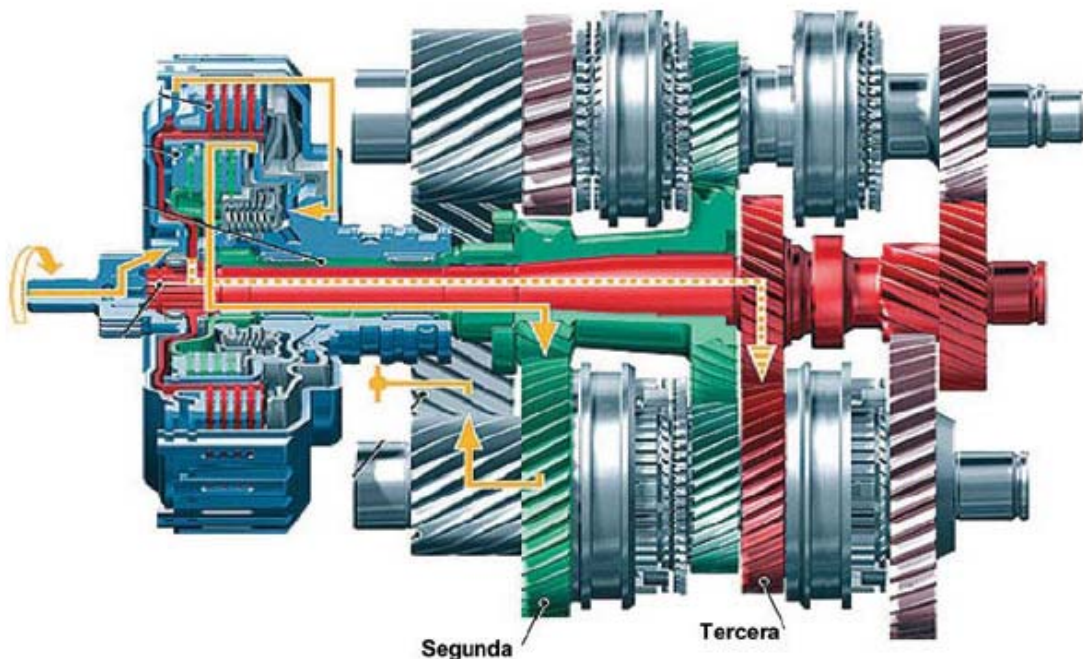


“CONCURSO COMFORP”

CAJAS DE CAMBIO ROBOTIZADAS



IFPS CIUDAD DEL APRENDIZ (VALENCIA)

**ALUMNOS: JOSÉ PASCUAL CASAÑ ROYO
RUBÉN DARÍO CUADRADO VIZUETE
TUTOR: LUIS CIRIA LÓPEZ**

CONTENIDO

- **CAJAS DE CAMBIOS AUTOMÁTICAS Y SECUENCIALES**
- **CAMBIOS MANUALES-SECUENCIALES O ROBOTIZADOS**
- **AUDI**
 - **MULTITRONIC DE AUDI**
- **BMW**
 - **CVT STEPTRONIC DE BMW**
 - **CAMBIO SMG II DE BMW**
- **MERCEDES**
 - **SEQUENTRONIC DE MERCEDES**
- **NISSAN**
 - **CAMBIO TOROIDAL DE NISSAN**
 - **HYPERTRONIC DE NISSAN**
- **OPEL**
 - **SANEASYTRONIC DE OPEL**
- **RENAUL**
 - **QUICKSHIFT 5 DE RENAUL**
- **TOYOTA**
 - **CAMBIO SMT DE TOYOTA**

- **STEPTRONIC (MG, LAND ROVER Y ROVER)**
- **SPEEDGEAR, HYPERTRONIC, STEPTRONIC (MG, LANDROVER Y ROVER)**
- **CAMBIO F-1 DE FERRARI**
- **VARIADOR CONTINUO**

CAJAS DE CAMBIOS AUTOMÁTICAS Y SECUENCIALES

Son aquellas que permiten tanto un manejo manual (secuencial) como automático. Para la elección de uno u otro, se disponen, por lo general, de sendos pasillos o carriles en el mando. El conductor tan sólo debe desplazar la palanca a uno u otro, dependiendo del tipo de conducción que desee realizar.

La característica común de todos estos cambios es la de disponer de convertidor de par (por tanto, no hay pedal de embrague) y de confiar la labor del accionamiento a unos actuadores electrohidráulicos.

Frente a un cambio totalmente automático convencional, lo que los fabricantes han pretendido con el manejo secuencial ha sido dotar a los mismos de un cierto carácter de deportividad, haciendo más participe al conductor en la conducción del vehículo.

Por secuencial se entiende el tipo de cambio en el que hay una secuencia para variar las relaciones. La palanca de cambios no tiene una posición fija para cada marcha, sino que basta con desplazarla mediante toques arriba y abajo o a los lados para seleccionar las velocidades. Existe también la posibilidad de accionar las marchas desde el volante mediante unas manetas o unos pulsadores. Hay que señalar que Mercedes dispone de un “falso” secuencial en cuanto que se sale de la definición anterior. Ello es porque su mando se utiliza para aumentar o disminuir el número de velocidades que puede engranar el cambio (de una a cinco), no para seleccionar una marcha en concreto.

El nacimiento de los cambios secuenciales tiene su origen en la competición. Fue el ingeniero John Barnard quien, junto a los técnicos de Ferrari, desarrolló una caja semiautomática para sus monoplazas, que la estrenó Nigel Mansell en el Ferrari 640 en 1989. La idea era acoplar un mando hidráulico a presión junto a un embrague electromagnético a una caja de cambios convencional. Un circuito hidráulico a presión se encarga de desplazar un selector que presiona sobre las horquillas (movidas a su vez por válvulas electromagnéticas) para insertar las marchas que el piloto selecciona mediante pulsadores situados tras el volante. En este caso, el diseño original contemplaba pedal de embrague, pero sólo para dosificar la fuerza del motor en las arrancadas.

Fuera de la competición, el primer cambio de configuración secuencial apareció en 1990 de la mano de Porsche con el nombre de Tiptronic que lo introdujo en el modelo 911. Fue desarrollado entre Porsche (puso la idea), ZF (hizo la caja) y Bosch (se encargó de la electrónica). En 1995 apareció una nueva versión de este cambio denominada Tiptronic S, que contaba además con mandos al volante. A pesar de ello, hay que señalar que, estrictamente hablando, el Tiptronic no es un cambio “secuencial puro” sino más bien un automático al que se le incorpora un pasillo secuencial. Por “secuencial puro” se entiende una caja en origen manual (y no automática) a la que se añaden los mecanismos necesarios para automatizarla: es el cambio robotizado. De él se hablará en un apartado posterior.

Pronto marcas como Audi, BMW, Alfa Romeo o Chrysler, comenzaron a fabricar sus propias versiones. La principal mejora de los cambios automáticos-secuenciales ha sido la de afinar el funcionamiento automático. En este sentido, cada vez son más los fabricantes

que optan por una transmisión automática autoadaptativa a la que se le añade el pasillo secuencial.

Actualmente, la oferta de cambios automático-secuenciales es muy variada. Su proliferación comenzó en las berlinas de lujo, pero ya se ofrecen en las berlinas medias, en los compactos y hasta en monovolúmenes. Algunos de los cambios secuenciales presentes en el mercado se muestran en la siguiente tabla.

E-Shift	Lexus IS 300	Caja de cinco velocidades con posibilidad de manejo secuencial únicamente desde el volante. No es un secuencial "puro": al seleccionar una marcha de forma manual lo que hace es bloquear el cambio en esa marcha, pero funciona como automático en el paso de las anteriores. Si circulamos por ejemplo en quinta, basta con pulsar el correspondiente botón para reducir rápidamente a la marcha anterior. Es decir, en el momento en que se toquen alguno de los botones, se pasa
"Falso secuencial"	Mercedes	Transmisión de cinco marchas que al igual que la del Lexus IS 300, no se trata de un cambio secuencial "normal". La razón es que con el selector, mediante impulsos transversales, lo que se hace es bloquear marchas superiores. Si se inserta por ejemplo la tercera, el cambio lo que hace es no pasar de esta marcha, pero no se queda "bloqueada" como sucede en otros tipos de automáticos-secuenciales. Sin embargo, si baja la velocidad o se provoca el <i>kick-down</i> , el cambio reduce las marchas necesarias. Disponen de 2 programas: invierno y <i>sport</i> .
Speedshift	Mercedes	Cambio de cinco velocidades con un perfil deportivo por la inmediatez de reacciones y por limitar el resbalamiento del convertidor.
Proactiva secuencial	Renault	Caja Proactiva de cinco marchas al que se le ha incorporado un pasillo para manejo secuencial.

