

**4º Concurso para Jóvenes Técnicos en Automoción**

**1º Concurso Internacional para Jóvenes Técnicos en Automoción**

# CAMBIOS ROBOTIZADOS

**“I.E.S. Ginés Pérez Chirinos” Caravaca de la Cruz (Murcia).**

**EQUIPO B:**

BERNABE JIMENEZ NAVARRO

JUAN AMANCIO LOPEZ GIL

**PROFESOR:**

JESUS VILLA HERRER

## ÍNDICE

<i>1. Introducción -----</i>	<i>3</i>
<i>2. Cambio SMG II de BMW-----</i>	<i>4</i>
<i>3. Cambio SMT de Toyota-----</i>	<i>9</i>
<i>4. Cambio Easytronic de Opel-----</i>	<i>10</i>
<i>5. Cambio F1 de Ferrari-----</i>	<i>13</i>
<i>6. Cambio 3L del grupo VAG-----</i>	<i>14</i>
<i>7. Cambio DSG del grupo VAG-----</i>	<i>15</i>
<i>8. Cambio sequentronic de Mercedes-Benz-----</i>	<i>18</i>
<i>9. Cambio Quickshif 5 de Renault-----</i>	<i>19</i>

## **1. INTRODUCCIÓN A LOS CAMBIOS ROBOTIZADOS.**

Estos tipos de cambio son una evolución de los cambios con embrague pilotado, en este solo teníamos el embrague automatizado, ahora añadimos la inserción de velocidades también robotizada. Estos cambios no precisan de pedal de embrague, debido a que el vehículo una vez que accionamos la leva de cambio realiza de forma automatizada todas las operaciones necesarias para el engranaje de una velocidad.

Una de sus principales ventajas es que se basa en una caja de cambios manual, de modo que no penalizan las prestaciones y los consumos respecto a las cajas de cambio totalmente automáticas. Ya que comparten los mismos elementos mecánicos que un cambio manual, todos ellos utilizan embrague y engranajes convencionales.

En los cambios robotizados, gracias que están dotados de acelerador by wire, no es necesario soltar este para realizar el cambio de velocidad, y al detener el vehículo reduce a primera automáticamente. La gestión electrónica se encarga de cortar la alimentación al motor durante milisegundos al subir de marcha, y de revolucionar el motor al bajar de marcha.

Este tipo de cambio también puede funcionar en modo automático o incorporar levas para realizar el cambio desde el volante, así como también es posible la incorporación de una palanca “ubicada convencionalmente”.

Los cambios robotizados generalmente suele utilizar actuadores de tipo hidráulico, pero cabe la posibilidad de utilizar actuadores eléctricos o neumáticos. Al ser los del tipo hidráulico los más utilizados, vamos a pasar a describir su funcionamiento: Al accionar el mando la centralita electrónica envía la señal a una bomba hidráulica que actúa sobre el embrague mientras que otros actuadores se encargan de mover los piñones del

cambio, insertando la marcha elegida, realizándose toda la operación en breves periodos de tiempo.

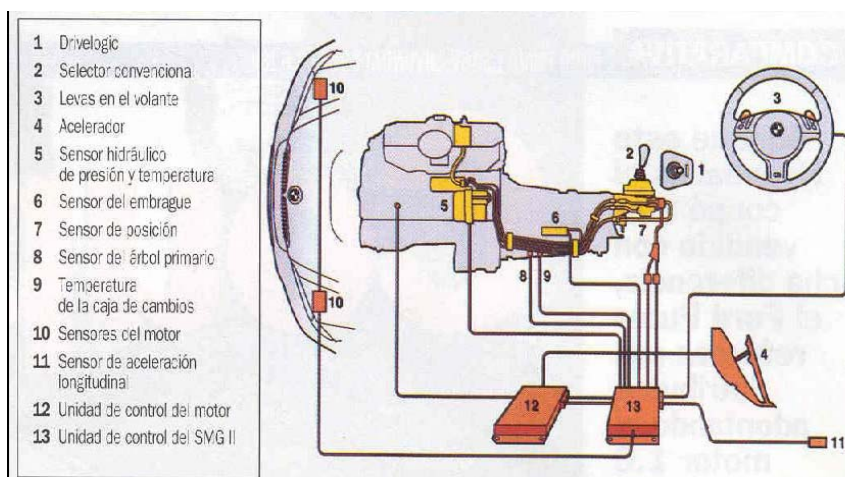
En la actualidad esta produciendo un gran incremento de la utilización de los cambios robotizados en el campo del automóvil: compactos, berlinas, y principalmente en deportivos de alta gama.

