

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. La electrónica y el modo automático</b>	<b>2</b>
<b>3. Clasificación de las cajas de cambio.</b>	<b>3</b>
3.1. Según la conexión entre el motor y el cambio.	3
3.2. Según el tipo de mando.	3
3.3. Según el mecanismo para variar las relaciones.	4
3.1.1. Embrague pilotado (cajas manuales sin pedal de embrague).	4
3.1.1.1. Mercedes.	5
3.1.1.2. Cambio secuencial.	5
3.2.1.1. Selespeed (Alfa Romeo).	6
3.2.1.2. Citroën C3 1.6i 16V SensoDrive.	9
3.2.1.3. Easytronic (Opel).	13
3.2.1.4. Quickshift 5 (Renault).	15
3.2.1.5. Cambio DSG ( AUDI-VW) (direct shift gearbox – caja de cambios directa).	17
3.3.2. Cajas automaticas con cambio secuencial.	20
3.3.2.1 Inteligentes o autoadaptativos.	21
3.3.2.2. AUDI A8 2003.	23
3.3.2.3. La transmisión 7G-TRONIC.	24
3.3.3. Cajas de variacion continua (cvt).	27
3.3.3.1. Speedgear (Fiat).	27
3.3.3.2. Multitronic -> Audi.	28

## 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 estaba formada por pares de engranajes, que el conductor seleccionaba 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. En este tipo de cambio automático, el conductor normalmente disponía de una palanca para eliminar marchas, con objeto de que el cambio no engranara las más largas en pendientes o al arrastrar un peso.

Desde la perspectiva anterior, ahora hay cambios manuales que pueden funcionar automáticamente y cambios automáticos que admiten un manejo manual.

Actualmente se usan tres mecanismos para variar la relación de cambio. El más extendido es el [par de engranajes](#) de todas las cajas manuales y algunas automáticas. Lo normal es que se trate de engranajes helicoidales, de toma constante y con sincronizadores incluso para la marcha atrás.

El engranaje [epicicloidal](#) es aún común en cajas automáticas. Su principal ventaja es la suavidad, ya que la selección de las distintas relaciones se hace mediante frenos y embragues, no engranando piezas.

El cambio de variador es el que tiene más futuro, sobre todo después de que Audi y LuK tengan un cambio así en un motor con 300 Nm de par máximo. Actualmente hay dos clases, con correa metálica (la que usan todos los cambios de variador) o con cadena (Multitronic de Audi).

## 2. La electrónica y el modo automático.

La electrónica ha llegado a los cambios de última generación consecuencias:

- Cambios más refinados.
- Programas de conducción típicos: hielo, económico, deportivo...
- Cambios autoadaptativos: se adaptan al modo de conducir de cada conductor.
- Programas de reconocimiento del conductor: mediante la llave de apertura y así según de quien sea llave que abre el coche, se adaptan los espejos, el asiento y el programa de conducción.

### 3. Clasificación de las cajas de cambio.

Existen diversos modos de clasificar las cajas de cambio (incluyendo las manuales). A continuación se muestra tres criterios para catalogarlas:

#### 3.1. Según la conexión entre el motor y el cambio.

Actualmente existen tres tipos de conexión entre el motor y la caja de cambios:

- **Embrague monodisco en seco:** se emplean en aquellas que disponen del par de engranajes. Es decir todas las cajas manuales y las automáticas que tienen robotizadas el accionamiento del embrague.
- **Embrague multidisco húmedo:** empleado en la transmisión Multitronic de Audi, La operación de embragar y desembragar se realiza electrónicamente.
- **Convertidor hidráulico de par:** en todas las cajas automáticas con engranajes epicicloidales.

No existen ni embragues hidráulicos ni electromagnéticos que han llevado anteriormente algunos modelos con variador. Tampoco se usan embragues bidisco en seco (salvo realizaciones ultradeportivas como Ferrari F50, McLaren F1, etc.) que llevaban antes algunos coches deportivos.

En el siguiente apartado se va a hacer un repaso de los tipos de cambios automáticos que han aparecido hasta nuestros días. La agrupación que se ha hecho no es única y podría llevarse a cabo de otras maneras. Se ha seguido una ordenación según una evolución más o menos cronológica.

#### 3.2. Según el tipo de mando.

En una caja manual no hay confusión posible ya que sólo existe la palanca tipo en H.

Para una caja automática, en cambio, hay distintas posibilidades, que resultan de combinar dos variables: por una parte, si se trata de un mando analógico o secuencial; por otra, si ese mando sirve para seleccionar marchas o para eliminarlas.

- **Mando analógico:** aquél en el que hay una posición del mando para cada una de las relaciones de cambio.
- **Mando secuencial:** cuando hay una secuencia para variar las relaciones (mover una palanca o pulsar un botón), pero no una posición de esa palanca o ese botón distinta para cada marcha.

Con estos dos tipos de mando hay también dos tipos de funciones:

- **De selección:** aquella en la que el movimiento del mando sirve para engranar marchas. En el caso de las cajas automáticas, el mando de selección está supeditado al control electrónico.
- **De bloqueo:** es el opuesto al de selección. Con este tipo de mando, propio de las cajas automáticas, lo que se hace es eliminar la posibilidad de que el cambio engrane ciertas marchas. Se dice que un cambio de cinco marchas está bloqueado en tercera si sólo pueden entrar las tres primeras.

### 3.3. Según el mecanismo para variar las relaciones.

Se pueden distinguir tres tipos de mecanismos para variar la relación de cambio:

- **Par de engranajes cilíndricos:** el más extendido de todas las cajas manuales y algunas automáticas. Lo normal es que se trate de engranajes helicoidales, de toma constante y con sincronizadores para todas las marchas.
- **Tren epicicloidal:** sólo en cajas automáticas (pero no en todas).

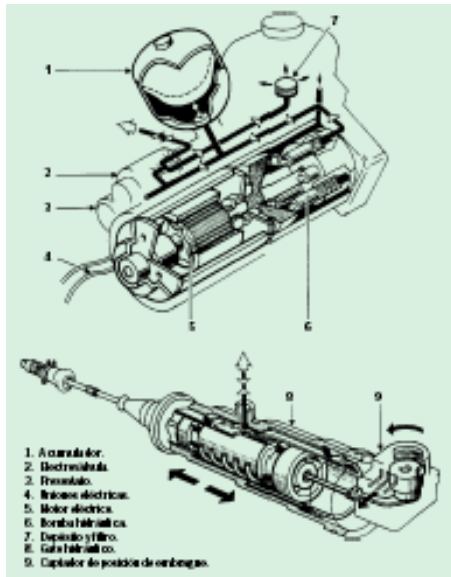
Su principal ventaja es la suavidad, ya que la selección de las distintas relaciones se hace mediante frenos y embragues, no engranando piezas.

- **Cambio de variador continuo:** sólo se utiliza en cajas automáticas. Es probablemente la transmisión con más futuro.

Actualmente hay dos clases: **con correa metálica** (la que usan todos los cambios de variador) o **con cadena (DSG)**.

#### 3.1.1. Embrague pilotado (cajas manuales sin pedal de embrague).

Este embrague, denominado por **Renault Easy**, está a medio camino entre el embrague mecánico y el embrague hidráulico.



Al igual que el hidráulico no tiene pedal de mando, pero consta de los mismos elementos que el embrague mecánico (excepto el pedal), es decir, incorpora disco, plato de presión y collarín. A estos mecanismos se les ha añadido un grupo electrobomba(encargado de suministrar presión), un gato hidráulico(que funciona la palanca de mando del collarín),un captador en la palanca de velocidades, un captador de marcha metida, un captador de posición del acelerador,una alarma sonora y un calculador para controlar todas las maniobras.

El manejo es cómodo y sencillo, pues mediante la palanca del cambio se efectúa la selección de las diferentes velocidades, sin tener que emplear la

maniobra del desembragado por medio del pedal correspondiente.

En los vehículos dotados de este embrague el motor no arranca si hay alguna velocidad engranada. Una vez en punto muerto, podemos poner el motor en marcha; para que el coche comience a rodar se engrana por medio de la palanca del cambio la 1ª ó 2ª velocidad; si se engrana otra marcha nos avisa del error con una señal acústica.

