

1.Introducción.

Antes de comenzar a definir el funcionamiento básico de las cajas de cambio robotizadas debemos saber que las cajas de cambio automáticas prescinden del embrague que se usa en las manuales, y su función la realiza ahora un convertidor hidráulico. De este modo, el conductor no se encarga de embragar o desembragar como sucede en los cambios manuales.

La idea de funcionamiento de un convertidor hidráulico se entiende muy bien si nos imaginamos dos ventiladores enfrentados, si conectamos uno de ellos, produce viento que actúa sobre las palas del segundo ventilador y lo hace girar según el sentido de inclinación de sus palas. En este caso se ha producido un acoplamiento fluido entre los dos ventiladores y el fluido utilizado es el aire.

2. Definición cajas robotizadas.

Son una evolución del cambio de embrague pilotado (caja automática). 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.

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 “**tradicionales**”.

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 estas transmisiones robotizadas, gracias a que se dispone de acelerador ***by wire**, no hace falta desacelerar al cambiar, y al detener el coche, ya que 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.

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.

***by wire**: por cable, es decir, transmisión por cable sin necesidad de elementos mecánicos.

Como podemos observar en el dibujo, 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.

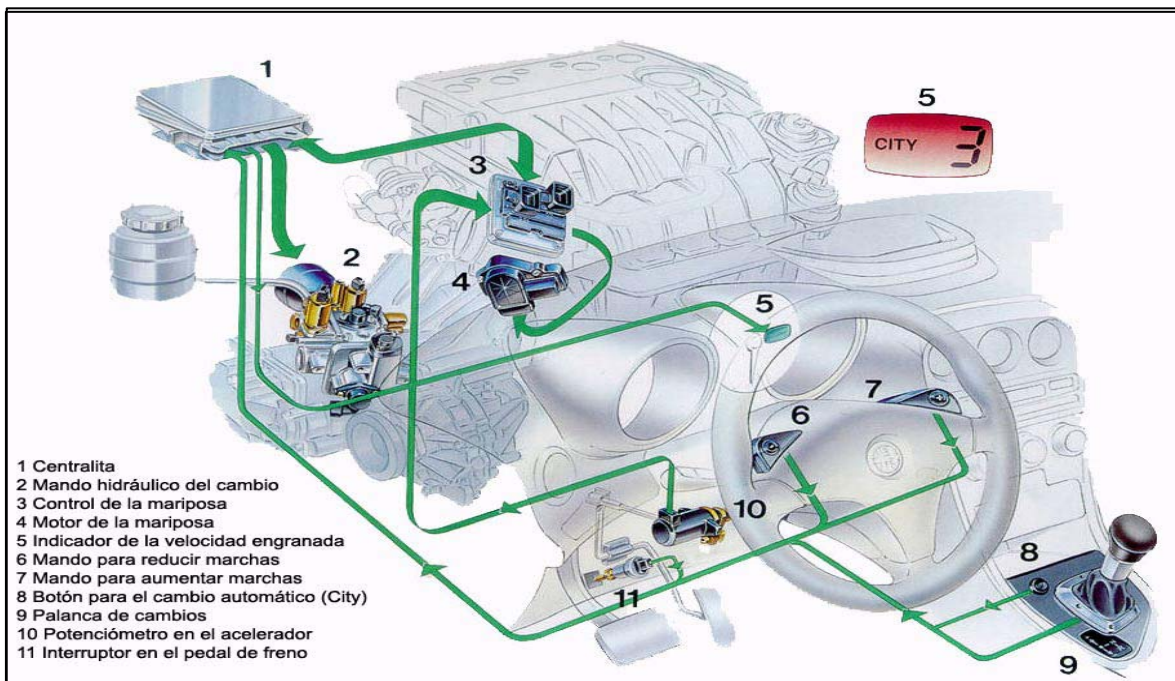


Ilustración 1. Disposición de los diferentes elementos de un cambio robotizado (Alfa Romeo)

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.