## **2. Cambio SMG II (BMW).**

El cambio de la marca alemana es uno de los más rápidos, efectivos y modernos del mercado, ya que este se monta en un automóvil con gran talante deportivo como es el M3 .

Este cambio es una evolución del primer cambio SMG (Sequential Manual Gearbox) presentado en el año 1996. BMW ha recurrido a su experiencia en competición para desarrollar junto con las empresas Getrag, Sachs y Siemens, una caja de cambios de seis relaciones, que supera en todos los campos a la SMG.

Algunas de las novedades que ofrece este cambio son una gestión electrónica mejor conseguida, así como más modalidades de funcionamiento y mayor adaptación al conductor.



El SMG II incorpora un sistema hidráulico de última generación, controlado por electroválvulas, cuya misión es accionar el embrague y engranar las velocidades, a través de un sensor redundante de posiciones la unidad de control del cambio detecta la marcha que está engranada. Al realizar un cambio de marcha la unidad de control activa en milisegundos las electroválvulas que desembragan el cambio del motor, entonces la unidad de control activa como máximo tres cilindros del actuador del cambio, para realizar el engranado de la marcha. Las presiones hidráulicas utilizadas en este sistema pueden alcanzar hasta los 85 bares. La unidad de control de cambio y la unidad de control del motor están conectadas a través de un circuito CAN Bus que acoge también a once sensores encargados de realizar funciones como:

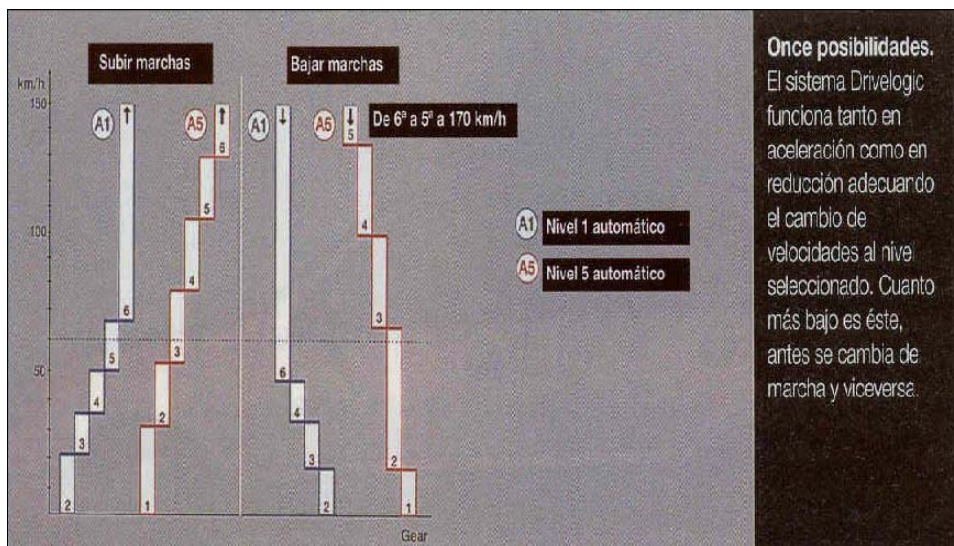
- Ayuda de arranque en cuesta: Esta función hace que al pulsar la leva izquierda durante más de un segundo el motor gire con el embrague bloqueado durante dos segundos a 1500 rpm.
- Ayuda de aceleración: Permite la mayor aceleración desde parado sin que las ruedas pierdan la adherencia con el suelo, únicamente es posible seleccionarla si nos encontramos en el nivel seis del modo secuencial. Para activar esta función hay que presionar sobre la palanca hacia delante y mantenerla en esta posición, pisar a fondo el pedal de acelerador y cuando estemos preparados para ponernos en marcha, soltar la palanca.