Al mover la palanca de cambio,el contacto que tiene en su interior la empuñadura manda la información de que el conductor desea cambiar la marcha al calculador, y éste, a su vez, informa al gato hidráulico, el cual empuja al collarín y, por tanto, queda el cambio desembragado. Este no se acoplará al motor mientras su régimen de revoluciones

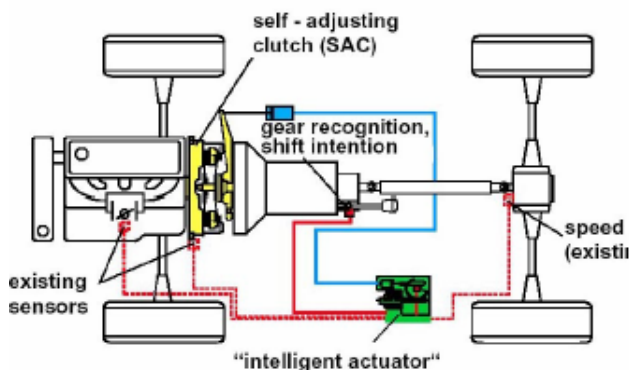
sea el de ralentí.

### 3.1.1.1. Mercedes.

El cambio disponible en el Clase A es fruto de la colaboración entre Mercedes y la empresa LuK, en un intento de ofrecer mayor confort, menor consumo y mayor durabilidad . Partiendo de una transmisión manual, se incorporaron los dispositivos necesarios para la automatización del embrague.

El embrague automático, denominado EKM (Electronic Clutch Managment) posee un actuador electrohidráulico, accionado por una unidad de control electrónica. La comunicación entre el EKM y el motor se logra por medio de un software, rasgo que encamina la transmisión manual hacia la automatización.

Los elementos que hacen posible el funcionamiento del EKM son:



- Un sensor de intención de cambio instalado en la palanca de velocidades y otros dos para el reconocimiento de la velocidad seleccionada (Figura 15).
- Un módulo inteligente, electrohidráulico para el control de la actuación del embrague.
- El embrague SAC.

Este último, en combinación con una estrategia de control inteligente, hace posible la aplicación de un pequeño motor conectado a un sistema de accionamiento hidráulico (dos cilindros hidráulicos) para la activación del embrague. El calculador electrónico en función del tipo de información enviada por los captadores, determina cómo el motor eléctrico debe “pisar” el embrague. Por ejemplo, al arrancar en una cuesta arriba, deja resbalar el embrague más que si se cambia de cuarta a quinta casi sin acelerar. Para usarlo adecuadamente sólo hay que tener en cuenta que es preciso levantar un poco el pie del acelerador para cambiar de marcha (maniobra imprescindible), tal y como se hace con un embrague normal.

### 3.1.1.2. Cambio secuencial.

#### **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

misimos elementos mecánicos que una transmisión manual, todos ellos emplean embrague normal (monodisco en seco por lo general) y engranajes cilíndricos.

En las transmisiones robotizadas, en cambio, gracias a que se dispone de acelerador *by wire*, 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:

#### 3.2.1.1. 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:**

- **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.
- **Automático.** Exclusivo para ciudad o conducción relajada al pulsar el botón **city** junto a 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.
- 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.

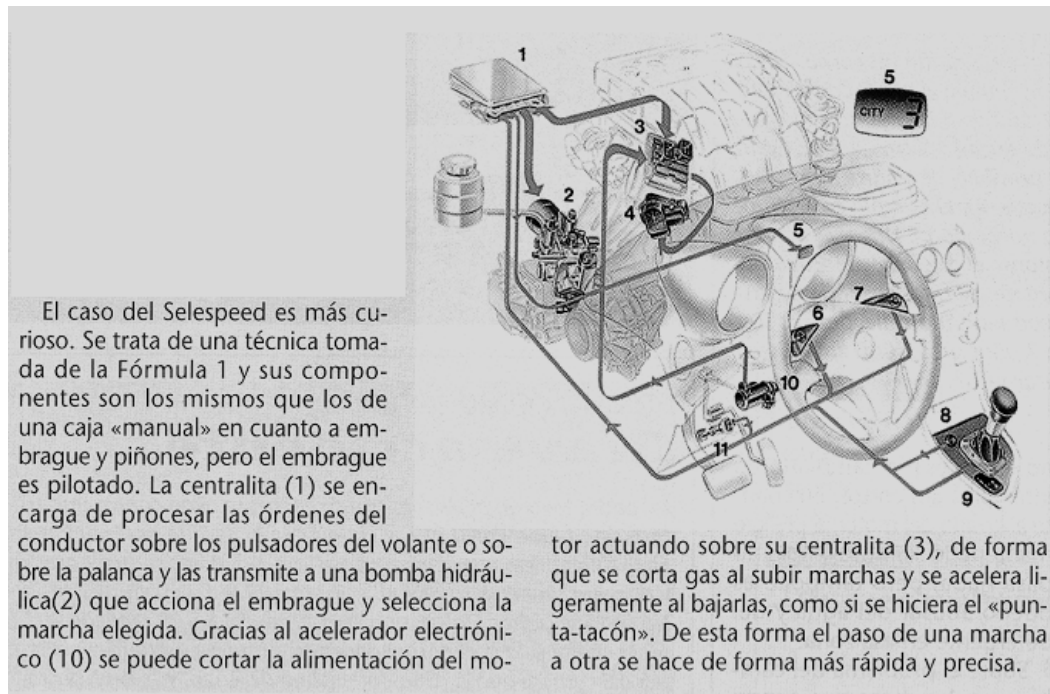
El sistema, gracias a la electrónica, dispone de distintas funciones para proteger el motor, favorecer la seguridad y hacer la conducción más sencilla:

- 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.
- Paso 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.



#### Dispone de dos modos de funcionamiento:

- **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).
  - 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 se muestra en un *display* en el tacómetro.

- **Automático.** Exclusivo para ciudad o conducción relajada al pulsar el **botón city** junto a 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.



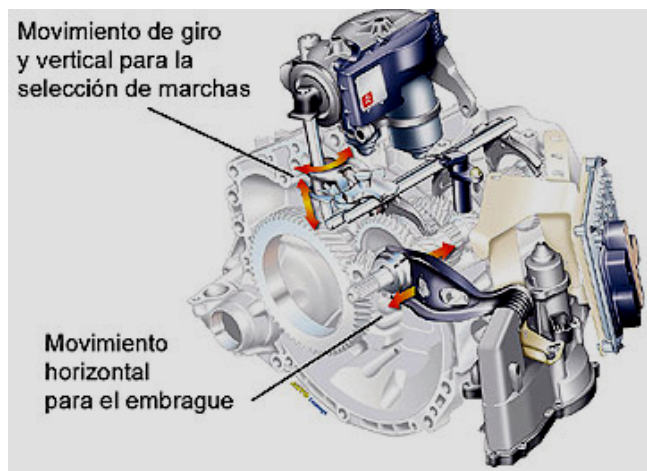
- El tercero controla la selección de la velocidad, esto es, cual es la relación de marcha que debe meter.

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.
- Paso 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.

### 3.2.1.2. Citroën C3 1.6i 16V SensoDrive.



#### Un cambio suave y que ahorra gasolina

Es un cambio derivado de uno 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

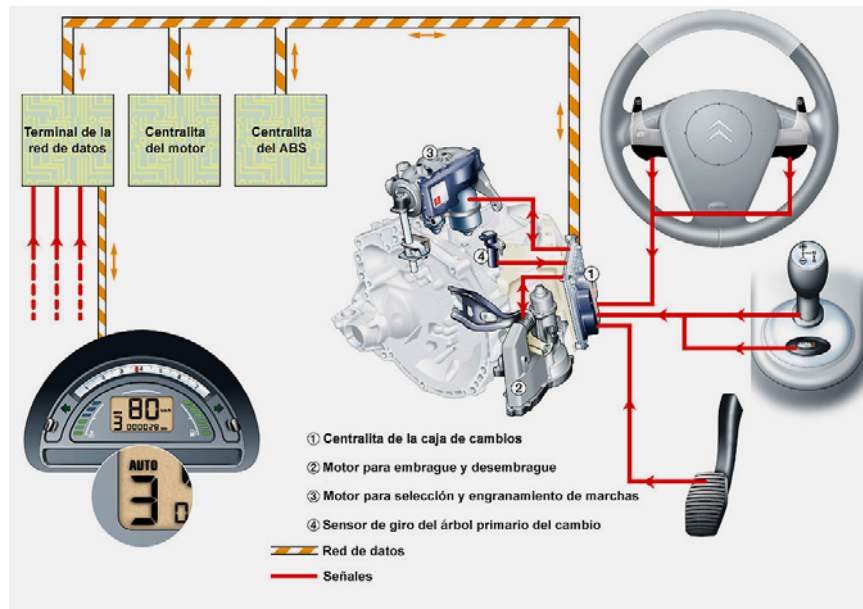
electrónica, que recibe información por dos vías: bien por

