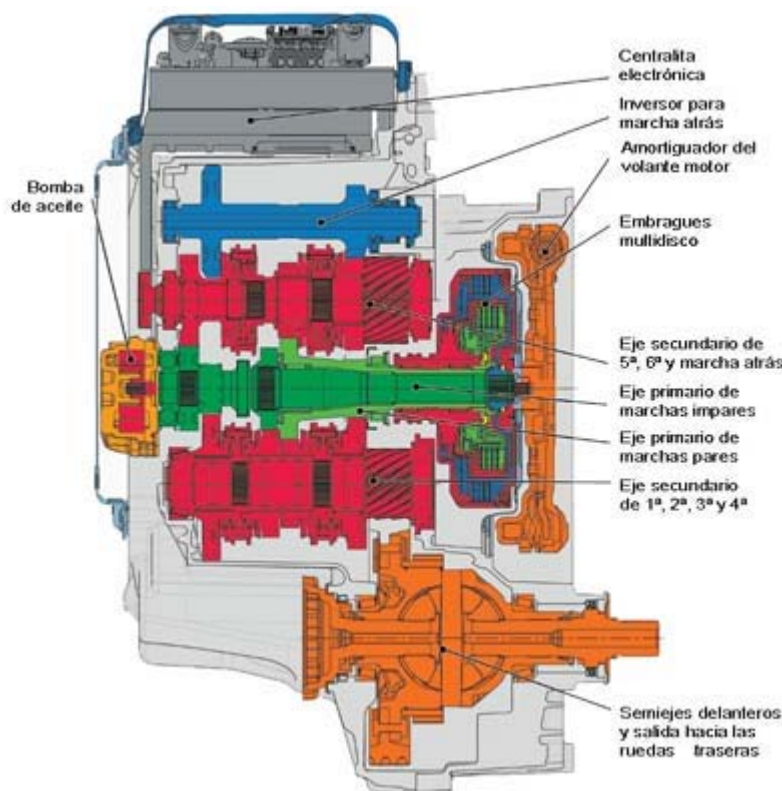
En cuanto a prestaciones y consumos homologados, las primeras son idénticas a las de la caja manual de 6 relaciones, con desarrollos algo más largos, y los consumos son ligeramente más altos, con 0,3 litros más cada 100 km en el recorrido extraurbano y 0,2 litros más en el mixto.

Si hablamos del precio, nos parece una cantidad lo suficientemente elevada, renunciando por ello al confort de uso, respuesta adecuada del motor en toda circunstancia y cuidado de la mecánica al eliminar errores en las inserciones de las marchas. En suma, una merma apreciable de seguridad activa.

Transmisión	Tracción delantera
Caja de cambios	Automático-secuencial DSG, 6 velocidades, robotizado con embrague multidisco
Desarrollo (km/h a 1.000 rpm)	1ª: 8,26 km/h 2ª: 13,95 km/h 3ª: 21,99 km/h 4ª: 32,49 km/h 5ª: 40,62 km/h 6ª: 49,96 km/h

Funcionamiento: Al tener dos cajas de cambio juntas, el cambio no consiste en desengranar una marcha y engranar otra, sino en embragar una de las cajas y en desembragar la otra. Por eso puede haber dos marchas seleccionadas simultáneamente. Este procedimiento es mucho más

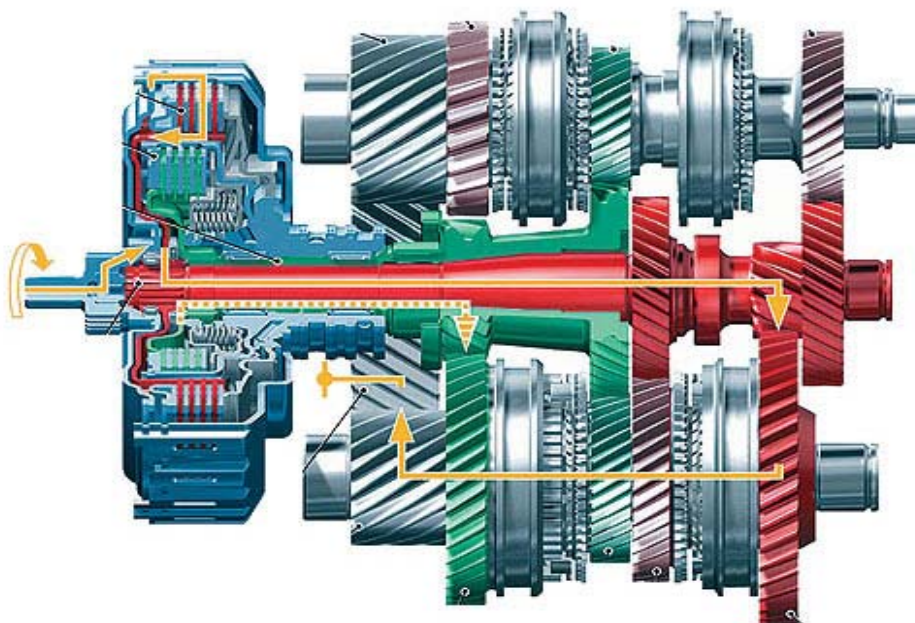
rápido que el de un cambio normal, y tiene la ventaja de que las ruedas nunca dejan de recibir fuerza del motor. En un cambio de pares de engranajes normal, el mecanismo que cambia de marcha es un desplazable que, al moverse, desconecta una marcha y conecta otra. En el cambio DSG hay también desplazables, pero dos de ellos pueden estar conectados simultáneamente. Cuando se circula en segunda, el desplazable de la tercera puede estar conectado.