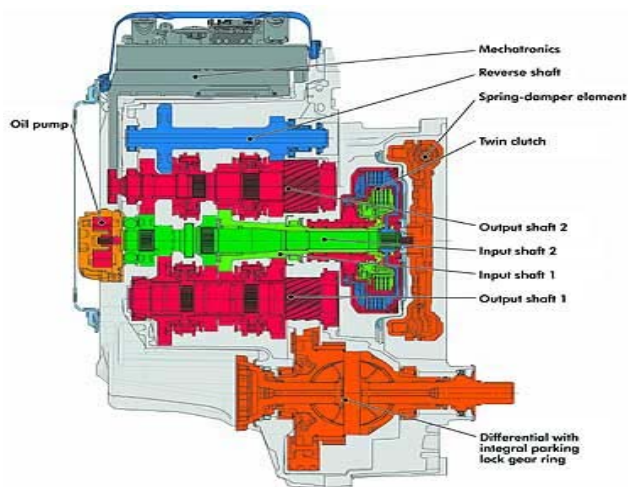
A continuación se muestran algunos tipos que se ofrecen en el mercado:

2.1 DSG (sistema Volkswagen).

Este sistema de transmisión especialmente dinámico, que integra dos embragues gemelos con este sistema Volkswagen da un paso más en el desarrollo de los sistemas de transmisión automática con el lanzamiento de esta caja de cambios automática de doble embrague (engranamiento doble, DSG).

Se trata de un dispositivo, heredado de la competición, que permite cambios de velocidad mucho más rápidos, más suaves y con menor gasto energético.

Su manejo es una mezcla de la facilidad de uso de una caja de cambios automática secuencial y el placer de conducción de una caja de cambios manual de seis relaciones.



Una característica significativa que diferencia al DSG de las cajas automáticas convencionales es que el nuevo sistema no utiliza un convertidor de par.

Ilustración 2. Disposición de los órganos mecánicos del cambio DSG

La nueva caja tampoco es un desarrollo realizado a partir de una caja de cambios manual automatizada.

La caja automática de cambio directo tiene ventajas apreciables en términos de prestaciones y ahorro de combustible.

Es una alternativa particularmente interesante para aquellos conductores que hasta ahora preferían la utilización del cambio manual.

Una característica de diseño destacable de la caja de cambios (montada de forma transversal) son los dos embragues en baño de aceite, con control hidráulico de presión.

El embrague 1 mueve las marchas impares, más la marcha atrás, y el embrague 2 las pares. Por lo tanto, a todos los efectos, debe hablarse de dos cajas de cambio paralelas.

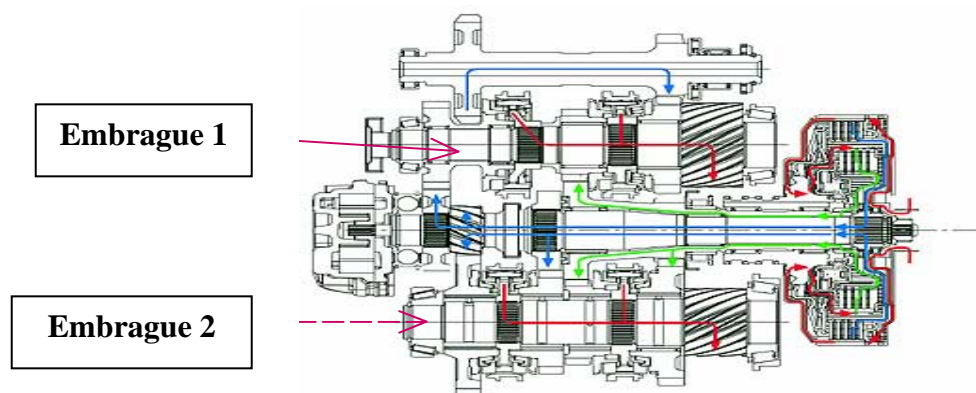


Ilustración 3. Ubicación de los 2 embragues

Como consecuencia de esta elaborada gestión de embrague, durante el cambio de marcha, no hay interrupción alguna de la fuerza de tracción, una acción típica de una transmisión manual automatizada.