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

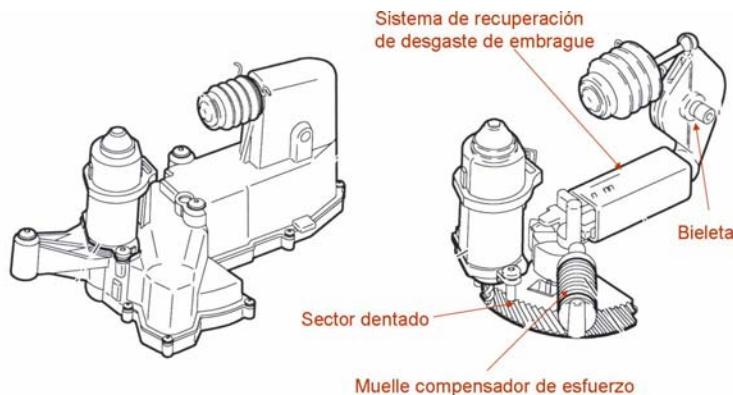
marcha, limita la fuerza del motor momentáneamente para que no se acelere mientras está desembragado del cambio

(lo que equivale a levantar el pie del acelerador para cambiar).

Los [desarrollos de transmisión](#) son los

misimos que los de la versión manual.

### Accionador del embrague



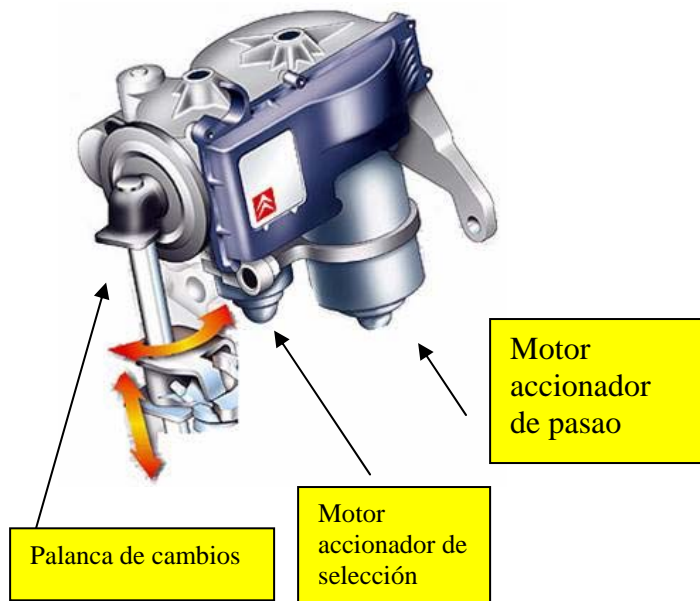
#### El accionador de embrague permite:

- Apertura y cierre del embrague.
- La recuperación del desgaste del embrague.

#### Está integrado por:

- Un motor eléctrico con 2 captadores de posición (efecto hall).
- Un sistema de desmultiplicación de esfuerzos.
- Un muelle compensador de esfuerzos.
- Un sistema recuperador de desgaste del embrague.

### Accionador de la caja de velocidades



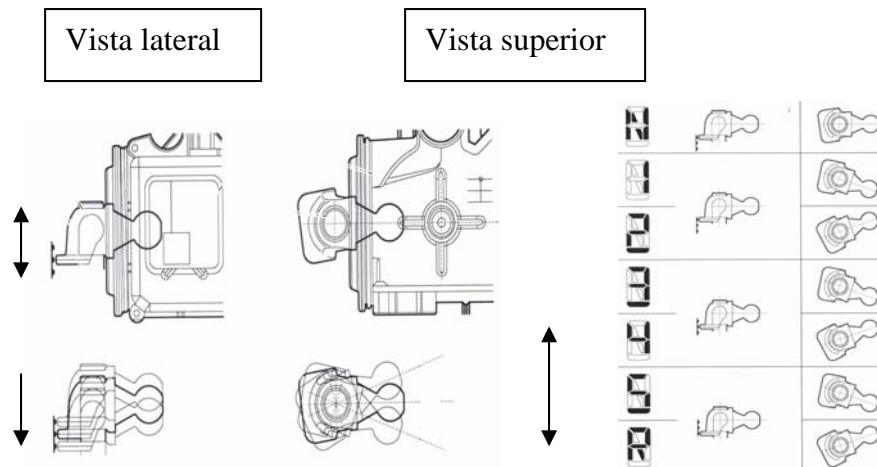
-Para cada accionador, el calculador utiliza dos captadores de posición (efecto hall).

-Están implantados frente a una rueda fónica alimentada unida al inducido del motor eléctrico(establece el campo magnético).

-Estos suministran una señal cuadrada al calculador.

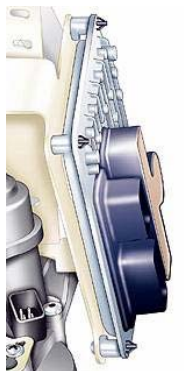
Drante su funcionamiento, el motor eléctrico es accionado por el calculador. Solo durante el momento de embrague y desembrague.

Los captadores de posición suministran una señal cuadrada al calculador mientras funciona el motor eléctrico.



**Para seleccionar una marcha, el seleccionador del cambio provoca:**

- Una subida o bajada de la palanca de cambios (fase de selección).
- Una rotación de la palanca de cambios sobre su eje (fase de paso de marcha).



### Calculador

Los motores eléctricos no funcionan nunca simultáneamente.

▪ Cada accionador es pilotado directamente por el calculador, y permite:

- Mover los motores en los dos sentidos de rotación.

- Cambiar la velocidad de rotación.
- Medir el consumo eléctrico de cada motor.
- Dos captadores en cada motor permiten al computador:
  - Medir el desplazamiento de la palanca de cambios.
  - Medir la velocidad de desplazamiento.

### El entorno SensoDrive:

Cuando alguien entra en un vehículo equipado con un cambio manual robotizado SensoDrive descubre un ambiente diferente del que ofrece un coche equipado con una caja manual clásica.

Así, están a disposición del conductor:

- Las palancas bajo el volante (+) y (-).
- La pantalla indicadora en el cuadro (marcha seleccionada, modo “Auto” o “Nieve”).
- La palanca de cambios de tipo secuencial.
- El selector del programa “AUTO”. El conductor también notará la ausencia del pedal del embrague.



### Funcionamiento del SensoDrive:

El conductor puede elegir dos modos de funcionamiento distintos, manual o automático.

**1.-En modo manual**, el conductor conserva un control total de la selección de las marchas del cambio. Puede engranar las marchas con ayuda de los dos tipos de comandos, perfectamente sustituibles:

- Las paletas situadas detrás del volante. **La paleta derecha** permite subir marchas mientras que la **de la izquierda** lo que hace es bajar de marcha. Estas paletas dan acceso a las cinco marchas hacia delante. Tienen la particularidad de estar fijas y ofrecen también las mejores condiciones de confort y de seguridad, sea cual sea la posición del volante.
- **Una palanca de cambios** situada en la consola central. Esta palanca comporta una posición central estable. Presionándola hacia delante **(+)**, la marcha superior se engrana. Moviéndola hacia detrás **(-)**, se reduce una marcha.

**2.-En modo automático**, los cambios de marcha se realizan con rapidez suficiente. Si la conducción es tranquila, el control electrónico del cambio opta por la marcha más larga posible. En conducción rápida o con frecuentes aceleraciones, no pasa a una relación más larga hasta que no se alcanza un régimen alto de revoluciones. Ese régimen varía en función de la posición del pedal del acelerador.



El cambio no engrana una marcha superior al frenar o levantar rápidamente el pedal del acelerador. En esas situaciones, mantiene la marcha previamente insertada o, cuando el régimen del motor baja mucho, reduce de marcha. Sí cambia a una marcha superior cuando se levanta el pie del acelerador con suavidad.