El proceso de cambio de marcha lo hace un sistema de dos embragues. Un embrague está conectado a la segunda velocidad y otro a la tercera. Cuando el coche circula en segunda, sólo el embrague correspondiente está embragado. Cuando cambia a tercera, se desembraga el del eje de la segunda y embraga el de la tercera. El cambio tiene un control electrónico con las funciones normales y, además, determina qué marcha se preselecciona (si el coche va en

tercera, se puede preseleccionar la segunda o la cuarta).

En el modo automático hay un programa deportivo que lleva el motor más alto de vueltas; tarda más en aumentar marchas y menos en reducir.



El eje del motor está conectado a dos embragues multidisco independientes y concéntricos. Cada embrague tiene mando hidráulico y está controlado

electrónicamente. De cada embrague parte un árbol primario, también concéntricos (verde y rojo). En el dibujo, el rojo es el de las marchas impares (y la marcha atrás) y el verde es el de las marchas pares. Hay también dos árboles secundarios, uno para las cuatro marchas más cortas, otro para las dos más largas y la marcha atrás. En el dibujo representa un cambio de primera a segunda. Inicialmente (sin colocar el cursor sobre el dibujo), la fuerza del motor (línea continua amarilla) se transmite a través uno de los embragues multidisco (el rojo), a uno de los árboles primarios (rojo) y, de ahí, al par de engranajes de primera velocidad (el piñón rojo más grande del árbol secundario). Simultáneamente está preseleccionada la segunda velocidad. La línea amarilla discontinua indica que por ahí pasaría la fuerza del motor si el otro embrague (el verde) estuviera embragado: a través del árbol primario verde hacia los piñones de segunda. Al colocar el cursor sobre el dibujo se puede ver que el embrague rojo se desembraga y el verde se embraga.

La fuerza del motor (línea continua amarilla) pasa a través del árbol primario verde hacia el par de piñones de segunda (en el árbol secundario, el piñón verde). Simultáneamente, el desplazable del eje secundario se ha movido desde la primera hacia la tercera. De esta manera, la tercera está preseleccionada. Con un nuevo cambio de embragues se conectaría la tercera.

3. CAJA SECUENCIAL M (SMG II). SEGUNDA GENERACIÓN

CON DRIVELOGIC



La SMG de segunda generación representa una evolución considerable de la SMG original y la caja es, en términos técnicos, idéntica a la caja de cambios manual del M3 de seis marchas (más retroceso). La nueva versión no solamente tiene la palanca de cambios secuencial convencional, sino también dispone de dos teclas o álaves en el volante. De esta manera, el conductor elige cómo cambiar de marchas. Las teclas del volante contribuyen a mejorar el nivel de seguridad activa, ya que usándolas, el conductor no tiene que apartar las manos del volante. Esta nueva caja SMG combina la posibilidad de cambiar de marchas secuencialmente y de optar por la modalidad de cambios automáticos. Sus ventajas son evidentes:

- El conductor puede elegir en todo momento entre dos modalidades: cambio secuencial («S») o cambio automático («A»).
- La «Drivelogic» consigue adaptar las características del cambio de marchas del sistema SMG al estilo de conducción, recurriendo a un total de once programas diferentes.
- Cuando el conductor baja de marcha, el sistema ejecuta automáticamente un desembrague doble.