Por ello, se produce un cambio de marchas de máximo dinamismo con un alto nivel de confort. La eficiencia de esta caja de cambios es comparable a la de una transmisión manual.

Los dos embragues con ejes de entrada y de salida, están gestionados por el “**Mechatronic**”, un control inteligente hidráulico y electrónico. Esta interconexión permite que la marcha siguiente siempre esté colocada y lista para ser activada de forma inmediata.

Como 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.

En el modo deportivo (**posición “S”**), las unidades de control del motor y la caja de cambios activan un empuje positivo del motor (en función del régimen), que acrecienta la dinámica del cambio: retardando el cambio al subir las marchas, y recortándolo al reducir.

Por otra parte, el acople del motor con la caja automática de cambio directo DSG genera potencia de tracción inmediata por medio de la inmediatez del cambio de velocidades, lo que da como resultado un mayor dinamismo. Los tiempos de aceleración son menores que los obtenidos con la caja de cambios manual.

Con el DSG, Volkswagen es el primer fabricante en desarrollar una caja de cambios de embrague doble producida en serie. Este tipo de transmisiones ya habían sido utilizadas en competición, pero la incomodidad del cambio (por falta de medios adecuados de control mecánico y electrónico) impidieron su utilización en coches de calle. Volkswagen encontró la solución; sumados a una serie de nuevos componentes hidráulicos, se desarrolló la compleja unidad mecánico-electrónica (Mechatronic).

2.2 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:

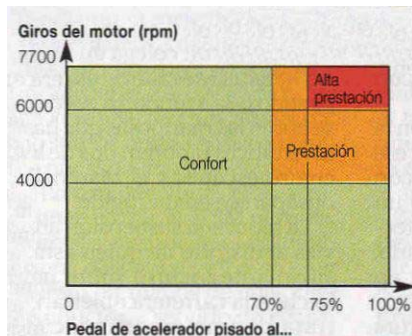
- **Secuencial.** Desde palanca tradicional o desde botones levas en el volante (derecha para subir e izquierda para reducir). Dentro de este modo tenemos una opción normal (cambio se produce entre 1 y 1,5 segundos) y otro *sport* (en 0,7 segundos) que se activa automáticamente al pasar de 5000 rpm o si superamos el 60% del recorrido del pedal del acelerador. La marcha seleccionada 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.

2.3 Cambio F-1 (Ferrari)

El recientemente aparecido 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 (gráfica 1).
- **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 solar el freno, al régimen de motor que se fije con el acelerador.



Gráfica 1. Respuesta en modo sport

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.

2.4 Cajas automáticas robotizadas Durashift (Ford)

Recientemente los últimos modelos de la marca americana Ford como el C-MAX estrenan caja de cambios. Los más pequeños de la gama, los Fiesta y Fusion, también reciben su correspondiente transmisión automática. En realidad, reciben dos: una automática completa, denominada Durashift Auto, y otra robotizada que se denomina Durashift EST.



Carril automático

Carril secuencial

Ilustración 4. Durashift EST

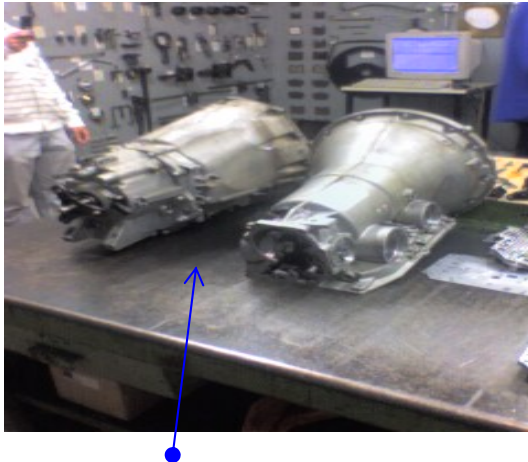
La más interesante, desde luego, es esta última, la robotizada. Es una caja muy moderna y agradable que puede funcionar en modo automático o con mando secuencial y que lleva un embrague robotizado accionado por mandos hidráulicos. Tiene la particularidad de que no es preciso cambiar la palanca de carril para pasar de un modo a otro, sino que basta con moverla hacia un punto concreto para cambiar el funcionamiento.