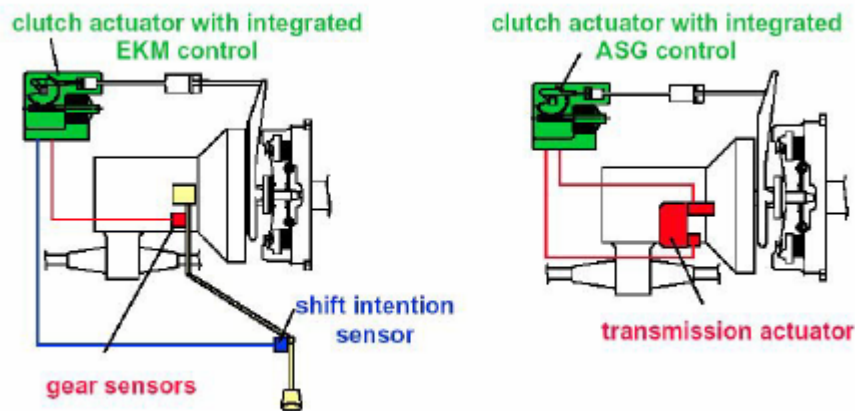
En las reducciones resulta mucho más satisfactorio que en el paso a una marcha más larga. Reduce con suavidad absoluta, incluso en el caso de que sea una reducción muy fuerte y el régimen del motor suba mucho. No engrana

una marcha si ello puede provocar un sobrerégimen. Aunque se circule en modo manual, cuando se llega al régimen de giro máximo y se sigue acelerando, cambia automáticamente a una marcha más larga (sin abandonar el modo manual)

### **3.2.1.3. Easytronic (Opel).**

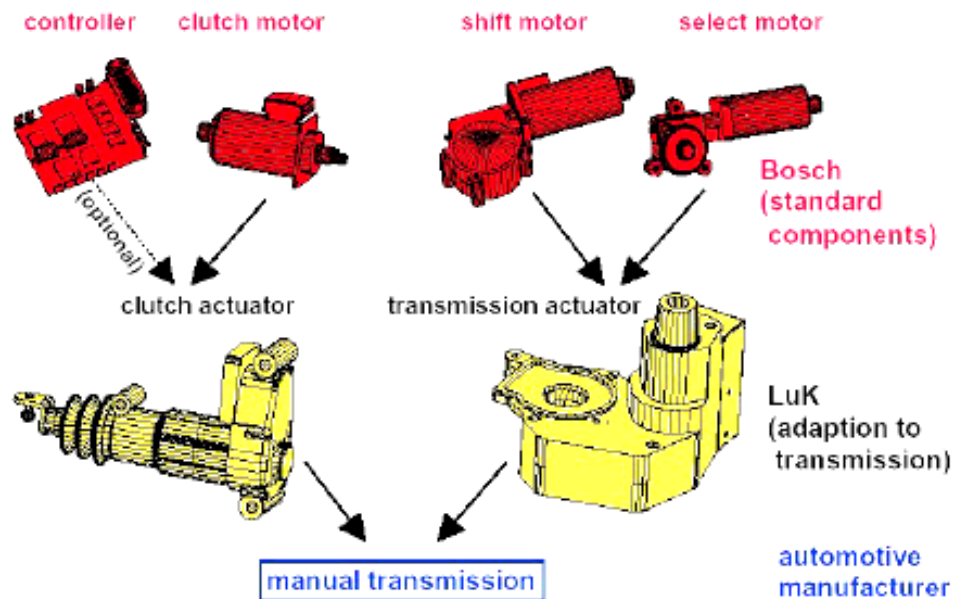
Se toma como base de partida la transmisión del Clase A (embrague pilotado), se le añaden los dispositivos necesarios para automatizar la inserción de las marchas y el resultado es el ASG (Auto Shift Gearbox) o Easytronic. El fabricante es el mismo al que recurre Mercedes: LuK.





La caja de cinco velocidades permite un doble manejo:

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



En el 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, utilizado 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.



La gestión del cambio cuenta con cierta capacidad de autodaptación 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.

El conductor puede elegir si quiere utilizar el [cambio de forma manual o automática](#).

Para optar entre un tipo u otro de cambio, sólo tiene que desplazar la palanca hacia [la izquierda para seleccionar la función de cambio automático](#) y dejarla en la [posición central para realizar un cambio manual](#) con accionamiento secuencial. Para cambiar se empuja la palanca hacia delante y no es necesario levantar el pie del acelerador ya que el propio sistema electrónico de control cierra por un instante la mariposa del acelerador. [Para reducir](#) se tira de la palanca hacia atrás y la gestión electrónica se encarga de dar un golpe de gas a modo de "punta-tacón" para engranar la marcha inferior con suavidad.

#### [3.2.1.4. Quickshift 5 \(Renault\).](#)

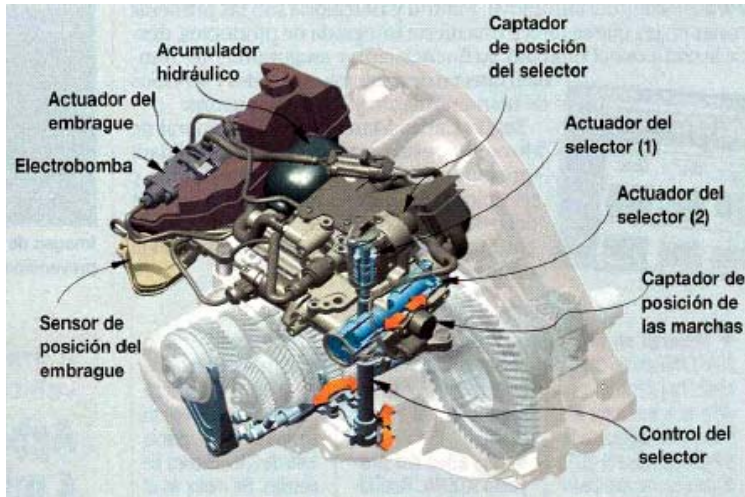
Transmisión de 5 marchas producido por Renault conjuntamente con Magneti Marelli (como en Alfa, Ferrari y Mercedes).

**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, [autoadaptativa](#). 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 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.

[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



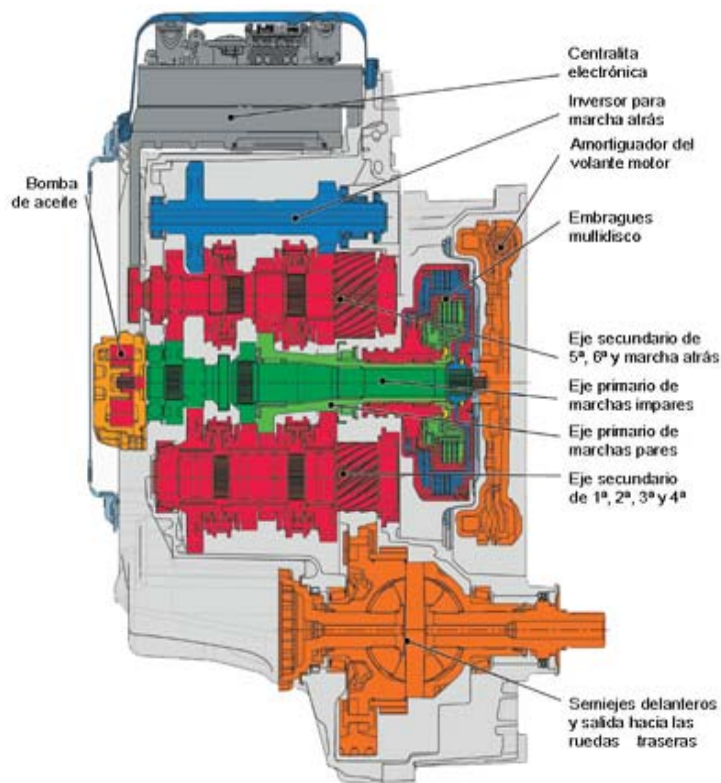
documentación oficial reconoce que muchos segundos se quedan en la arrancada y varias décimas en cada marcha, con respecto al cambio convencional.

- 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 (traducidos en forma de picos en la Figura 24) nada más completarse el cambio. Lo más cómodo y eficaz es levantar el pie del acelerador.

### 3.2.1.5. Cambio DSG ( AUDI-VW) (direct shift gearbox – caja de cambios directa).

Sobre la base del principio de los dobles embragues en el cambio, tal y como se utiliza en el deporte de competición, VW ha desarrollado un cambio automatizado de 6 marchas (**DSG – Direkt Schaltgetriebe**). Combina las ventajas específicas de un cambio manual con las de un cambio automático escalonado.