- ❑ Ya no es necesario embragar, con lo que ya no hay pedal de embrague. Además, a diferencia de una caja de cambios automática, la caja SMG no dispone de un convertidor de par que consume mucha energía y, en consecuencia, reduce las prestaciones del coche.
- ❑ Con la caja SMG, las prestaciones son ligeramente superiores que con la caja de cambios manual y, además, los cronos conseguidos siempre se pueden repetir.
- ❑ Los «shift lights» (diodos luminosos en el panel que indican el momento óptimo para el cambio de marchas) de la caja de cambios secuencial M permiten aprovechar al máximo la potencia del vehículo.



La segunda generación de la caja SMG ha conseguido reducir aún más el tiempo de interrupción de la tracción. Ahora, el cambio de marcha más rápido puede hacerse en tan sólo 80 milésimas de segundo. Es difícil que alguien pueda cambiar de marchas manualmente a esa velocidad.

Además, con el sistema Drivelogic el conductor puede adaptar manualmente la dinámica de los cambios de marcha eligiendo entre seis programas diferentes, empezando por S1 para una conducción dinámica reposada y llegando hasta S5 para un estilo de conducción francamente deportivo. Además, puede activar el programa S6 si está desconectado el DSC (control dinámico de la estabilidad), ofrecido de serie en el M3. Entonces, los cambios de marcha se producen al estilo más deportivo, como en un coche de carreras.

En situaciones críticas, por ejemplo al reducir las marchas sobre una calzada resbaladiza, el sistema desembraga de inmediato cortando el momento de arrastre del motor, con lo que el coche no derrapa.

El «cerebro» de este nuevo sistema es el sistema de gestión electrónica del motor MS S54, desarrollado por BMW M, que intercambia datos con la unidad de control de la caja de cambios secuencial M. Ambas unidades de control están conectadas entre sí mediante un «bus de datos» de alto rendimiento (SMG-CAN).

Once sensores redundantes del sistema SMG están incluidos en la red del CAN-Bus. Estos sensores son indispensables para la ejecución de numerosas funciones especiales que la caja SMG ofrece como exclusividad mundial. Por ejemplo, únicamente con un sensor de aceleración longitudinal es posible disponer de funciones tales como «ayuda en cuesta» o «detección de montaña». La unidad de control de la caja de cambios secuencial puede conectarse al sistema de diagnóstico en cualquier taller autorizado de BMW.

Funcionamiento: todas las marchas se cambian electrohidráulicamente. En el M3, todos los elementos de mando de la caja SMG funcionan «by wire», con lo que reaccionan con gran rapidez y seguridad, sin conexiones mecánicas, igual que los sistemas utilizados en la aeronáutica y en la navegación espacial.

Si está activada la modalidad («A»), la caja de cambios secuencial M cambia de marchas en función de un programa elegido por el conductor mediante el «Drivelogic Control». Si se cambia de la modalidad «A» a la «S», cosa que es posible en todo momento y estando el coche en movimiento, el conductor puede subir las marchas pulsando la tecla derecha del volante o dando un ligero toque hacia atrás a la palanca que se encuentra en la consola central.

Para bajar de marchas, hay que proceder a la inversa, es decir, pulsar la tecla del volante que se encuentra en el lado izquierdo o dándole un toque a la palanca moviéndola hacia adelante. Al hacerlo, el sistema efectúa un desembrague doble, tal como lo hacen los pilotos más experimentados, para conseguir que bajen las marchas con mayor rapidez y suavidad.

Pulsando varias veces las teclas o desplazando varias veces seguidas la palanca es posible «pasar por alto» varias marchas. Sin embargo, el sistema electrónico ejecuta estos cambios únicamente si lo permiten las revoluciones del motor. Ello significa que es imposible revolucionar demasiado el motor.

«Shift lights» indican el momento óptimo para cambiar de marcha. El conductor de un M3 sabe en todo momento qué programa está activado y en qué posición se encuentra la palanca selectora, ya que no tiene más que consultar el visualizador SMG que se encuentra en el panel de instrumentos, debajo del cuentarrevoluciones. Además, los diodos luminosos llamados «shift lights» entran en acción cuando está activada la modalidad secuencial, indicando cuál es el momento óptimo para cambiar de marcha en función de las revoluciones del motor. Al igual que al volante de un Fórmula 1, el conductor de un M3 dotado del sistema SMG siempre tiene la posibilidad de aprovechar al máximo la potencia de su coche. En la modalidad «S», la caja de cambios secuencial no sube de marchas automáticamente porque, a fin de cuentas, el conductor que elige esta modalidad opta por un estilo de conducción realmente «activo».

Para poner la «marcha atrás» hay que mover la palanca hacia adelante y la izquierda,

igual que en la caja manual. Al aparcar con una marcha puesta, el coche no puede empezar a rodar involuntariamente.