CAMBIOS MANUALES-SECUENCIALES O ROBOTIZADOS

Son una evolución del cambio de embrague pilotado. Si bien en éste lo que se automatizaba era el embrague, ahora se robotizan también las inserciones de marcha. De modo que tampoco llevan pedal de embrague pero a diferencia de los primeros, los cambios ya no los realiza el conductor “a capón”. Por tanto, las cajas robotizadas no son más que transmisiones manuales con los dispositivos necesarios para automatizar las operaciones de cambio de marcha.

Su gran ventaja estriba en que se basa en un cambio manual, de modo que no penalizan las prestaciones y los consumos respecto de aquellos que derivan de las transmisiones automáticas “puras”. Debido a que comparten los mismos elementos mecánicos que una transmisión manual, todos ellos emplean embrague normal (monodisco en seco por lo general) y engranajes cilíndricos.

En los cambios de embrague pilotado, sin el compromiso de mover el pedal de embrague, la mano era a menudo demasiado rápida dibujando la “H” y enturbiaba el funcionamiento final. La finura del embrague, especialmente en maniobras, tampoco permitía demasiada precisión y obligaba, sin querer a aparcas “de oído”.

En las transmisiones robotizadas, en cambio, gracias a que se dispone de acelerador por cable, no hace falta desacelerar al cambiar, y al detener el coche, reducen a primera solos. La electrónica se encarga de cortar la alimentación del motor al subir de marcha, o de elevar el régimen de giro al reducir (imitando la técnica punta-tacón).

La mayoría de este tipo de automatismos puede funcionar también como automático e incluso algunos incorporan botones o levas para cambiar desde el volante. La selección de marchas puede realizarse con la palanca mediante toques hacia arriba y abajo (o a izquierda y a derecha, según la marca) o desde el volante por medio de botones o levas.

Salvo algún caso particular, la mayoría de las transmisiones de este tipo utilizan actuadores hidráulicos. El conductor selecciona la marcha y una centralita electrónica envía la orden a una bomba hidráulica que actúa sobre el embrague, mientras que pequeñas bombas mueven los piñones del cambio, insertando la marcha elegida. Cuando en un apartado anterior se hablaba de “secuenciales puros”, se hacía referencia a las transmisiones de este apartado, ya que están más cerca de los manuales que los automático-secuenciales estructuralmente hablando. Estos últimos no son más que automáticos al que se le añade un carril adicional para el manejo secuencial.

En los últimos años se ha producido un aumento considerable de los cambios robotizados ocupando prácticamente todos los segmentos del automóvil: utilitarios, compactos, berlinas y, sobre todo, deportivos. A continuación se muestran algunos tipos que se ofrecen en el mercado:

Selespeed (Alfa Romeo) Cambio de cinco velocidades derivada directamente del cambio del F-1 de Ferrari (el comercial, no el de competición; se hablará de él más adelante).

No llega al carácter deportivo de aquella: es más suave y lenta; pero si lo es en comparación con el Q-System. Logra casi los mismos registros en todos los apartados (prestaciones, recuperaciones y consumo) que un cambio manual.

Dispone de dos modos de funcionamiento:

- 1- **Secuencial.** Desde palanca tradicional o desde botones levas en el volante (derecha para subir e izquierda para reducir). Dentro de este modo tenemos una opción normal (cambio se produce entre 1 y 1,5 segundos) y otro *sport* (en 0,7 segundos) que se activa automáticamente al pasar de 5000 rpm o si superamos el 60% del recorrido del pedal del acelerador. La marcha seleccionada de muestra en un *display* en el tacómetro.
- 2- **Automático.** Exclusivo para ciudad o conducción relajada al pulsar el botón *city* junto a la palanca. Para pasar de modo automático a secuencial no hace falta parar el coche sino que basta con dar un pequeño golpe a la palanca o pulsar alguno de los botones del volante.

El Selespeed utiliza un sistema hidráulico, en la que una bomba electrohidráulica gestionada por una centralita (de la firma Magneti Marelli) produce la energía para el sistema para poder operar. Todo el conjunto se encarga tanto del embrague como de la marcha. La bomba se activa cuando la puerta del conductor se abre, asegurando disponer de suficiente presión hidráulica para cuando se arranque el motor.

La operación del cambio de marcha es confiada a la labor de tres actuadores: uno de ellos se encarga de controlar el embrague, para que en el momento de que se vaya a producir el cambio de marcha, éste se encuentre desembragado, otro se encarga de que engranen y el tercero controla la selección de la velocidad, esto es, cual es la relación de marcha que debe meter.

La secuencia de actuación a la hora de cambiar es la siguiente: se corta la inyección, se desembraga, se inserta una relación de marcha y se vuelve abrir gas.

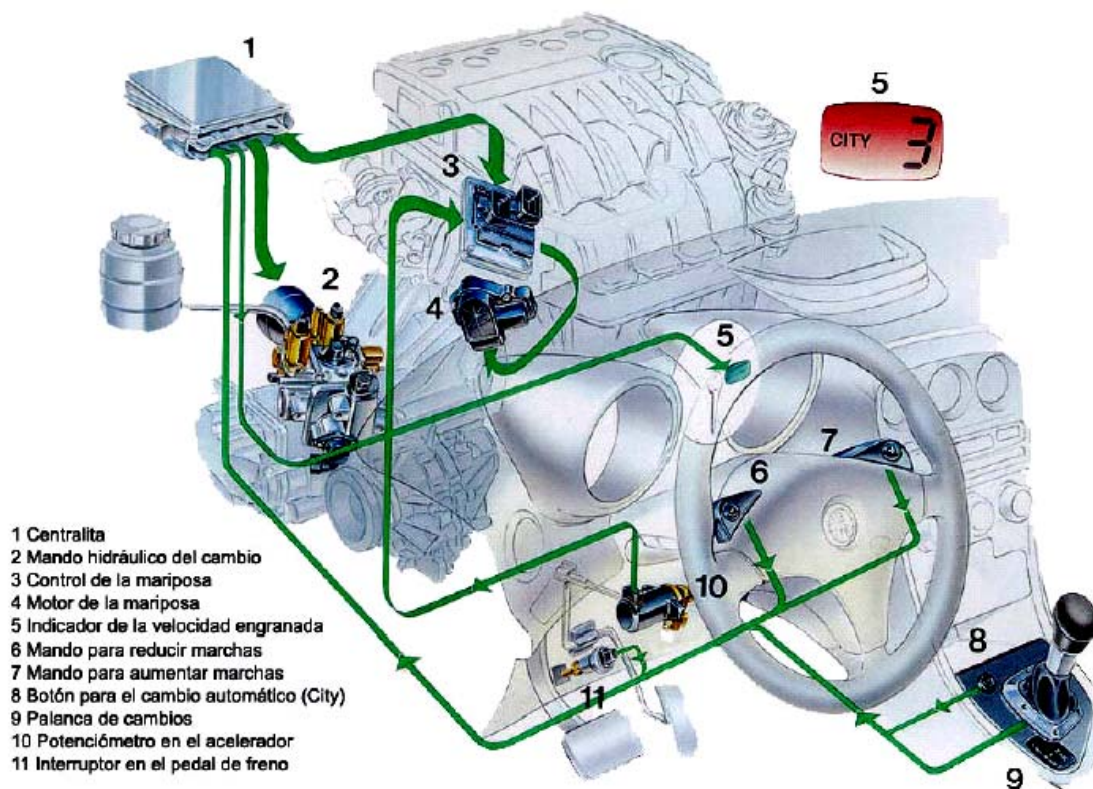
El sistema, gracias a la electrónica, dispone de distintas **funciones** para proteger el motor, favorecer la seguridad y hacer la conducción más sencilla:

- Impide seleccionar una marcha demasiado larga o corta. Pasa automáticamente a la relación superior cuando se alcanza el régimen máximo.
- En maniobras a baja velocidad, los mandos del volante no envían órdenes.
- Anula el punto muerto al pasar de 40 km/h.
- Pasa inmediato de modo *city* a manual cuando se actúa sobre los botones.
- En las maniobras de frenada de emergencia, el sistema Selespeed reduce automáticamente las marchas consiguiendo una fuerza de frenado adicional.
- Para arrancar el vehículo, el coche debe estar completamente parado, el freno pisado e insertar la marcha.
- En modo secuencial se puede cambiar sin levantar el pie del acelerador. Además, al disponer de acelerador electrónico, se puede cortar la alimentación del motor actuando sobre su centralita, de forma que se corta gas al subir de marchas y se acelera ligeramente al bajarlas, a modo de punta-tacón.