**Las características específicas del cambio automático DSG son:**



- Seis marchas adelante y una marcha atrás
- Programa de conducción normal «**D**», programa de conducción deportiva «**S**», así como conmutador Tiptronic en la palanca selectora y en el volante de dirección (opción)
- **Mecatronica** – una unidad de control electrónica y electrohidráulica constituye una sola unidad alojada en el cambio
- Función de retención en pendientes «hillholder»; si el vehículo parado con el freno accionado sólo levemente tiende a desplazarse, el sistema aumenta la presión en el embrague y retiene el vehículo en parado.
- Regulación creep de la fuga lenta; permite que el

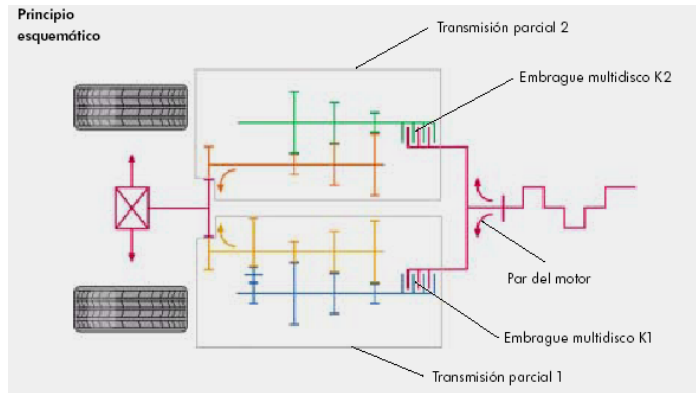
vehículo se mueva en «marcha lentísima», por ejemplo al aparcar sin pisar el acelerador.

- Un programa de marcha de emergencia. Con la función de emergencia y según el tipo de fallo que haya ocurrido, ya sólo se puede circular en **I** y **III** marchas o solamente en **II** marcha.

El cambio automático DSG consta, en esencia, de dos transmisiones parciales independientes. Cada transmisión

parcial tiene asignado un embrague multidisco. Ambos embragues multidisco trabajan en aceite DSG.

En el módulo de dos embragues se instalan dos embragues multidisco de diferente diámetro, en disposición coaxial, insertados uno en otro. Los dos embragues pueden ser alimentados de forma intensa con aceite de refrigeración a través de conductos que discurren axialmente en el cubo principal.

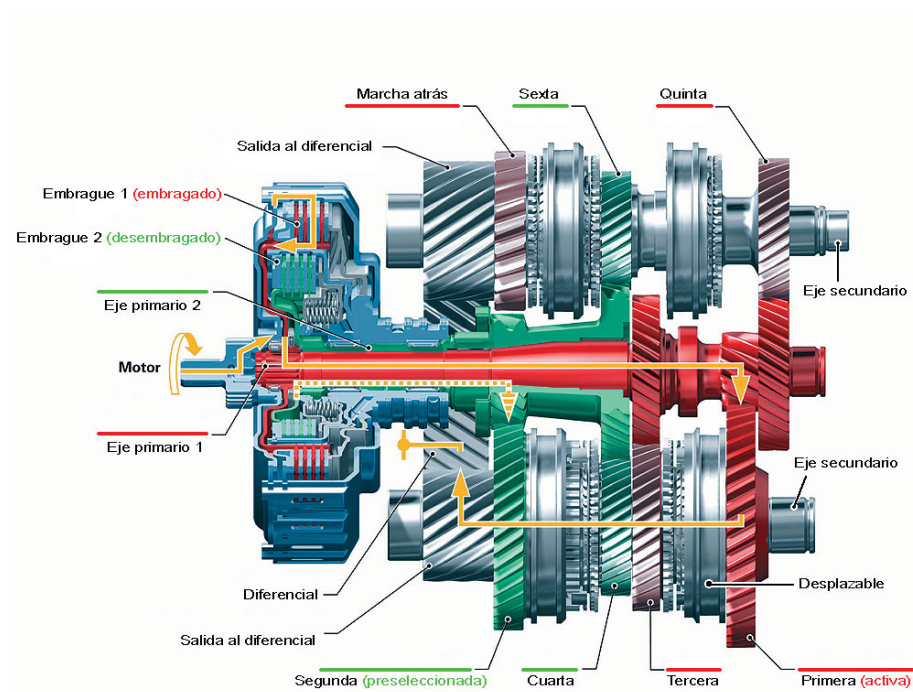


El **embrague exterior (K1)** se encuentra cerrado al estarse traccionando con las marchas 1, 3, 5 y la marcha atrás. El **embrague interior (K2)** está asociado a las marchas 2, 4 y 6.

El sistema **Mecatronica** se encarga de abrir y cerrar los embragues de forma regulada, en función de la marcha que se ha de conectar.

Básicamente siempre hay arrastre de fuerza en una de las transmisiones parciales, mientras que en la otra ya se preselecciona la marcha siguiente, pero todavía con el embrague abierto para la marcha en cuestión.

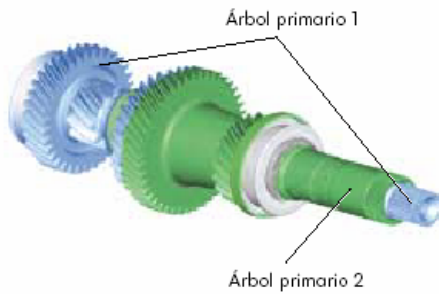
El par del motor se inscribe en el cambio a través de un volante bimasa de inercia.



Para explicar su funcionamiento basta un claro ejemplo: mientras el coche circula en tercera, la cuarta velocidad ya está engranada, aunque no activada. En el momento en que se alcanza el régimen de cambio, el embrague de la tercera marcha se abre, mientras que el otro se cierra, activando la cuarta marcha. El proceso de apertura y cierre de los embragues es totalmente

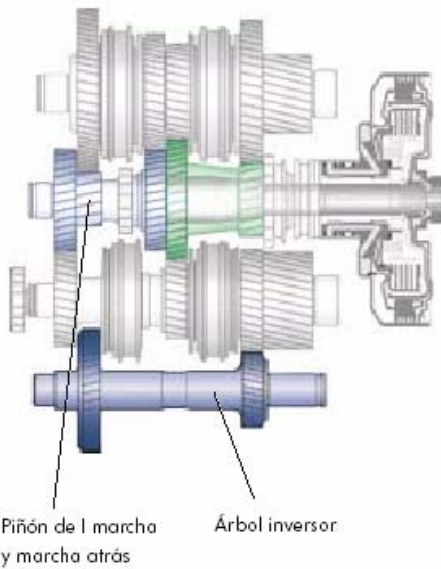
coincidente, lo que produce el cambio directo y suave ya mencionado. Todo este proceso se realiza en centésimas de segundo.

## Arboles primarios.



La transmisión del par se realiza por medio de los árboles primarios huecos, también insertados uno en otro. El árbol primario exterior está comunicado con el embrague K2 y el interior con el embrague K1. La bomba de aceite se acciona a través de un tercer árbol alojado en el árbol primario interior.

## Árbol inversor.



El árbol inversor se encarga de invertir el sentido de giro del árbol secundario 2 y, con éste, también el sentido de giro del piñón de salida hacia el grupo final del diferencial.

- Combina las ventajas de un cambio manual y las de un cambio automático.
- Caja de cambios mecánica con accionamiento automático.
- Se caracteriza por su engrane anticipado y su doble embrague.

## Módulo Mecatronic.

El módulo Mecatronic está alojado en el cambio, bañado en aceite DSG. Consta de una unidad de control electrónica y una unidad de mando electrohidráulica, constituye la unidad de mando central del cambio. En ella confluyen todas las señales de los sensores y todas las señales de otras unidades de control.

En esta unidad compacta hay doce sensores. Solamente dos sensores van dispuestos fuera de la Mecatronic.

Gestiona y regula hidráulicamente la función de ocho actuadores de cambio a través de seis válvulas moduladoras de presión y cinco válvulas de conmutación; controla y regula asimismo la presión y el flujo del aceite de refrigeración de los dos embragues.

La unidad de control para Mecatronic memoriza ([autoadapta](#)) las posiciones de los embragues, las posiciones de los actuadores de cambio al estar engranada una marcha y hace lo propio con la presión principal.

## Circuito de aceite.

El DSG tiene un circuito de aceite en común para todas las funciones del cambio. El circuito contiene un total de 7,2 l de aceite para cambio DSG.

Un radiador de aceite, sometido al flujo del líquido refrigerante del motor, se encarga de que la temperatura del aceite no sobrepase los 135 °C.



### Programas de cambio.

Con la palanca selectora se puede elegir los programas:

-**"D" drive** (conducción normal).