La caja SMG ofrece una función especial muy práctica que permite arrancar en cuestas sin que apenas el coche ruede hacia atrás. Se trata de la «ayuda en cuesta», disponible tanto en la modalidad secuencial como en la automática, dando igual si se arranca hacia atrás o adelante. Para activar esta práctica función, no hay más que pisar el freno y mantener pulsada la tecla izquierda del volante durante unos segundos. A continuación, al soltar el freno se disponen de dos segundos para poner en movimiento el M3 sin que el coche ruede involuntariamente por la pendiente.

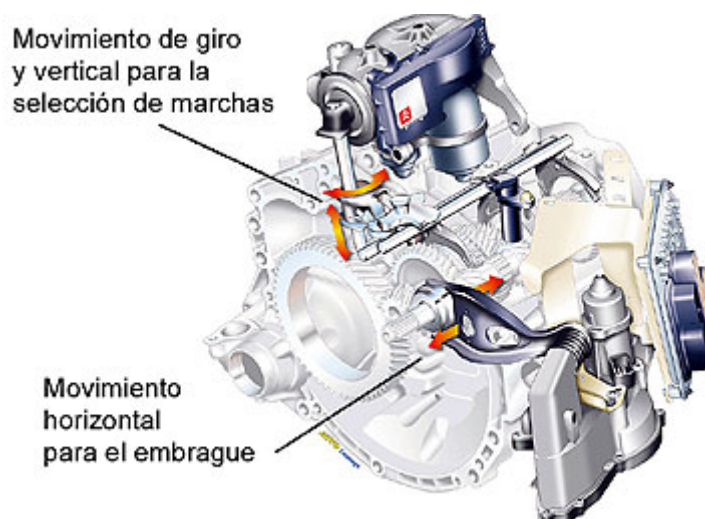
La «ayuda de aceleración» permite acelerar al máximo. Desconectando el sistema DSC y eligiendo el programa S6, el conductor sólo tiene que presionar sobre la palanca hacia adelante y mantenerla en esa posición. Entonces, cuando pisa el acelerador a fondo, la caja sube las revoluciones del motor hasta alcanzar el nivel óptimo para arrancar. A continuación, no tiene más que soltar la palanca y el M3 se lanza a la vez que la electrónica se encarga de evitar que patinen los neumáticos. Esta es una función que únicamente ofrece el M3.

El sistema dispone de numerosas funciones de seguridad, entre ellas aquella que durante cuatro segundos evita que se ponga en movimiento el coche mientras la puerta del conductor está abierta (por ejemplo, al cambiar de conductor). Si durante esos cuatro segundos no se pisa el pedal del freno o del acelerador, la caja cambia a punto muerto hasta que el conductor elija una marcha. Además, si está abierto el capó del motor, tampoco se puede poner en movimiento el coche.

El M3 equipado con SMG puede aparcarse estando la palanca en las posiciones «R» (marcha atrás), «S», «A» u «O» (con chivato óptico y acústico). En estas posiciones también es posible retirar la llave del encendido.

4. CAJA SENSODRIVE

En septiembre de 2002, Citroën pone a la venta una nueva caja denominada «Sensodrive».



La caja tiene cinco velocidades y doble [mando secuencial](#), en la palanca y en el volante.