En caso de fallo de una unidad de control de la caja de cambios, el sistema echa mano de inmediato a las señales de la unidad de control que funciona en paralelo, con lo que se logra que el sistema siempre se encuentre funcionando correctamente.

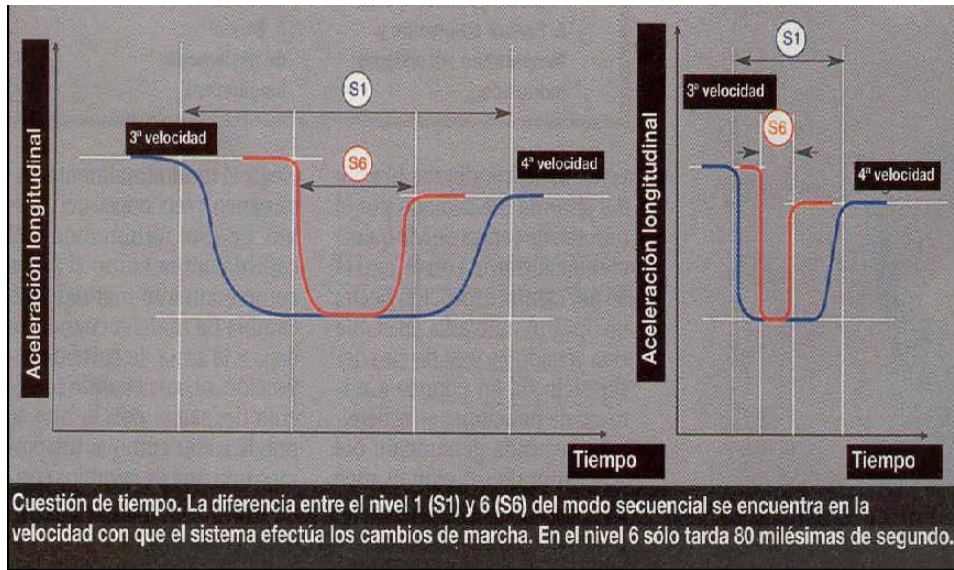
Todos los componentes de la caja de cambios SMG funcionan by wire, con lo que reaccionan con mucha velocidad y seguridad (no posee conexiones mecánicas).

Sistema drivelogic, permite al conductor elegir varias modalidades o leyes de funcionamiento, en las dos modalidades disponibles (estas funciones se pueden seleccionar mediante una tecla situada al pie de la palanca). Ambas modalidades son:

-Automática: Alberga cinco modalidades de funcionamiento, por ejemplo en la modalidad automática uno, siempre se arranca con la segunda marcha engranada. Es posible utilizar la función kickdown para conseguir la mayor capacidad de respuesta en caso de necesidad.



-Secuencial: Alberga seis modalidades, que se pueden seleccionar tanto desde la propia palanca de cambios como desde el volante en las levas, la leva derecha sube marchas y la izquierda baja marchas.



La selección de las modalidades depende de si se quiere ejercitar una conducción suave (nivel mas bajo) o una conducción más agresiva (nivel mas alto). Los cambios de velocidad mas rápidos se relazan en la ley secuencial seis, donde el desembragado y el embragado se realizan en tan solo 80 milisegundos; esta ley solo se puede seleccionar si se a desconectado el control de estabilidad y el de tracción.

En la modalidad secuencial el funcionamiento es enteramente manual, de tal manera que no cambia solo cuando llegamos al tope de vueltas, ni tampoco cuando el motor se encuentra agotado, el único automatismo de que dispone esta modalidad de cambio es el de engranar la primera velocidad cuando el vehículo se detiene. Con este tipo de cambio es posible subir velocidades o bajar pero sin pasar por las intermedias, pero todo ello solo se puede realizar si lo permiten las revoluciones del motor.

Alguna de las funciones que incorpora este cambio son:

- Si al reducir una marcha las ruedas traseras pierden adherencia con respecto al suelo, el sistema actúa sobre el embrague, para evitar el sobreviraje.