-**"S" sport** (conducción deportiva).

Al circular en posición **"D"** el cambio se realiza a regímenes confortables y con bajo consumo.

Circulando en posición **"S"** y con gran carga, el cambio permanecerá en la marcha mas corta posible.

El mando **kick-down** permite activar siempre la máxima potencia.

El programa launch control (similar a F1) permite valores máximos de celeración y tracción en arrancada.

### 3.3.2. Cajas automaticas con cambio secuencial.

A lo largo de los años 40 casi todos los fabricantes americanos ponen a punto un cambio donde la selección de velocidades se realiza automáticamente, en función de la velocidad del coche, el régimen del motor y la posición del acelerador. Aunque algunas marcas desarrollaron sistemas regulados por vacío, el que demuestra ser más efectivo es el hidráulico. Tras la década, casi todos los coche americanos tienen ya un cambio automático, generalmente el Hydramatic de General Motors o el Borg Warner. En Europa hay que sumar a estos dos el fabricante alemán ZF. Hasta la década de los 80, salvo el aumento de tres a cuatro o cinco velocidades, el cambio automático continuó esencialmente sin variaciones. A partir de entonces es cuando llega la electrónica.

Los cambios de marcha ya no se producen en función de referencias mecánicas, sino que vienen determinados por



una serie de leyes gobernados por la electrónica.

Para que el cambio actúe en cada momento según las necesidades del conductor, se disponen de distintos sensores que miden, entre otras cosas, la velocidad del vehículo, la posición y velocidad con que se pisa el acelerador, la marcha insertada, etc. La información recabada es enviada a un calculador electrónico que es el que ordena qué marchas insertar en cada momento.

Una de las características de los tipos de cambio que se ven en este apartado son

las posiciones que se pueden seleccionar con la palanca:

**P (Parking)**: es equivalente al freno de mano de las transmisiones manuales: sólo se emplea con el vehículo totalmente parado, para evitar que se desplace.

- **R (Reverse)**: la marcha atrás. Esta posición está bloqueada para velocidades superiores a los 10 km/h hacia delante.
- **N (Neutral)**: el punto muerto. El posible movimiento del motor no se transmite a las ruedas.
- **D (Drive)**: con ella insertada (incluso desde parado), el cambio decide la marcha más adecuada en cada momento. Es la posición que sirve para todo: el vehículo arranca en primera y, cuando llega a un régimen determinado, la caja pasa a la marcha superior.

Aparte de esas posiciones, normalmente se disponen también de otras bien en forma de números o letras, que son posibilidades de bloqueo. En el primer caso, dependiendo del número de marchas con que cuente el cambio pueden existir una, dos, tres o hasta cuatro posiciones. Desplazando la palanca hasta cada una de ellas, lo que se hace bloquear la transmisión hasta la marcha que indica el número. Es decir, eligiendo la posición dos, el coche podrá utilizar las velocidades inferiores pero nunca pasará a la tercera relación.

La otra posibilidad es la de disponer de las letras **S** y **L**, con las que se seleccionan marchas cortas (L) o largas (S).

La llegada de la electrónica también ha permitido la posibilidad de disponer de programas de funcionamiento junto a la palanca, que pueden llegar a ser hasta tres :

- **Deportivo o sport**: para conducción deportiva.
- **Económica o normal**: conducción tranquila.
- **Invernal o ice o winter**: para facilitar el arranque en firmes deslizantes o poco adherentes.

**Dentro de este apartado se va a hacer una distinción entre los siguientes tipos de cambios:**

- Cambios automáticos con gestión electrónica sencilla.
- Cambios inteligentes o autoadaptativos.
- Cambios automático-secuenciales.

La característica común a los tres es la de incorporar control electrónico, disponer de convertidor de par como conexión entre el motor y la caja de cambios y de utilizar un accionamiento electrohidráulico (hidráulica para el accionamiento y electrónica para el control). Sin embargo, existen diferencias funcionales y de comportamiento que las hacen merecedoras de un tratamiento diferente.

### **3.3.2.1 Inteligentes o autoadaptativos.**



La **TIPTRONIC**, desarrollada por **PORSCHE**, es una caja de cambios automática a la cual se le ha añadido un control electrónico. La mayor ventaja de este tipo de sistema estriba en que el usuario puede cambiar de marchas sin necesidad de interrumpir la fuerza de tracción, y **puede** elegir entre hacerlo de forma **manual o automática**.

La electrónica ya no se limita sólo a la posibilidad de seleccionar, mediante un botón en la consola, un programa determinado (deportivo, económico o invernal). Ahora se habla de leyes de paso. No son unas leyes fijas para pasar de una marcha a otra según el programa seleccionado, sino que se ajustan:

- Al conductor: ley económica, media o deportiva. Se analiza la actitud del conductor en todo momento para saber el tipo de conducción que pretende realizar. Una vez hecho esto, definen las leyes del cambio automático para el paso de una marcha a otra según el momento.
- A la carretera: leyes de subida fuerte o moderada y de bajada.
- A las condiciones de conducción: arranque en frío, motor caliente, etc.

Para ello el calculador electrónico maneja una serie de parámetros que son proporcionados por unos sensores:

- La posición y velocidad de accionamiento del acelerador. La velocidad del vehículo.
- El par motor.
- El régimen de giro.
- Número de veces que se actúa sobre los frenos.
- El desnivel de la carretera

A partir de estos datos, un **“cerebro electrónico”** selecciona la marcha más adecuada. Así consiguen solucionar muchas carencias de los automáticos de gestión sencilla. Las ventajas de este tipo de transmisiones frente a sus predecesores:

- Detección de los hábitos y modos del conductor.
- Se cuenta con la retención del motor tanto al descender una pendiente como al entrar en una curva.
- Inmediatez de respuesta.
- Mayor protección del motor.
- Mayor rendimiento: menores consumos y mejores prestaciones.

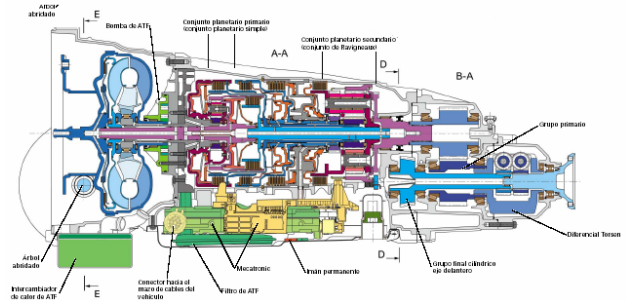


Los mejores resultados que se encuentran actualmente en el mercado corresponden a los fabricantes Renault,

La palanca de cambios no tiene una posición fija para cada marcha, sino ue basta con desplazarla mediante toques arriba y abajo o a los lados para seleccionar las velocidades.

Existe también la posibilidad de ccionar las marchas desde el volante mediante unas manetas o unos pulsadores.

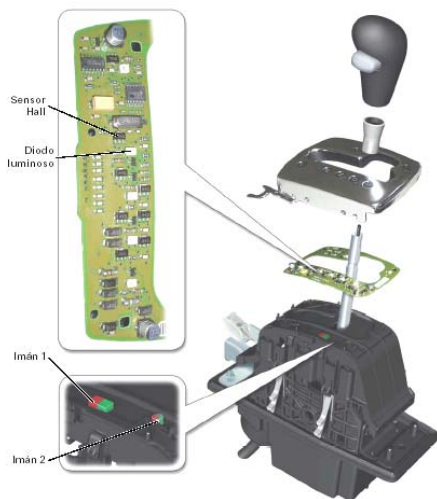
### 3.3.2.2. AUDI A8 2003.



Una novedad es el sistema **Mecatrónica** integrado en la carcasa del cambio. Abarca la unidad de control hidráulica, los sensores/actuadores y la unidad de control electrónica del cambio en una sola unidad concertada.

El intercambio de información con los periféricos del vehículo se realiza exclusivamente a través del CAN Tracción. Los interfaces hacia los periféricos del vehículo se reducen así a su mínima expresión (13 pines), lo cual influye positivamente en la seguridad de funcionamiento.

#### **Corredera de la palanca selectora**



Para evitar que por equivocación se lleve la palanca selectora a la posición «S» se ha procedido a modificar su mecanismo de modo que para pasar a la posición «S» resulte necesario accionar la tecla en el pomo de la palanca. El accionamiento de la varilla de cierre se realiza por presión.

La iluminación de la corredera de la palanca selectora se lleva a cabo por medio de diodos luminosos gestionados correspondientemente.