Los puntos negativos del Selespeed son:

- Las maniobras a baja velocidad son al principio complicadas (sobre todo en cuesta) al no poder modular el embrague (hay que ayudarse con el pie izquierdo sobre el freno).
- En modo *city* no es tan suave como un cambio automático convencional si pisamos a fondo el acelerador.
- En modo secuencial el sistema interviene para evitar insertar una marcha demasiado larga o corta. Por tanto, no se comporta como un cambio 100% manual. Además, en este mismo modo es un poco brusco ya que si no se levanta ligeramente el pie del acelerador el motor corta la inyección).
- En carreteras muy viradas es incómodo seleccionar los botones o levas del volante.

Imagen del selespeed

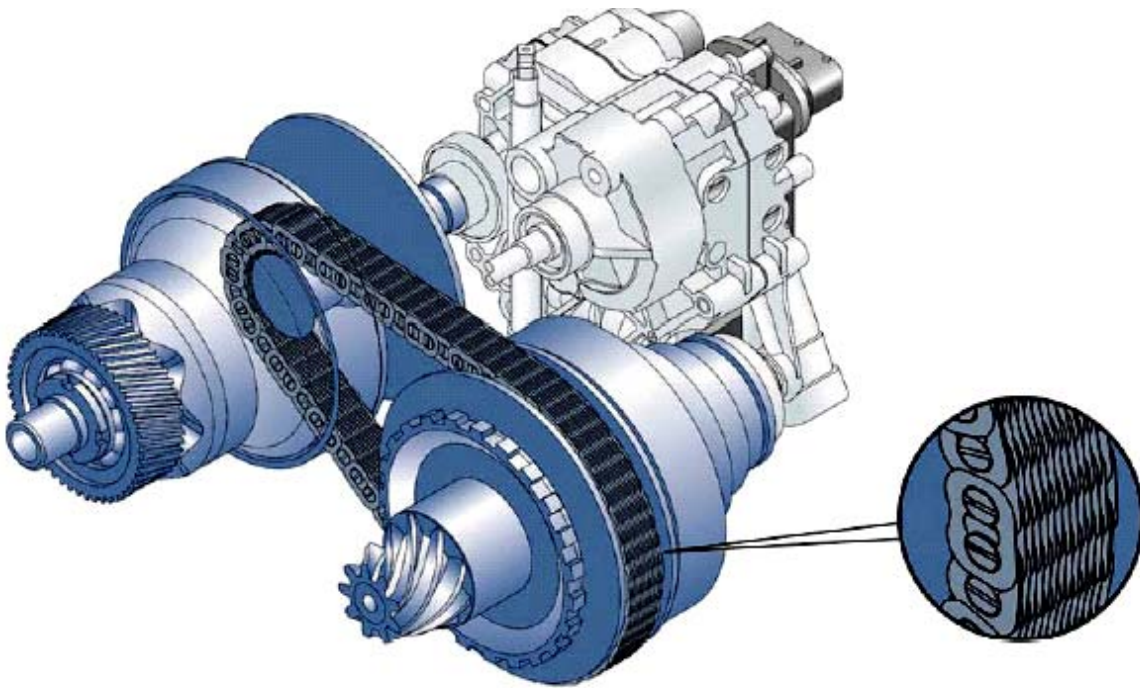


AUDI

MULTITRONIC DE AUDI

Tomando como punto de partida las CVT anteriormente citadas, Audi se puso como meta dar un salto de calidad y convertirse así en la referencia de este tipo de transmisiones. El resultado se llama Multitronic.

Variación de desarrollos del Multitronic



Se trata de una transmisión fabricada por la empresa Luk, actualmente la más elaborada, sofisticada y eficaz del mercado.

Se permite un doble manejo del cambio:

- **Automático.** Se ha desarrollado una gestión con cierta capacidad adaptativa. Reconoce la forma de conducir y el perfil de la carretera, escogiendo los desarrollos más adecuados en cada momento. Audi lo llama DRP (Programa Dinámico de Regulación).

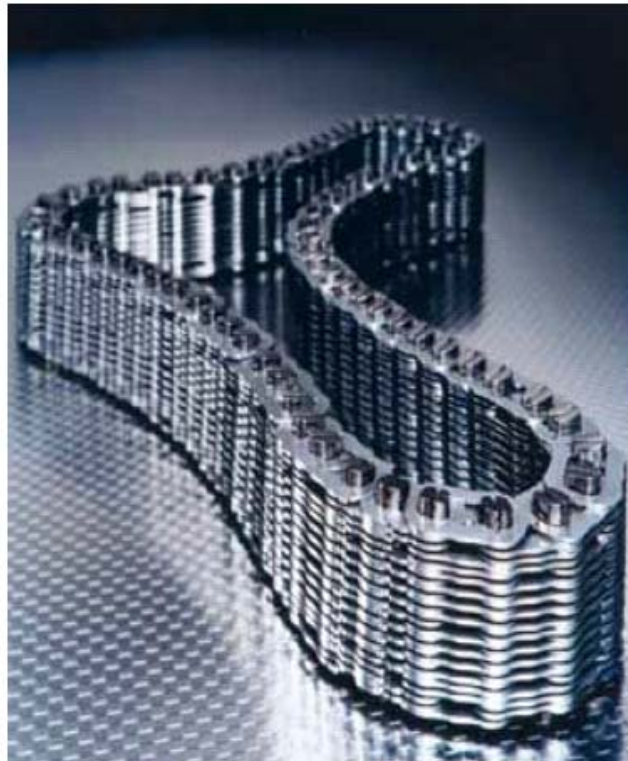
- **Secuencial.** Mediante palanca tradicional o con mandos al volante. Para ello se fijan seis posiciones concretas de las poleas del variador.

Audi con su novedosa transmisión ha logrado doblar la frontera de los 15 kgm, situándolo en los 30 kgm. La clave principal de esta superación está en el elemento de transmisión. El Multitronic no monta una correa metálica sino una cadena cuya configuración rompe por completo con las correas utilizadas hasta el momento.

Sus características son:

- Peso: 1,8 kg.
- Longitud: 715 mm.
- Ancho: 37mm.
- Está formada por 1025 eslabones planos (de los cuales tiran 28 en paralelo) en varias capas, unas junto a otras, y unidos por 75 pernos en sus puntos de articulación transversales.
- Los eslabones son de acero de diferentes durezas y tamaños.

La cadena



El elemento de transmisión es fuertemente presionado por las paredes de los conos. Las poleas aprietan a los eslabones con una presión de hasta 6,6 toneladas. Esta cadena es especialmente importante, ya que transmite la carga total de uno de los ejes de la transmisión al otro y, lo que es más, sin existir fuerzas de tracción. Tan sólo su fricción

sobre las superficies cónicas de ambas poleas es capaz de transportar la carga. Audi se ha decidido por la cadena de láminas en lugar de por la correa articulada, habitual en las transmisiones continuas CVT. El deslizamiento resultante entre cadena y poleas es tan reducido que los pernos, durante la vida de la transmisión, tan sólo se desgastan como máximo de una a dos décimas de milímetro.

Esta cadena de láminas ofrece, además, la ventaja de que su recorrido puede ser inferior al de otras correas articuladas. Incluso al recorrer el más pequeño diámetro de enlace, posee la facultad de transmitir las fuerzas máximas y los pares de motor. En esa situación, solamente hay nueve pasadores en contacto con las superficies interiores de las poleas, pero la presión específica es tan grande que también en caso de una gran carga no resbalará.

El sistema hidráulico tiene dos funciones:

- Presionar suficientemente las poleas contra la cadena para evitar el resbalamiento.
- Variar el diámetro de las poleas.

En los cambios de variador existentes hay un sólo sistema hidráulico para estas dos funciones. El Multitronic los tiene separados. Así, la variación del diámetro es más rápida y requiere menos energía.

La parte hidráulica del cambio ajusta la presión de las poleas con gran precisión en función del par transmitido, para evitar desgastes y tensiones innecesarias. Para esto último, existe un sensor de par que informa sobre la presión que es necesario ejercer sobre la cadena, ya que no siempre debe ser siempre la misma.