- Mientras que se halle la puerta del conductor abierta, el sistema evita que le vehículo se ponga en movimiento durante cuatro segundos, y si durante esos cuatro



segundos no se pisa ningún pedal, el sistema cambia a punto muerto. Si se deja abierto el capo del motor el vehículo tampoco se pone en movimiento.

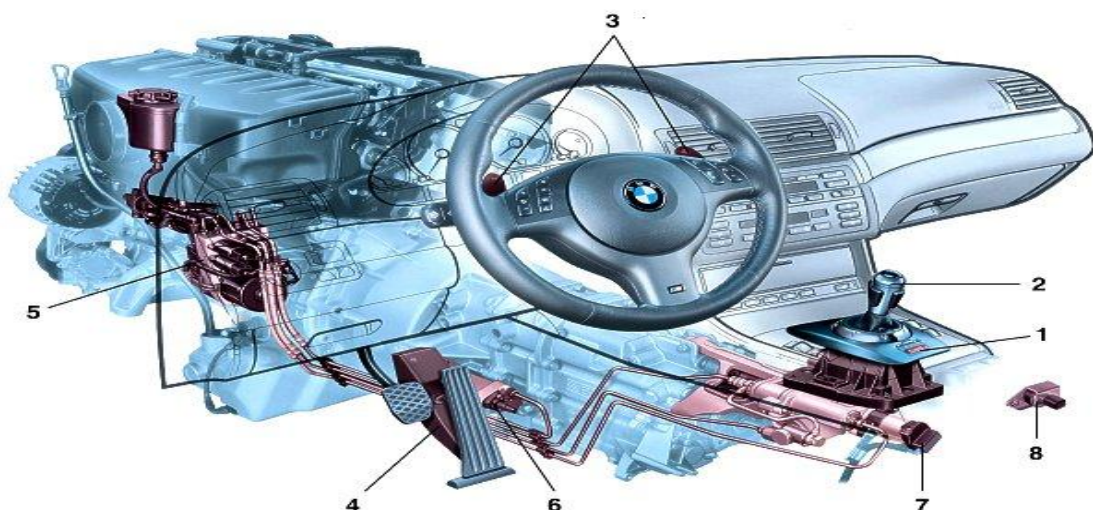
-La puesta en marcha del motor solo se puede llevar a cabo si se halla el pedal de freno pisado y la palanca de cambios esta en la posición de punto muerto, además, el Shift-Lock evita que el conductor pueda seleccionar una marcha sin pisar el pedal de freno.

-Para engranar la marcha atrás hay que mover la palanca hacia delante y a la izquierda. El coche no comienza a moverse hasta que le conductor no acciona el pedal del acelerador.

-Al reducir una velocidad, la unidad de control eleva un poco el régimen de giro del motor a modo de doble embrague, para conseguir un cambio con suavidad y progresivo.

-Unos diodos led colocados en el tablero de instrumentos, indican el momento exacto para realizar el cambio de marcha en función de las revoluciones del motor, esto solo se activa en el modo secuencial.

BMW también dispone de otro cambio robotizado, denominado con las mismas siglas (SMG) que esta destinada a modelos menos deportivos que el M3.





Esta caja de cambios esta dotada de cinco relaciones, y a sido desarrolla por ZF y Magneti Marelli.

Esta caja de cambios también deriva del primer cambio SMG fabricado por BMW, pero no es tan deportivo como el SMG II , ya que los cambios de marcha se realizan en 150 milisegundos frente a los 80 milisegundos de la SMG II. Mientras que la SMG II dispone de once modalidades, la SMG dispones de dos normales y una deportiva.

La SMG aporta un nivel de confort mucho más elevado que su hermana SMG II, pero no se aproxima en ningún caso al nivel de confort de los cambios automáticos con convertidor de par.

El cambio SMG II es un cambio con un talante muy deportivo, pero para sacarle el máximo partido requiere un periodo de adaptación debido al desembragado pilotado y a que a veces el conductor no sabe qué modalidad de las once debe elegir.

En nuestra opinión este cambio confiere una gran seguridad en conducción y protección del motor, a la vez de ser adecuado para el coche al que esta destinado.