En automático todavía se notan un poco los saltos entre las marchas, especialmente al subirlas, pero no es para nada incómodo. Y, en manual, el conductor puede manejarlo sin notar apenas los saltos, simplemente cambiando en el momento en que lo haría si llevara uno manual.

En esta modalidad secuencial las relaciones se estiran más y casi se pueden llevar a sus límites, algo que en modo automático no se permite, porque el gestor electrónico trata siempre de seleccionar la relación más adecuada a la conducción y siempre ahorrando combustible, es decir, engranando marchas altas.

Eso sí, cuando necesitamos fuerza de golpe, la caja activa su función **“kick-down”** y reduce hasta tres marchas para darnos aceleración.

2.5 Sequentronic (Mercedes)



Transmisión de seis marchas con control electrónico de Magneti Marelli, desarrollada por la propia Mercedes.

Ilustración 5. Fotos realizadas en Grupo Rahn de 2 cajas de Mercedes ML

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.



Ilustración 6. Imágenes obtenidas durante la visita a las instalaciones del Grupo Rahn

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



Ilustración 7. Unidad electrónica y calculador o captador capaces de controlar funcionamiento caja robotizada.

- 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.

2.6 Easytronic (opel)

Se trata de una ingeniosa caja de cambios de 5 velocidades que permite al conductor seleccionar en todo momento el modo automático o manual.

La “Easytronic” puede cambiar de velocidad sin pérdidas de tiempo y su coste final para el usuario es significativamente menor que una caja de cambios automática convencional.



Ilustración 8. Caja easytronic

Con una caja de cambios manual el conductor debe pisar el embrague, seleccionar una velocidad y cambiar a ella con la palanca de cambios; con la caja de cambios manual automatizada estas tres operaciones la realizan de forma rápida y sencilla tres motores eléctricos, coordinados a la perfección por un sofisticado sistema de control electrónico.

Como resultado, el cambio de velocidad se realiza de un modo coordinado y rápido. En el modo manual el conductor puede engranar velocidades de modo ascendente o descendente sin necesidad de soltar el acelerador, ya que la “Easytronic” cierra automáticamente, de forma temporal, la válvula del acelerador.

Esta caja de cambios manual automatizada selecciona en todo momento la gama óptima de revoluciones para cada situación, ajustando al máximo los consumos.

Si se dispara el sistema ABS a consecuencia de un frenazo brusco la “Easytronic” pisa el embrague por nosotros independientemente del modo que esté seleccionado (automático o manual). Si la frenada es progresiva la caja de cambios selecciona de modo descendente las velocidades hasta detener el vehículo sin necesidad de pisar el embrague, ya que la “Easytronic” ahorra esta tarea al conductor, aunque se haya seleccionado el modo manual.

Cuando el conductor detiene el coche totalmente -en cualquier modo- esta novedosa caja de cambios embraga, lo cual supone una gran ventaja en situaciones de tráfico lento o en las maniobras para estacionar. Gracias a que el embrague reacciona automáticamente de acuerdo con la situación de conducción, los arranques en pendientes resultan también más fáciles.

2.7 Sensodrive (citroën)

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.