El sensor de par trabaja de modo similar a una válvula de limitación de presión: se torsiona de tal modo a través del momento variable de entrada que cierra o abre los taladros de alimentación de la hidráulica. Así, se genera automáticamente un equilibrio entre el par motor que se transmite y la fuerza de presión. Este hecho supone un requisito esencial para la reacción extraordinariamente rápida del variador sobre todas las modificaciones de tracción así como una prevención ante el aumento inmediato de la presión de empuje, por ejemplo, en caso de golpes en el tren motriz, convirtiéndose de este modo en un mecanismo de seguridad ante irregularidades de todo tipo.

Esto permite además un ahorro de energía ya que la bomba hidráulica proporciona únicamente la presión necesaria.

La hidráulica trabaja sobre ambos pares de los discos cónicos del variador según el principio de doble émbolo. Mientras que el émbolo empujador con la mayor superficie operante impide que la cadena de láminas resbale, el émbolo empujador con la menor superficie ejerce fuerza adicional sobre el disco correspondiente cuando ha de ser modificada la desmultiplicación. Los sistemas hidráulicos de ambos pares de discos se pueden relacionar entre sí por medio de la bomba de aceite y las válvulas de regulación, de modo que solamente se deben desplazar de una parte a otra, reducidos volúmenes de aceite y únicamente se necesita aplicar la diferencia de presión correspondiente. Este es el motivo por el cual el variador Audi reacciona instantáneamente ante cualquier orden de gestión, lo que no sucede en las transmisiones CVT “convencionales”.

El Multitronic no posee una única bomba grande sino dos más pequeñas adaptadas al sistema: una bomba de engranaje interior produce la presión para el empuje de los discos cónicos así como la fuerza adicional para variar la transmisión y una segunda bomba eyectora proporciona a los discos del embrague la cantidad de aceite necesaria con solamente la presión suficiente para llegar al lugar de la refrigeración (el cambio cuenta con un circuito de refrigeración del aceite). Esta trabaja según el llamado principio Venturi y toma la cantidad necesaria de aceite por medio de un eyector conformado especialmente para cumplir dicha función, sin consumir mucha energía para el aumento de presión.

La bomba de engranaje es comparativamente pequeña, ya que solamente debe desplazar de un lado para otro el pequeño volumen de aceite que se halla en las cámaras de presión. La presión a la que está sometido dicho aceite va desde 20 bares (funcionamiento normal) hasta 60 bares (máximo). En general, este sistema de bombas requiere una potencia que es aproximadamente la mitad de la necesitada tradicionalmente.

Una de las grandes ventajas del sistema Multitronic es que no tiene convertidor de par. Audi ha reemplazado este elemento por un embrague multidisco en baño de aceite controlado electrónicamente. Esto permite implementar diferentes modos de arrancada en función de las lecturas que lleguen del pedal del acelerador. Si, por ejemplo, el conductor desea iniciar la marcha pensando en el consumo adapta el régimen del motor de una forma absolutamente suave; si, por el contrario, busca una conducción más deportiva, regula rápidamente en el margen del par de motor más alto.

Otra de las ventajas del Multitronic es la amplia relación entre la mayor y la menor desmultiplicación posible en la transmisión (de 1:2,1 hasta 1:12,7) siendo, de este modo, superior a seis, lo cual representa casi un caso ideal para la transmisión que hasta ahora apenas sobrepasaba un valor de 5.

Gracias a esta característica, por una parte, se puede acelerar de forma deportiva y dinámica, debido a la mayor desmultiplicación posible y, por otra parte, se puede aprovechar completamente la menor desmultiplicación para potenciar el ahorro de combustible.

En los cambios de variador de Nissan, Fiat y MG, al pisar el acelerador el motor elige un régimen de giro y lo mantiene mientras el coche gana velocidad.

Esto, denominado “efecto goma”, Audi lo evita optando por que la subida de régimen se produzca de forma progresiva, para evitar un ruido excesivo.

En el modo manual hay situaciones en las que se impone la electrónica:

- Pasa a marcha superior cuando se acerca al régimen de potencia máxima.
- No ejecuta reducciones que supongan un sobrerregimen.
- Reduce cuando se baja de 1100 rpm.
- Incorpora la función de *kick-down* al pisar a fondo el acelerador.

En resumen, las ventajas que proporciona el Multitronic son:

- El resbalamiento es menor y no hay tantas pérdidas por intercambio térmico ya que no dispone de convertidor de par.
- Tiene un embrague multidisco gobernado electrónicamente.
- Controla el resbalamiento de modo que si se está parado con el motor en marcha, el resbalamiento es mayor para que el motor no haga fuerza en vano. También es capaz de reconocer cómo arranca el conductor y, en función de eso, adecuar el resbalamiento. El embrague actúa entre 1000 y 3000 rpm.
- Es suave y rápido en modo automático con un kick-down muy marcado (reduce hasta 3 marchas si es necesario).
- Amplia relación entre la mayor y la menor desmultiplicación que permite una mejor adaptación a las condiciones de conducción.
- Se elimina el “efecto goma” de otros CVT. Esto se consigue con un doble pistón en el variador y la separación del flujo de aceite de alta presión y los circuitos de refrigeración, con lo que se consigue que la bomba de salida del circuito hidráulico sea más suave que una convencional.
- Muy rápido en modo manual. Más rápido que ningún otro automático con posibilidad de manejo manual (sólo el Hypertronic del Primera se le aproxima). Suavidad exquisita tanto en aceleración como en reducción. Más rápida que la Tiptronic, pero con una sensación similar.

Para llegar a ser perfecto debería salvar los siguientes defectos:

- Sonido alto y desagradable que da la sensación de un embrague patinando.
- El funcionamiento en modo automático dista bastante de la eficacia mostrada por los cambios de Renault y PSA. Sobre todo, por la tendencia que tiene de buscar la marcha más larga a poco que se alivia la presión sobre el pedal del acelerador.
- Tiene función *kick-down* en modo manual.
- La electrónica se intromete cuando se llega a la zona roja.

BMW

CVT STEPTRONIC DE BMW

BMW ha desarrollado un cambio de variador para el modelo Mini. Se trata de una transmisión común a la desarrollada por MG pero con alguna variación que la diferencia. La principal está en la sustitución del convertidor de par por un embrague multidisco en baño de aceite con control electrónico, siguiendo la línea de Audi con su Multitronic.

La caja permite un doble manejo:

- **Automático.** Existen dos programas de funcionamiento: normal y *sport*.
- **Secuencial Steptronic en el mando.** Se fijan seis posiciones preestablecidas de las poleas. Opcionalmente se pueden disponer también de botones en el volante. La electrónica vela en todo momento por la protección del motor, cambiando de marcha al acercarse al corte de inyección.

Un visualizador LCD en el velocímetro indica en todo momento la modalidad activa de la caja de cambios.

Utiliza una correa de acero, suficiente para los 14 Nm de par máximo desarrollables por el motor del Mini. El control electrónico se encarga en todo momento de controlar la posición de las poleas, resultando un ajuste suave y sin escalonamientos.

CAMBIO SMG II DE BMW

Es uno de los cambios más rápidos, sofisticados y efectivos del mercado, no en vano está dirigido a uno de los vehículos más rápidos del mercado: el M3. Se trata de la segunda evolución del primer cambio SMG (Sequential Manual Gearbox) presentado en el año 1996. BMW ha recurrido a las experiencias acumuladas en las pistas de carreras para desarrollar, junto con las empresas Getrag, Sachs y Siemens, una caja de cambios de 6 velocidades que supera en todo a su antecesora.

Algunas de las novedades que ofrece este cambio son una gestión electrónica más elaborada así como más funciones y posibilidades de personalización.

El cambio incorpora un sofisticado sistema de accionamiento electrohidráulico controlado mediante electroválvulas, cuya misión es accionar el embrague e insertar las marchas. La centralita del sistema SMG detecta la marcha que está puesta mediante un moderno sensor

redundante de posiciones. Al efectuar un cambio de marcha, la centralita activa en milésimas de segundo las electroválvulas correspondientes que, a su vez, controlan la hidráulica del sistema. El aceite del sistema hidráulico sometido a alta presión (de hasta 85 bares) fluye hacia el cilindro del embrague a través de una electroválvula para embragar. Entonces las electroválvulas de la unidad hidráulica activan como máximo tres cilindros hidráulicos del actuador del cambio.

La gestión del motor (MS S54) y del cambio están conectadas por un bus de datos de última generación (SMG-CAN) que a su vez acoge otros sensores encargados de posibilitar tales funciones como “Ayuda en cuesta” o “Ayuda en aceleración” (se describirán más adelante).