### **3. Cambio SMT de TOYOTA**

Esta es una caja de cambios de cinco relaciones que a diferencia de otros cambios robotizados solo dispones de una modalidad (secuencial). La selección de marchas se puede realizar desde la palanca de cambio o desde levas situadas en el volante. El cambio SMT de Toyota utiliza un sistema hidráulico gobernado mediante electroválvulas y estas a su vez son controladas por un sistema electrónico de gestión. La unidad de control del motor trabaja conjuntamente con la de la transmisión , ambas intercambian información que reciben de unos determinados sensores. Un estrangulador electrónico se encarga de poner el motor al régimen adecuado para realizar el cambio de

marcha. La palanca de cambio actúa como un pulsador, enviando señales a la unidad de control de la caja de cambios para que esta inserte la siguiente velocidad, tanto de forma ascendente como descendente. Las marchas engranadas se muestran sobre una pequeña pantalla en el tacómetro.

Esta caja de cambios dispone de una serie de funciones que hace la conducción más segura y protegen la mecánica:

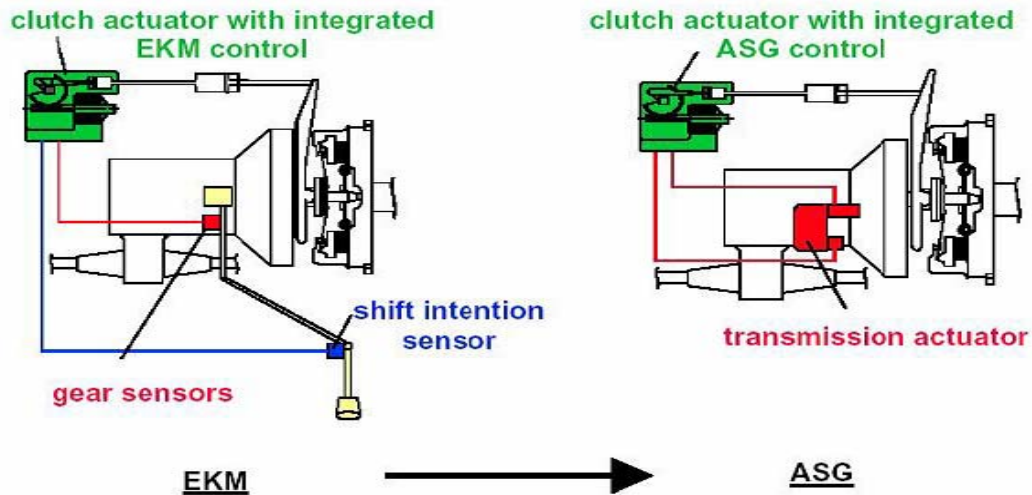
- Una vez que el coche se ha detenido y se mantiene el motor en marcha la unidad de control engrana la primera velocidad para salir rápidamente al pisar el acelerador. Para poder arrancar el coche el cambio debe estar en la posición neutra y el freno pisado.

- Mientras el vehículo este circulando hacia delante el control electrónico hace imposible que se engrane la marcha atrás, el sistema de control entra en juego cuando queramos hacer una reducción demasiado brusca protegiendo así el motor, en estos casos un zumbador y una luz nos avisa de que la acción que deseamos realizar es perjudicial para el motor.

- Cuando vamos a engranar una marcha superior, la unidad de control anula el acelerador y cuando vamos a bajar una marcha el motor se acelera un poco para favorecer el engranado de la misma. Para reducir el tiempo invertido en los cambios de marcha es conveniente levantar el pie del acelerador y así evitamos tirones.

#### **4. Cambio Easytronic de OPEL**

Este cambio ha sido desarrollado por la marca Luk, y es una evolución de la caja de cambios EKM, la cual consta de un solo motor para el hacinamiento de embrague.