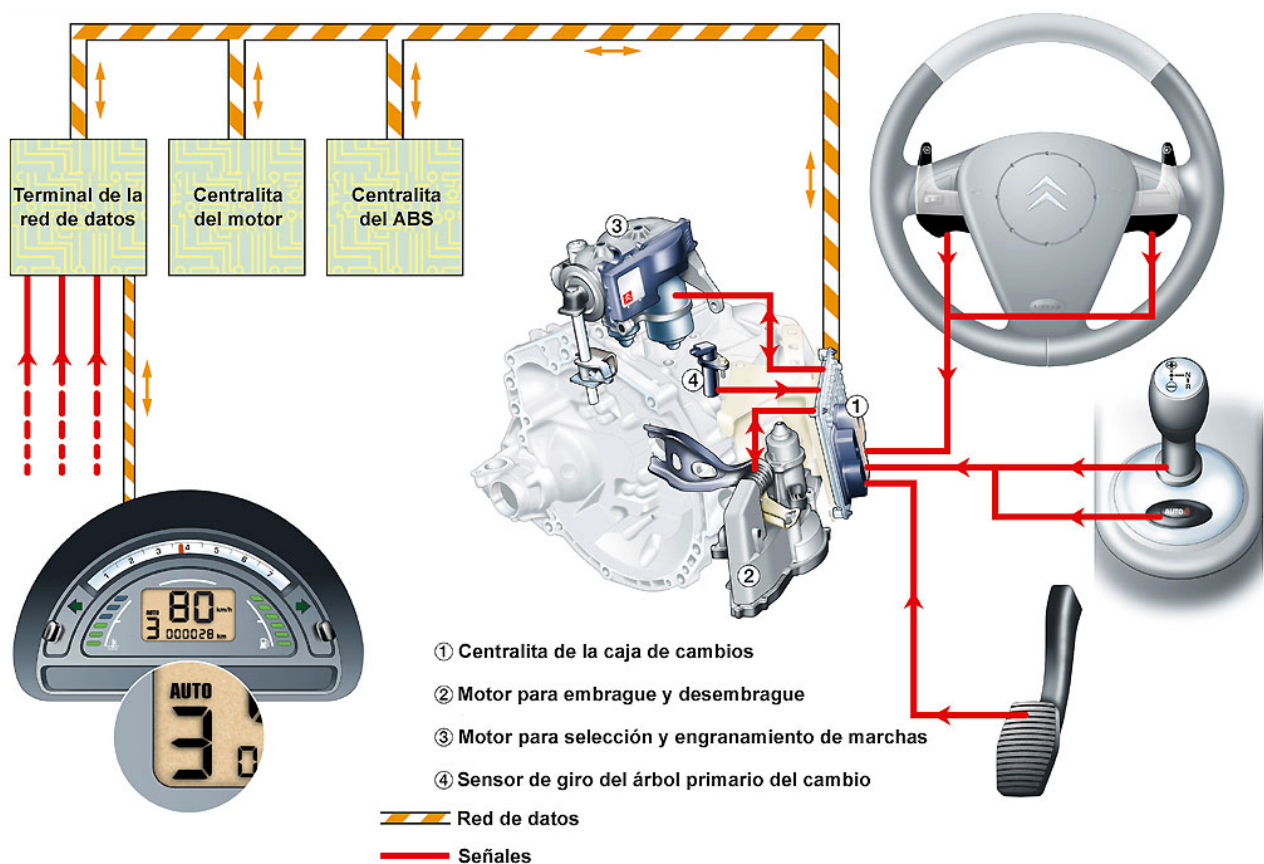
El conductor puede elegir, con un botón en la consola, entre un funcionamiento completamente automático, o bien seleccionar las marchas con cualquiera de los dos mandos (la palanca o los del volante).

Aunque se circule en modo automático, se puede intervenir manualmente en el cambio al accionar cualquiera de los mandos secuenciales. Aunque se circule en modo manual, el cambio actúa automáticamente en dos casos: uno, no engrana una marcha si el régimen resultante del motor fuera inconveniente (demasiado alto o bajo); dos, engrana una marcha más larga si el motor llega al régimen máximo y el conductor sigue acelerando.

Es un cambio derivado de otro manual, con dos ejes y pares de engranajes. La diferencia es que hay un motor eléctrico que, mediante dos tipos de movimientos, selecciona las marchas.

Para accionar el embrague hay otro motor eléctrico; la centralita del cambio es capaz de adaptarse al desgaste del embrague.

Estos motores están controlados por una centralita electrónica, que recibe información por dos vías: bien por señales que le llegan directamente de distintos elementos, o bien por la red de datos del coche.



Las señales que le llegan directamente vienen de los mandos secuenciales (volante o palanca), del botón que selecciona el modo automático, del pedal del freno y de un sensor que mide el régimen del eje primario del cambio. Los dos motores eléctricos también dan una señal de posición que recibe la centralita.

En la red de datos del coche están variables como el régimen del motor o la posición del acelerador, con las que el cambio determina la marcha que debe engranar, según su programación.

La centralita del cambio interviene a su vez en el motor de dos maneras. Cuando va a reducir una marcha, provoca una aceleración para eliminar la retención del motor (lo que equivale al [punta tacón](#)). Cuando va a aumentar una marcha, limita la fuerza del motor momentáneamente para que no se acelere mientras está desembragado del cambio (lo que equivale a levantar el pie del acelerador para cambiar).

5. BIBLIOGRAFÍA

URL's consultadas:

- ❑ www.km77.com
- ❑ www.mecanicavirtual.org
- ❑ www.marcamotor.com
- ❑ www.autocity.com
- ❑ www.motorpasion.com

Libros:

- ❑ Arias Paz. Manual de automóviles. Editorial CIE Dossat, 2004.
- ❑ Sistemas de transmisión y frenado. J.M. Alonso. Editorial Paraninfo. 2006.

Revistas:

- ❑ Tecno, de autofácil. Diversos números.