Once son los sensores incluidos en la red del CAN-bus. Estos son indispensables para la ejecución de funciones especiales, como por ejemplo:

- Ayuda de arranque en cuesta. Durante dos segundos se mantiene el motor a 1500 rpm con el embrague bloqueado al pulsar la leva izquierda durante más de un segundo.
- Ayuda de aceleración. Únicamente disponible en el nivel 6 del modo secuencial (se explica más adelante). Permite la mayor aceleración desde parado sin que patinen las ruedas. Hay que presionar sobre la palanca hacia delante y mantenerla en esa posición, pisar a fondo y cuando queramos arrancar soltar la palanca.

La operación de cambio de marchas se ejecuta posicionando el árbol primario con máxima precisión para desplazarla hacia adelante o atrás con el fin de poner la marcha seleccionada. Esta operación es igual en las modalidades automática y secuencial. En caso de fallar un procesador de la unidad de mando de la caja de cambios, el sistema recurre de inmediato a las señales del procesador que funciona en paralelo, con lo que siempre se garantiza el buen funcionamiento del sistema.

Todos los elementos de mando de la caja SMG funcionan por cable, con lo que reaccionan con gran rapidez y seguridad, sin conexiones mecánicas.

Otra de las mayores innovaciones del cambio es el sistema Drivelogic.

Este permite al conductor elegir entre varios programas de funcionamiento (seleccionables mediante una tecla al pie de la palanca) en las dos modalidades existentes:

- Automática (A).
- Secuencial (S).

En la modalidad S, el funcionamiento es completamente manual, de modo que no cambia cuando llegamos al corte de inyección, ni reduce cuando se circula despacio. El único automatismo que dispone es aquél que hace insertar la primera al parar el vehículo.

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.

Algunas funciones que incorpora el cambio son:

- Si se detecta que las ruedas posteriores patinan al reducir de marcha, el sistema actúa sobre el embrague para evitar el sobreviraje.
- 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 se deja abierto el capó del motor, tampoco se puede poner en movimiento el coche.
- El motor sólo se puede poner en funcionamiento pisando el freno y estando la palanca en la posición 0 (punto muerto). Además, el *Shift-Lock* se ocupa de evitar que el conductor ponga involuntariamente una marcha sin pisar el freno.
- 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.
- Al reducir, la gestión electrónica acelera ligeramente el motor a modo de doble embrague para lograr suavidad y progresividad.
- Una serie de diodos luminosos 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.

Los pocos defectos que se le pueden atribuir a esta transmisión son:

- Once son demasiadas leyes ya que la diferencia de cada una con la inmediata superior no es tan palpable y además el conductor puede despistarse “jugando” con el selector de niveles.
- En el modo automático, si no se levanta el pie del acelerador cuando el sistema va a cambiar de marcha, se produce un ligero cabeceo del coche.

Además de la transmisión descrita, BMW dispone también de otro cambio robotizado con la misma denominación (SMG) pero dirigida a modelos “más civilizados” que el M3. Se trata de una caja de cinco relaciones, fabricada por ZF y con electrónica procedente de Magneti Marelli.

Al igual que la SMG II, deriva del primer cambio SMG fabricado por BMW. Sin embargo, no se busca una especialización tan eficaz en conducción deportiva como aquella. De hecho, los cambios de marcha en el primero se producen en 150 milésimas de segundo, por 80 milésimas en el SMG II.

Además, mientras éste dispone de once programas, el SMG se conforma con dos: normal y deportivo.

La mejora en cuanto a rapidez de cambios y suavidad de funcionamiento respecto al primer SMG es grande. A pesar de ello, en ningún caso se llega al confort de marcha de un cambio automático con convertidor de par, por ejemplo el Steptronic.

Como la SMG II, combina una modalidad manual dirigida desde las levas del volante o la palanca tradicional (con un golpe de gas a modo de punta-tacón en reducciones), con una completamente automática. No obstante el desacoplamiento pilotado del embrague supone un lapso que genera cierta molestia o, como poco, exige un periodo de adaptación.

Para el tipo de vehículo al que va dirigido, decepciona en cuanto al exceso de protecciones y el intrusismo de la electrónica en las órdenes del conductor (por ejemplo, el sistema inserta una marcha superior al llegar al régimen máximo).. Muestra unas transiciones más lentas a la hora de subir marchas, pero lo peor de todo es la inclusión de la función *kick-down* en el modo manual.

MERCEDES

SEQUENTRONIC DE MERCEDES

Es una transmisión de seis marchas con control electrónico de Magneti Marelli. Lógica desarrollada por la propia Mercedes.

El cambio permite dos modos de uso:

- Secuencial por medio de toques longitudinales.
- Automático Auto-Shift. El cambio en modo pausado se realiza en menos de 1 segundo y en conducción deportiva en menos de 0,5 segundos.

Una unidad hidráulica es la encargada de insertar las marchas y de actuar en el embrague. Unos sensores determinan en todo momento los movimientos del embrague y de los árboles de mando, y la marcha que se encuentra acoplada. Todos los datos y señales van a un microprocesador, que además procesa la información sobre el régimen de giro del motor, el par, la velocidad de las ruedas y el funcionamiento de los frenos.

Una vez que se abre la puerta del conductor, la unidad electrónica de control se pone en funcionamiento. Cuando se enciende el motor, el sistema hidráulico toma la presión necesaria para permitir al conductor mover la palanca al punto muerto N o a + para poner primera, si bien para ello se debe presionar el pedal del freno por seguridad. Una vez que se suelta el freno, el embrague entra en acción y el coche comienza a avanzar respondiendo a las órdenes del acelerador.

La marcha atrás se selecciona colocando la palanca en la posición “R”, operación que el sistema acepta cuando el vehículo está detenido o avanzando a una velocidad inferior a los 5 km/h.

La electrónica interviene para salvaguardar la mecánica y facilitar la conducción en los siguientes casos:

- Protege el motor si supone que el régimen al que queda el motor es demasiado bajo, reduce, y si entramos en la zona roja (6000 rpm) y no hemos seleccionado la marcha superior, lo hace por nosotros.
- Inserta automáticamente la primera al detenernos.
- Da un pequeño golpe de gas a modo de doble embrague para facilitar las reducciones.

Algunos defectos achacables son:

- En modo automático no tiene la suavidad de un cambio con convertidor de par.
- Es incómodo cuando se cambia a un régimen alto, situación en la que es imprescindible levantar el pie del acelerador totalmente para minimizar las sacudidas.
- En modo secuencial el cambio no es totalmente manual, sino que se impone la electrónica en algunas ocasiones.

NISSAN

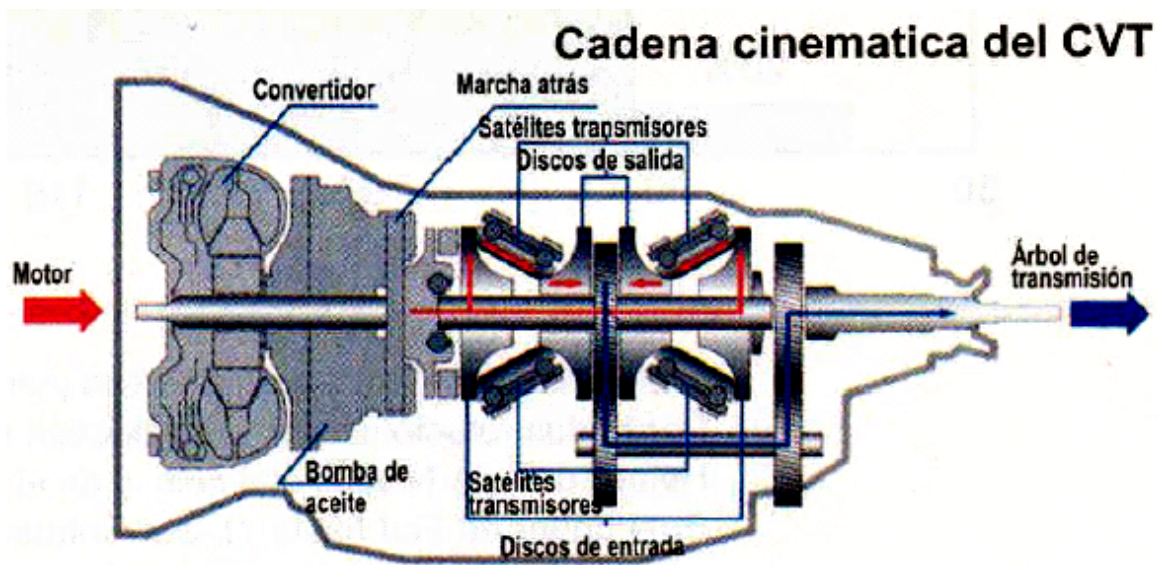
CAMBIO TOROIDAL DE NISSAN

La alternativa más realista a las poleas y la correa (o cadena) se llama cambio toroidal. Nissan ya lo ha lanzado en Japón en sus modelos Cedric y Gloria con el nombre de EXTROID, y Mazda y Toyota ya tienen lista su versión para ser lanzada al mercado. Para conocer su funcionamiento, se va a describir el caso particular de Nissan.