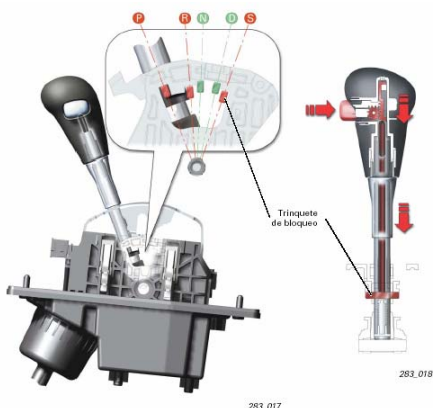
En la placa de circuitos impresos para la corredera de la palanca selectora hay **7 diodos luminosos**, correspondiendo uno a cada posición de la palanca

selectora, así como a los símbolos + y – en la pista de selección tiptronic.

Un sensor Hall por separado gestiona respectivamente la función de cada diodo luminoso con respecto a la posición de la palanca selectora.

Con ayuda del imán permanente 1 (situado sobre la pantalla corrediza) se hacen actuar los sensores Hall correspondientes.

#### **Mecanismo de la palanca selectora / tecla**



Para evitar que por equivocación se lleve la palanca selectora a la **posición «S»** se ha procedido a modificar su mecanismo de modo que para pasar a la posición «S» resulte necesario accionar la tecla en el pomo de la palanca. El accionamiento de la varilla de cierre se realiza por presión

#### **Indicador de posiciones de la palanca selectora e indicador de las marchas en el cuadro de instrumentos.**

Los fallos y las funciones anómalas en la gestión del cambio se detectan en su mayor parte por medio de las extensas funciones de autodiagnos.

Según su influencia en el cambio y en la seguridad de conducción, los fallos se indican al conductor por medio de la representación inversa de los segmentos en el indicador de posiciones de la palanca selectora.

El conductor deberá acudir de inmediato a un punto de Servicio Audi para encomendar la eliminación del fallo en cuestión.



Modo automático



Modo tiptronic



Indicador de fallos

#### **Bloqueo antiextracción de la llave de contacto**



El desbloqueo del sistema antiextracción de la llave de contacto es gestionado por la unidad de control para acceso y autorización de arranque y ejecutado por el electroimán para bloqueo antiextracción de la llave de contacto, que va integrado en el conmutador para acceso y autorización de arranque.

Si con el conmutador en posición «OFF» la palanca selectora no se encuentra en la posición «P» se avisa sobre esta particularidad al conductor al abrir su puerta, produciéndose una **señal acústica** y una indicación óptica en el cuadro de instrumentos.

#### **Bloqueo de arranque / gestión del motor de arranque(Audi A8 2003)**

La función del bloqueo de arranque sólo permite excitar el motor de arranque al estar la palanca selectora en posiciones **P** o **N**

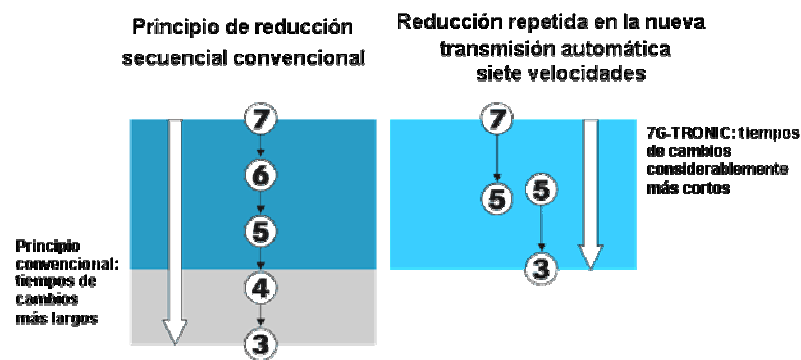
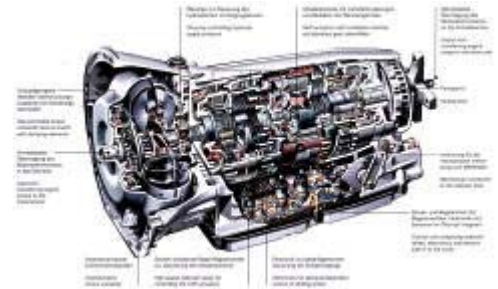
Por medio del interfaz de diagnóstico para bus de datos la información ingresa en la unidad de control para acceso y autorización de arranque. De esa forma es posible verificar la plausibilidad y diagnosticar por separado los interfaces en cuestión.

#### **3.3.2.3. La transmisión 7G-TRONIC.**



La primera transmisión automática de **siete velocidades** del mundo que equipará los automóviles de pasajeros hará a los futuros modelos de Mercedes aún más económicos, aumentando su aceleración. Además, la nueva versión de transmisión mejorará el confort en los cambios de marcha.

La nueva transmisión automática de **siete velocidades** 7G-TRONIC será un equipamiento de serie en los modelos E 500, S 500, CL 500 y SL 500 ya a fines de 2003, sustituyendo a la versión automática de cinco velocidades que actualmente equipa estos modelos. Esta transmisión de siete velocidades reduce el consumo de combustible en hasta 0,6 litros por 100 km (dependiendo del automóvil), aumenta la aceleración de 0 a 100 km/h en hasta 0,3 segundos y permite arranques intermedios significativamente más rápidos de 60 a 120 km/h. Al mismo tiempo permite que los cambios sean más suaves y por tanto más confortables que con la transmisión automática que se utiliza actualmente.



Rápidos cambios de marcha usando el **principio de reducción repetida**. Cuando el conductor cambia rápidamente para marchas más bajas (reducción) la nueva transmisión no selecciona cada marcha individual en el orden exacto. En lugar de ello la **7G-TRONIC** pasará por una marcha en particular si es necesario, **cambiando**

de la séptima marcha directamente para la quinta, por ejemplo, y de allí directamente para la tercera. En esta situación, solamente son necesarios dos cambios de marcha en realidad en lugar de los cuatro normales para acelerar rápidamente usando la reducción.

**Trabamiento del convertidor de torque a partir de la primera marcha**, es un embrague de trabamiento en el convertidor de torque hidrodinámico. En muchas situaciones este sistema elimina gran parte del deslizamiento entre la bomba y el rotor de la turbina. **Está activado ya a partir de la primera marcha.**

Algunos de los cambios secuenciales presentes en el mercado se muestran en la Tabla.

DENOMINACIÓN CAMBIO	MARCA	COMENTARIOS
<b>Sportronic</b>	Alfa Romeo	Transmisión ZF de cuatro relaciones con protecciones del motor evitando sobrerregímenes. Reduce también sólo en caso de que caiga demasiado de vueltas.
<b>Q-System</b>	Alfa Romeo	Cambio de cuatro velocidades. Es un autom.-sec. especial en cuanto a que el manejo de la palanca es en H y no longitudinal. Sin embargo dispone de convertidor de par.
<b>Autostick</b>	Chrysler	Cambio de cuatro relaciones que se diferencia del resto en que en modo secuencial los cambios se realizan por impulsos transversales en vez de longitudinales.
<b>Autoactiva secuencial</b>	Grupo PSA	Transmisión de cuatro velocidades al que se le ha añadido un carril secuencial.
<b>Autoactiva Tiptronic</b>	Grupo PSA	Caja de cuatro marchas pero más evolucionado que el anterior en la gestión del cambio al disponer de 32 leyes. El pasillo secuencial se ha realizado en colaboración con Porsche.
<b>Shiftronic</b>	Hyundai	Cambio de cuatro velocidades con un modo manual donde la electrónica no interviene cuando el motor cae de vueltas pero sí lo hace cuando se llega al régimen máximo.

<b>E-Shift</b>	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
<b>"Falso secuencial"</b>	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> .
<b>Speedshift</b>	Mercedes	Cambio de cinco velocidades con un perfil deportivo por la inmediatez de reacciones y por limitar el resbalamiento del convertidor.
<b>Proactiva secuencial</b>	Renault	Caja Proactiva de cinco marchas al que se le ha incorporado un pasillo para manejo secuencial.

### 3.3.3. Cajas de variacion continua (cvt).

#### **Introducción:**

Todos conocemos la popular vespino, que se caracteriza por ofrecer la facilidad de acelerar para mover el ciclomotor mediante un variador.

En teoría, las cajas de cambio de variación continua son: el diseño perfecto, ya que varían la relación de velocidades continuamente, por lo que podemos decir que es una transmisión automática con un número infinito de relaciones.