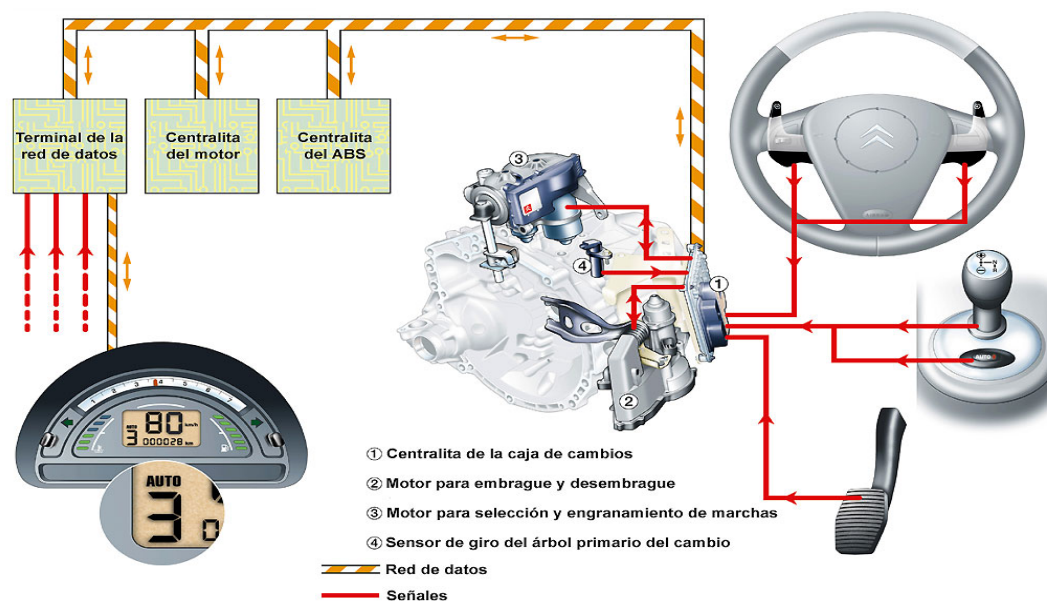


Ilustración 9. Esquema de los elementos que controlan el sistema Sensodrive

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.

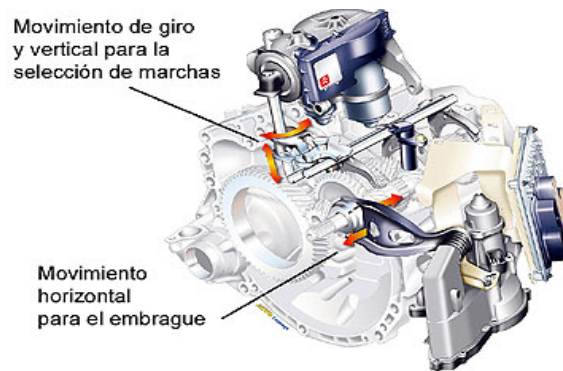


Ilustración 10. Movimientos para la selección de marchas y desembrague

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.
- Cuando va a aumentar una marcha, limita la fuerza del motor momentáneamente para que no se acelere mientras está desembragado del cambio.

3. Conclusión

El trabajo realizado nos ha ayudado mucho a entender el funcionamiento básico de este tipo de sistema de cajas, beneficiándonos de tal manera, que gracias a que somos capaces de diferenciar estas cajas robotizadas de las denominadas automáticas, así como saber que componentes la forman y su funcionamiento.

Además de lo ya mencionado debemos decir que hemos aprendido que pese a los diferentes nombres que estas reciben, prácticamente todas ellas se basan en el mismo funcionamiento.

URL'S consultados

Alfa Romeo

<http://www.alfaromeo.co.uk> Selespeed y Q-System

Mercedes

<http://www.auto-reporte.com.ar/tecnologia.htm> Sequentronic

Volkswagen

<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?cat=3&codigoDoc=349> DSG

<http://www.volkswagen.es/golf/microdsg/micro.html> DSG

<http://www.motorpasion.com/2006/10/01-como-functiona-el-cambio-dsg> (video DSG)

Opel

<http://www.auto-reporte.com.ar/tecnologia.htm> Easytronic

<http://www.micoche.com/articulos/articulos.html> Easytronic

<http://www.geocities.com/morrisseysp/cambio.jpg> Easytronic (sólo foto)

http://www.luk.de/english/Aktuelles/index_Presse2.html Easytronic

Citröen

<http://www.km77.com>

F1 Ferrari

<http://www.tecnun.com>

Artículos e información sobre transmisiones automáticas

<http://www.km77.com/tecnica/transmision/portada.asp>

<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/>

<http://www.100x100motor.com>