EXTROID (NISSAN)

Se trata de un cambio fabricado por el especialista en transmisiones Jatco, capaz de soportar pares de hasta 40 kgm. Al igual que el Multitronic, existe también la posibilidad de disponer de seis velocidades secuencialmente.

Conjunto cambio del EXTROID



Los engranajes de la caja de cambios dejan paso a un conjunto similar a un diferencial (aunque sin dientes), con sus satélites y planetarios capaces de ser reorientados por el empuje de unos discos movidos por un sistema electrohidráulico. Los satélites, con forma troncocónica, pueden desplazarse y variar la relación de transmisión. Basta con girar los satélites para obtener diferentes puntos de contacto entre estos y los discos planetarios para

que, según la distancia que separe los puntos del eje, así se tenga una desmultiplicación. Las curvaturas de todas las piezas implicadas permiten no sólo que el paso de marchas pueda ser continuo, sino presumiblemente suave.

Para reorientar los satélites no hace falta aplicar una gran fuerza exterior, pues los propios discos girando a alta velocidad lo hacen con sólo desplazarlos ligeramente y aplicando una mínima presión. Entre 0,1 y 1 mm es el desplazamiento necesario por parte del sistema hidráulico para su actuación.

Claro que, para obtener sincronía entre ambos satélites hace falta una hidráulica precisa, que recibe instrucciones adicionales de operación de una centralita electrónica.

Con objeto de aumentar los puntos de contacto y poder, por tanto, soportar más par, la caja de cambios EXTROID cuenta con una pareja de estos mecanismos satélites-planetarios trabajando en paralelo. La fuerza que maneja ronda las 3 toneladas y puede llegar a picos de 10 toneladas, para lo que se ha desarrollado un acero al carbono de alta calidad.

Dado que el contacto entre las partes metálicas debe ser mínimo o nulo, en realidad la transmisión se realiza a través de la capa molecular de aceite que existe ente disco y satélite. Por eso el aceite se ha desarrollado especialmente como una aplicación para tracción, de modo que, además de lubricar y refrigerar, sus moléculas se alineen formando cadenas que enganchen entre sí al ser sometidas a presión.

Las ventajas del EXTROID son:

- No necesita altas presiones para transmitir grandes cantidades de par.
- Resulta más suave que la transmisión por cadena.
- Se garantiza mejoras de hasta un 20% en consumo frente a un cambio automático convencional.
- Capaz de soportar más de 40 kgm de par.
- Como los ejes de entrada y salida son coaxiales, la caja es más compacta con lo que se puede conectar transversalmente.

Lógicamente el inconveniente principal es el precio ya que aparte de la tecnología que incorporan, se trata de un producto que acaba de ver la luz.

HYPERTRONIC DE NISSAN

Cambio de variador controlado electrónicamente y con convertidor de par. Posibilidad de disponer de cinco o seis velocidades y capaz de soportar hasta 20 kgm de par.

Permite un doble manejo:

- Secuencial. Ofrece función *kick-down* y pasa a una marcha superior cuando se llega a la zona roja.
- Automático. Tiene dos programas: normal y deportivo. Este último es seleccionable en el propio pomo.



Cambio CVT Hypertronic

La variación del diámetro de las poleas se hace con un sistema hidráulico de alta presión. El embrague electromagnético que se venía utilizando en el CVT del Micra se ha sustituido por un convertidor de par. Se consigue así mayor suavidad y se asimilan mejor las variaciones de par, eliminando los pequeños tirones que se producen en los aparcamientos.

Correa hecha con una cinta metálica sobre las que hay láminas que se apoyan en la polea. No es extensible.

Las ventajas del Hypertronic son:

- Ofrece infinitas relaciones de cambio.
- Ausencia de tirones y brusquedades,

Sus puntos negativos son:

- Ruido elevado.
- La electrónica impide que el motor gire muy alto.

OPEL

EASYTRONIC DE OPEL

Se toma como base de partida la transmisión del Clase A (embrague pilotado), se le añaden los dispositivos necesarios para automatizar la inserción de las marchas y el resultado es el ASG (Auto Shift Gearbox) o Easytronic. El fabricante es el mismo al que recurre Mercedes: Luk.

- Automático. Dispone de función *kick-down*.
- Secuencial mediante toques longitudinales. También en este modo se conserva la función de *kick-down*.

Como se vio en el caso de la transmisión EKM, el origen de la energía provenía de un motor eléctrico para el acoplamiento del embrague. En el caso del Easytronic se utilizan tres motores eléctricos. A cada uno se le encomienda una función:

- Acoplar y desacoplar el embrague.
- Seleccionar la marcha adecuada desplazando los trenes de engranajes.
- Insertar la relación.

En Opel afirman que una de las características que confieren un especial agrado a la utilización de este tipo de cambio es la rapidez con la que cambia de marcha. Emplea tres décimas de segundo en pasar de una marcha a otra.

Una característica de este cambio, ya visto en el cambio de embrague pilotado de Mercedes, es la presión variable que hace el embrague sobre el volante motor. La razón es que un coche no va siempre en la zona de máximo par motor y, por tanto, no necesita siempre de toda la capacidad del embrague para transmitir el movimiento. Así, cuando el par es bajo, el embrague presiona poco sobre el volante motor. Con ello se consigue mayor rapidez en los cambios, porque en muchas ocasiones el recorrido que tendrá que realizar el plato del embrague para desembragar será menor que si estuviera completamente presionado sobre el volante motor. El sistema de gestión electrónica tiene que hilar muy fino para que el embrague no patine y no se produzcan desgastes no deseados.

Existen una serie de funciones de ayuda y de seguridad:

- El control electrónico se encarga de determinar si es posible insertar la relación elegida evitando reducciones que impliquen sobrerregímenes.
- Desacopla el motor de la transmisión en frenadas en que actúa el ABS para mejorar la estabilidad. También se desconecta cuando se detiene el coche y se pisa el freno.
- Reduce marchas en función de la aceleración para contar con la retención del motor (incluso lo hace en modo manual).
- A la hora de cambiar no es necesario levantar el pie del acelerador ya que el propio sistema electrónico de control cierra por un instante la mariposa del acelerador. Al reducir la gestión electrónica se encarga de dar un golpe de gas a modo de puntatón para engranar la marcha inferior con suavidad.
- Para pasar a marcha atrás y de ésta a primera, hay que pisar el freno.

La gestión del cambio cuenta con cierta capacidad de auto-adaptación en el sentido de que reconoce cuando se asciende o se baja una pendiente, cuando se inicia un adelantamiento, etc.

Las ventajas que proporciona este tipo de cambio son el bajo peso (sólo pesa 4 kg. más que la misma caja en versión manual), el reducido tamaño y su bajo coste de fabricación.

Algunas críticas que se le pueden hacer al Easytronic son:

- La función *kick-down* en el modo manual en ocasiones actúa provocando un tirón innecesario e incómodo.
- Debería ser totalmente manual, evitando interpretaciones de la electrónica, que no siempre se ajustan a las necesidades o intenciones del conductor.
- Para que los pasos de marcha sean suaves, hay que ayudar levantando el pie del acelerador tanto en modo manual como en automático.
- En modo automático los pasos de marcha son un segundo más lentos que en un cambio con embrague convencional.