El secreto está en una correa que transmite el movimiento entre dos poleas. La polea conductora es la que proviene de la salida del motor y la conducida es la que va al eje de transmisión.

Las poleas no son fijas, si no que están constituidas por dos platos móviles que se ensanchan o se encogen tal y como se ven en la figura. Cuando abrimos el plato del eje del motor, la polea se mete entre los platos, por lo que la polea secundaria se cierra. El resultado es una relación de transmisión baja. Por el contrario, cuando se cierran los platos primarios, el radio de la órbita en la correa primaria es mayor, por lo que la relación de transmisión aumenta. Por lo tanto, controlando la apertura de los platos de las poleas podemos obtener diferentes relaciones de velocidades.

Cabe destacar que cuando el radio de una polea varía, también varía la otra, ya que la longitud de la polea es fija. Esto produce que el efecto de cambio de relación de velocidades se multiplique.

Sin embargo, este tipo de cajas de velocidades presente dos importantes inconvenientes en su implementación:

- La correa está sometida a unas tensiones muy elevadas.
- Es muy difícil conseguir un agarre perfecto entre poleas y correa.

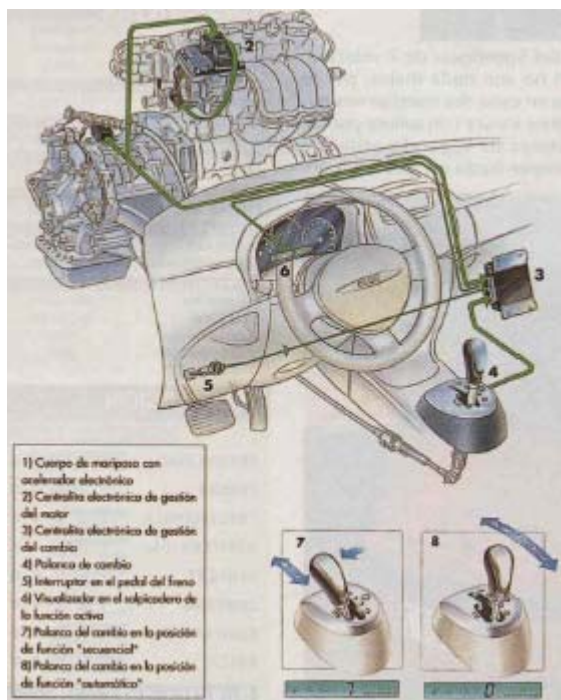
En los años 80 se utilizaba este sistema de cambios en coches de pequeña cilindrada, ya que la cadena solo resistía los esfuerzos producidos por motores de bajo par.

En la actualidad se han conseguido cadenas que resisten los pares de motores de gran cilindrada: **Speedgear, Hypertronic, Steptronic (MG, Land Rover y Rover)**

#### 3.3.3.1. 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.



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:

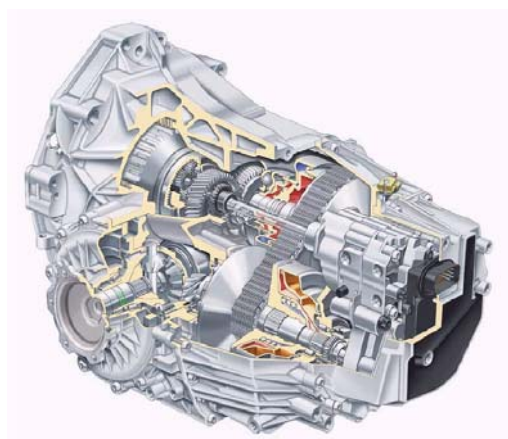
- Una centralita electrónica verifica el régimen del motor impidiendo en una reducción al seleccionar una marcha demasiado corta que suponga un sobrerégimen.
- Se pone en primera velocidad al detenerse el coche.

Gracias a la electrónica se consigue una gran suavidad de funcionamiento en operaciones como pisar y levantar bruscamente el pie del acelerador.

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.

### 3.3.3.2. Multitronic -> Audi.

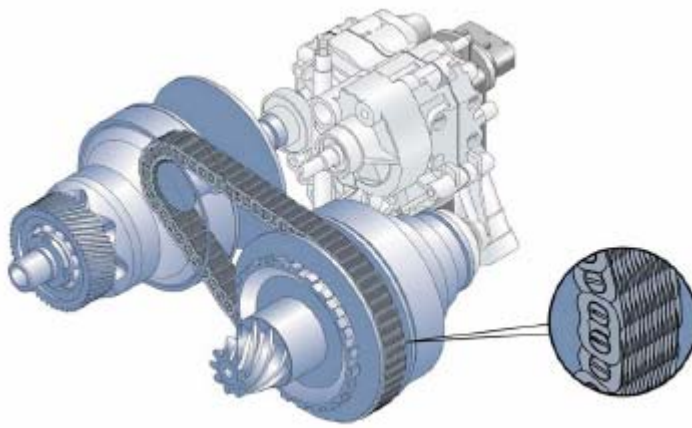


Audi ha desarrollado un tipo de transmisión "sin pasos" que elimina todos los inconvenientes que tiene la caja de cambios manual, mejorando las estrategias de cambio de velocidad. Se trata de la transmisión multitronic. Según las pruebas realizadas el multitronic, a diferencia de la caja de cambios manual de 5 velocidades:

- Se obtiene una mejor aceleración
- Consume menos gasolina
- Conducción más cómoda

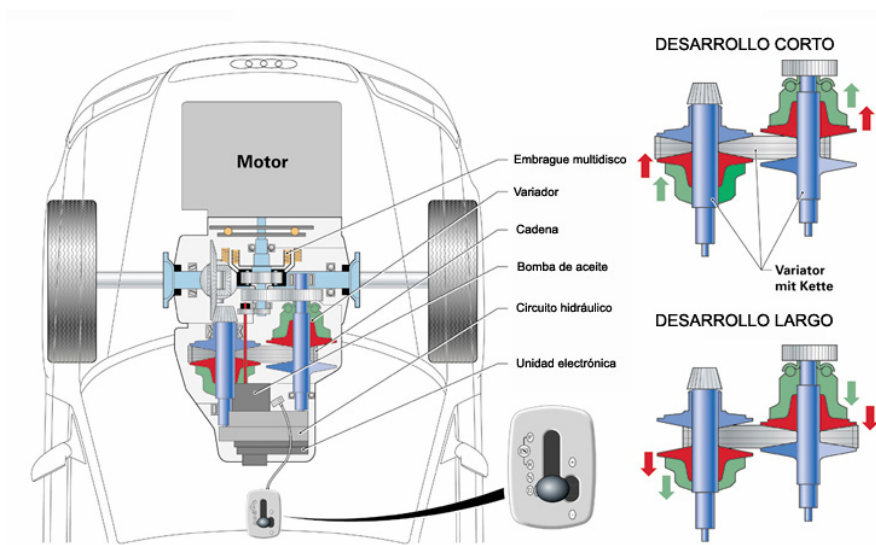
	0-100Km	Consumo
A6 con caja manual 5 velocidades	8.2 seg.	9.9 l / 100km
A6 Tiptronic 5 velocidades	9.4 seg.	10.6 l / 100km
A6 Multitronic CVT	8.1 seg.	9.7 l / 100km

El único **mantenimiento** que conlleva esta transmisión es el cambio del aceite y filtro cada 60.000 kilómetros y su vida útil es la misma que la del vehículo.



La principal diferencia que Audi ha introducido para conseguir este rendimiento es utilizar una **cadena** en vez de una correa para transmitir el par entre las dos correas. La cadena de acero está formada por 1025 láminas y 75 pares de pines capaz de soportar tensiones superiores a 1,6 toneladas. Es casi tan flexible como la correa, pero mucho más resistente. 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).

Con la palanca selectora se puede elegir los programas:

- **"D" drive (conducción normal).** Al circular en posición **"D"** el cambio se realiza a regímenes confortables y con bajo consumo.



- **"S" sport (conducción deportiva).** Circulando en posición "S" y con gran carga, el cambio permanecerá en la marcha mas corta posible
- **Secuencial.** Mediante palanca tradicional o con mandos al volante. Para ello se fijan seis posiciones concretas de las poleas del variador. Para su manejo se pueden utilizar tanto la palanca de cambio como los botones del volante.

#### **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.

La hidráulica trabaja sobre ambos pares de los discos cónicos del variador según el principio de doble émbolo.

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

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.

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.

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.