RENAULT

QUICKSHIFT 5 DE RENAULT

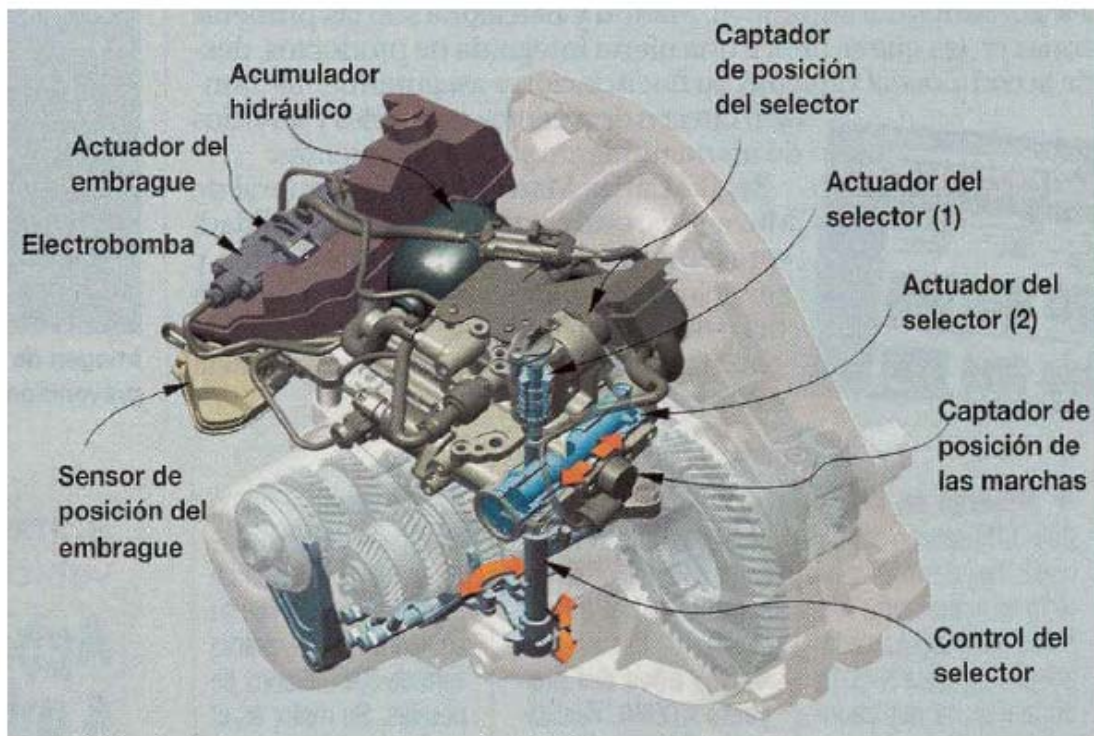
Es una transmisión de 5 marchas producida por Renault conjuntamente con Magneti Marelli (como en Alfa, Ferrari y Mercedes).

Permite dos tipos de manejo:

- **Impulsional.** La caja robotizada de Renault no es sólo secuencial sino impulsional, es decir, permite saltar marchas mediante impulsos seguidos tanto al subir marchas como al reducir.
- **Automático.** La gestión es la correspondiente a la Proactiva, o sea, auto-adaptativa. De modo que el calculador de la caja selecciona la relación ideal a partir de una serie de datos de entrada: velocidad, aceleración o deceleración del vehículo, estilo de conducción, la forma en que se pisan, sueltan los pedales de acelerador y freno, el perfil de la carretera, etc.

El paso de modo manual a modo automático (y viceversa) se realiza mediante una simple presión en el “interruptor de modo” cerca de la palanca de cambios. El cambio de automático a manual se obtiene mediante un simple impulso hacia adelante o hacia atrás de la palanca. La marcha atrás se engrana mediante dos impulsos sucesivos, uno hacia la derecha y otro hacia atrás, manteniendo mientras tanto pisado el pedal de freno.

La caja dispone de un módulo que es el que posibilita las funciones de embrague, desembrague y cambio de marchas. Dicho módulo consiste en un robot con cilindros hidráulicos. Estos reciben las órdenes del calculador de la caja de cambios, que tiene una serie de sensores para averiguar el tipo de conducción practicada. Un grupo electrohidráulico se encarga de proporcionar la energía suficiente para mover los elementos mecánicos necesarios que accionen cambio y embrague. El módulo de control del cambio y el de gestión del motor están conectados mediante uniones multiplexadas. El acelerador es electrónico. En la imagen se observa los elementos que forman parte del Quickshift 5.



En el momento del cambio de velocidades, el calculador de la caja actúa sobre el calculador del motor y gestiona el par motor entregado de tal manera que el cambio se produce con suavidad.

La caja Quickshift 5 dispone de algunas funciones que facilitan la conducción y otros que minimizan errores:

- El módulo electrónico impide que se produzca un sobrerégimen que dañe el motor en las reducciones, aunque, si se estira el motor al máximo, el cambio no opta por la marcha superior y permite llegar al corte de inyección.
- Pasa a una marcha inferior automáticamente si detecta frenado o tirones por bajo régimen; o a primera, si se rueda a menos de 7 km/h.
- Dispone de una función denominada “kick dinámico” que consiste en realizar un paso a relaciones inferiores cuando se detecta una situación de emergencia (frenazo, adelantamiento...). Se pretende así, reforzar el aspecto dinámico y salir airoso de una situación comprometida.
- Para facilitar las maniobras de aparcamiento, la caja viene equipada con una funcionalidad de “Mantenimiento en rampa”. Mediante esta técnica, en primera o en marcha atrás, el coche avanza por sí mismo en cuanto se suelta el pedal de freno o el freno de mano. Esta función permite mantener el vehículo en una pendiente ligera.
- Realiza el punta-tacón en las reducciones.
- Para pasar a marcha atrás y de ésta a primera, hay que pisar el freno.

Contrariamente a lo que sucede en una caja de velocidades automática, la caja Quickshift 5, no dispone de la posición *parking*. Por tanto, esto en los aparcamientos exige la utilización del freno de mano.

Algunas de las posibles mejoras del Quickshift 5 son:

- En modo automático si se conduce acelerando un poco, se producen cambios continuos de marcha, como si el cambio no acertase a situarse en una determinada. En este modo, las operaciones de cambio son lentas: la documentación oficial reconoce que muchos segundos se quedan en la arrancada y varias décimas en cada marcha, con respecto al cambio convencional.
- A pesar de que el cambio de marchas se puede realizar sin levantar el pie del acelerador (el sistema corta la inyección), en estas circunstancias el sistema se toma su tiempo con lo que resulta bastante lento. Además, se perciben pequeños tirones nada más completarse el cambio. Lo más cómodo y eficaz es levantar el pie del acelerador.

**Comparativa entre el Easytronic (gráfica superior) y el Quickshift 5 (gráfica inferior).
Aceleración a fondo en modo automático**



TOYOTA

CAMBIO SMT DE TOYOTA

Es una caja de cinco velocidades que a diferencia del resto de cambios robotizados, ofrece un único manejo secuencial. Éste se puede realizar desde:

- Palanca, mediante toques longitudinales.
- Pulsadores en el volante: los delanteros para reducir y los traseros para subir de marchas.

El cambio SMT de Toyota utiliza también un sistema de actuación hidráulico gobernado electrónicamente. La gestión electrónica de la transmisión y del motor trabajan conjuntamente intercambiando información que reciben de distintos sensores. La información obtenida sirve para actuar adecuadamente y en el tiempo preciso sobre el embrague y las horquillas de selección. Un estrangulador electrónico permite seleccionar correctamente la velocidad del motor para cambiar de marcha.

La palanca del cambio, con sus dos posiciones, actúa como un interruptor, enviando señales eléctricas al ordenador de la caja de cambios. La marcha insertada se muestra en una pequeña pantalla LCD sobre el tacómetro.

Dispone de una serie de funciones que protegen el motor y otras que hacen la conducción más fácil:

- El control electrónico impide meter la marcha atrás mientras el vehículo va hacia delante. También se evita una reducción demasiado brusca que ponga en aprietos a la mecánica. En estos casos, un avisador acústico y un indicador luminoso avisan de que el sistema de protección del motor está actuando.
- Vuelve automáticamente a primera siempre que el coche se pare y se mantenga en marcha, permitiendo salir rápidamente y sin problemas en los semáforos. Para arrancar el coche, el cambio debe estar en punto muerto y el freno pisado.
- Anula el acelerador cuando la marcha se ha engranado y hace doble embrague en las reducciones para favorecer la inserción de las marchas.
- Como es habitual en este tipo de cambios, conviene levantar el pie del acelerador para cambiar, de lo contrario el tiempo de respuesta es mayor y se producen pequeños tirones.

Otros cambios manuales-secuenciales se muestran en la siguiente tabla

DENOMINACIÓN CAMBIO	MARCA	COMENTARIOS
Touchtronic	Aston Martin	Caja de origen ZF de seis velocidades con gestión Magneti Marelli. Permite dos tipos de funcionamiento: secuencial (modos normal y <i>sport</i>) y automático (modo <i>city</i>). En el modo <i>sport</i> , los cambios se realizan en 240 milésimas de segundo. Insertar la marcha atrás es incómodo ya que se realiza a través de un botón en el salpicadero y mediante una doble pulsación (con la primera se pone en punto muerto)
Cambio Corsa	Maserati	Es una caja derivada de la F-1 de Ferrari. Dispone de levas en el volante y 4 posibilidades de funcionamiento: <i>sport</i> , manual, <i>ice</i> y automático.
Softouch & Softip	Smart	Son la misma caja Getrag de seis velocidades con la diferencia de que la Softouch permite manejo automático y secuencial y la Softip sólo el último modo. El mecanismo para cambiar las marchas es muy parecido al de una moto (Anejo 1.3): utiliza un tambor con levas cilíndricas talladas aunque movido por un motor eléctrico. Para el accionamiento del embrague se utiliza también otro motor eléctrico. La electrónica se encarga de cortar el encendido si no se cambia a una marcha superior. El modo automático el cambio es muy lento y los pasos de marcha bruscos si no se acompaña con el pie (Figura 25).



Caja de cambios del Smart

STEPTRONIC (MG, LAND ROVER Y ROVER)

Cambio de variador continuo fabricado por JATCO, con control electrónico y convertidor de par. Posibilidad de disponer de seis marchas.

Permite dos tipos de manejo:

- **Secuencial.** Pulsadores en volante o con palanca. Toques adelante para subir. Dispone de función kick-down.
- **Automático.** Existen dos programas: normal y *sport*. La electrónica cambia a una marcha superior cuando llega al corte y reduce cuando baja casi a 1000 rpm.

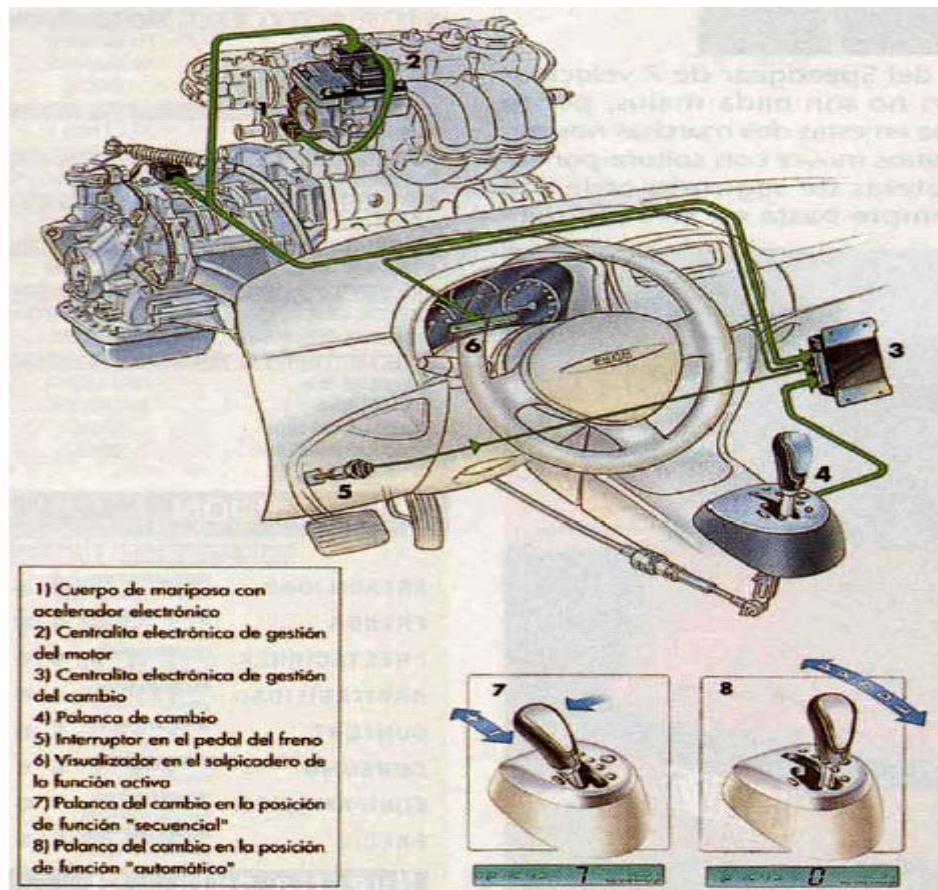
SPEEDGEAR, HYPERTRONIC, STEPTRONIC (MG, LANDROVER Y ROVER)

SPEEDGEAR (FIAT)

Cambio de variador continuo controlado electrónicamente y con convertidor de par. Existe la posibilidad de disponer de seis o siete velocidades (según modelo). Permite dos tipos de manejo:

- **Secuencial (en palanca).** No hay función *kick-down* pero sí baja progresivamente de marcha a medida que aminoramos la marcha e introduce automáticamente la primera si nos detenemos.
- **Automático.** Dispone de dos programas según se prefiera una conducción deportiva o relajada. Esta última es seleccionable mediante un botón junto a la palanca.

Imagen del Speedgear.



Como elemento de transmisión actúa una correa de alta resistencia con una longitud fija y no extensible. Un conjunto de engranajes se encarga de hacer funcionar las poleas.

La electrónica se encarga de proteger el motor y facilitar la conducción:

- Una centralita electrónica verifica el régimen del motor impidiendo en una reducción al seleccionar una marcha demasiado corta que suponga un sobrerégimen.
- Se pone en primera velocidad al detenerse el coche.
- Gracias a la electrónica se consigue una gran suavidad de funcionamiento en operaciones como pisar y levantar bruscamente el pie del acelerador.

Las ventajas del Speedgear son:

- Simplicidad de diseño.
- Peso y tamaño reducidos.
- Cambio de marchas sin saltos.
- Permite infinitas relaciones de cambio, adaptando la mejor desmultiplicación.

Algunos puntos mejorables son:

- Nivel sonoro demasiado elevado en modo automático.
- La electrónica no deja cambiar al régimen máximo de giro sino que el cambio se produce unas 1000 rpm antes.

CAMBIO F-1 DE FERRARI

El modelo 575M Maranello, ofrece la última evolución de la caja de cambios F-1. Se trata de una transmisión de seis velocidades con la posibilidad de un doble manejo:

- **Secuencial.** Los cambios se pueden realizar bien a través del mando o por medio de unas levas en el volante. Existe un modo *sport* para conducción deportiva.
- **Automática.** Incluye un modo de arrancada bautizado como *launch control*, en el que es preciso desconectar el control de tracción (ASR), mantener el pedal de freno pisado con el pie izquierdo y activar el modo *sport* de la suspensión-gestión del cambio. En estas condiciones el embrague sólo se libera al soltar el freno, al régimen de motor que se fije con el acelerador.

Con el modo *sport* activado y pisando el acelerador en más del 75% de su recorrido, los cambios se suceden en 80 milésimas de segundo

VARIADOR CONTINUO

Los variadores continuos no son una idea nueva, sino que ya se han venido utilizando desde tiempo atrás en ciclomotores y pequeñas motocicletas.

Sin embargo, su utilización dentro del automóvil sí es más reciente debido a las limitaciones con las que se han venido encontrando los fabricantes para manejar pares mayores.

Constan básicamente de dos poleas de garganta variable (cada una formada por dos elementos cónicos), una solidaria con el motor y la otra con las ruedas. El movimiento de la polea primaria se traslada a la secundaria por medio de un elemento de transmisión que es fuertemente presionado por las paredes de los conos. Al ser este elemento inextensible, la apertura de una de las poleas implica la reducción del diámetro de la otra. Debido a que existen infinitas posiciones de las poleas, se dice que los cambios de variador o CVT tienen infinitas marchas. Incluso algunos fabricantes de este tipo de automatismos ofrecen la posibilidad de disponer de un número fijo de velocidades al bloquear la correa (o cadena) en un lugar determinado.

Las principales ventajas de este tipo de cambios son el mejor aprovechamiento de las capacidades del motor y la suavidad de funcionamiento debido a la ausencia de cambios de marcha.

En los últimos años ha habido varios intentos de realizar cambios de variador continuo para el automóvil, pero siempre limitados a utilitarios (Nissan Micra CVT o Lancia Y, por ejemplo) con motores pequeños. Las razones eran el problema de la correa para transmitir el par y el peculiar funcionamiento (ruido) que no hacía agradable su conducción.

Hoy en día, sin embargo, se puede decir que nos encontramos ante la resurrección de este tipo de transmisiones. Si bien actualmente, marcas como Fiat, Nissan y MG comercializan este tipo de cambios, ha sido Audi, con su Multitronic, la que ha vuelto a popularizar el cambio de variador continuo.