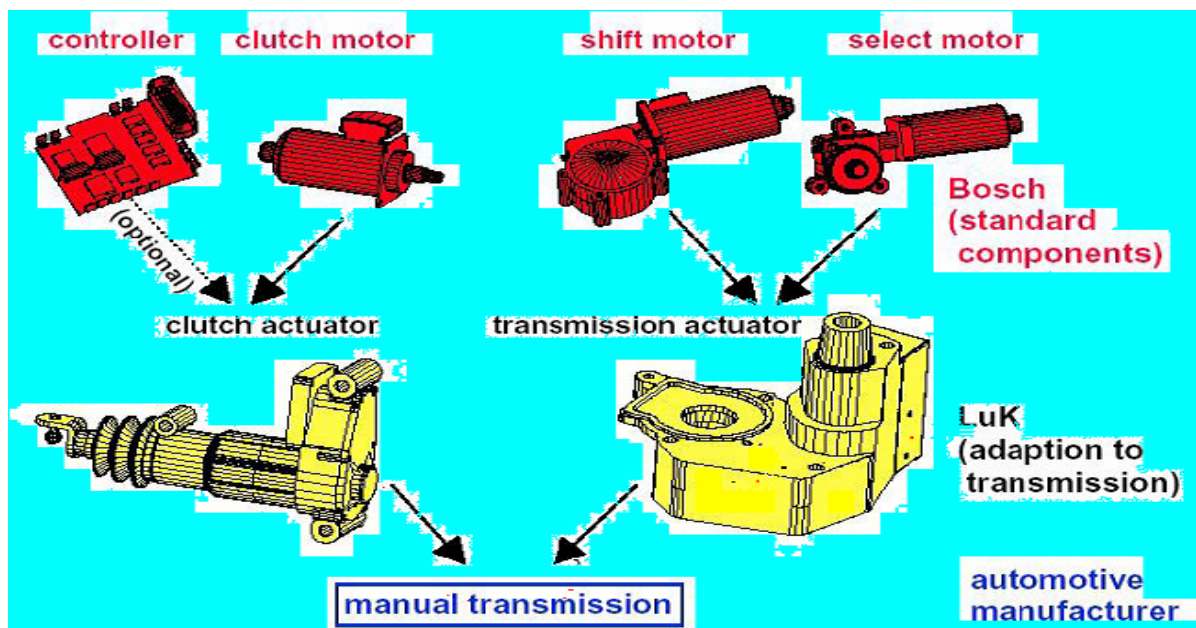


La caja de cinco velocidades permite un doble manejo:

- Automático, de función kick-down.
- Secuencial, el cambio de marchas se realiza mediante toques longitudinales,

también en esta modalidad se conserva la función kick-down.

En el caso de la transmisión EKM, el origen de la energía proviene de un motor eléctrico para el acoplamiento del embrague. En la Easytronic se utilizan tres motores eléctricos.



Cada motor desempeña una función:

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

Esta caja de cambios permite una gran rapidez a la hora de insertar las velocidades, consiguiéndolo en tan solo 0,3 segundos. Otra característica de este cambio es el acoplamiento del embrague con una presión variable al volante motor, de tal manera que cuando el par es bajo el embrague presiona con poca intensidad sobre el volante motor. Este hecho conlleva que a la hora de realizar un cambio, este se realice de forma más rápida, ya que la distancia que tiene que recorrer el palto de presión del embrague es menor. El sistema de control es una auténtica virguería, ya que el embrague nunca debe patinar, porque de lo contrario se producirían desgastes no deseados.

Este cambio está equipado con unas cuantas funciones que ayudan a la conducción y mejoran la seguridad:

-Cuando la unidad de control detecta que se pone en funcionamiento el ABS, desacopla el motor de la caja de cambios para mejorar la estabilidad. También realiza esta función cuando se detiene el vehículo y se pisa el pedal de freno.

-La unidad de control baja marchas en función de la deceleración para utilizar al motor como freno, esto también lo hace en el modo de cambio manual).

-Cuando queremos hacer una reducción demasiado pronto, dado que el número de revoluciones del motor se encuentra todavía demasiado alto, la unidad de control imposibilita esta acción para proteger el motor.

-Para poder engranar la marcha atrás y posteriormente pasar de esta a primera es necesario pisar el pedal de freno.

-Cuando queremos cambiar de marcha, si no queremos no es necesario que levantemos el pedal del acelerado, ya que cuando vamos a introducir una relación mas alta, la unidad de control baja de revoluciones el motor para facilitar el engranado de la marcha, e igual ocurre cuando queremos bajar una, pero en vez de bajar de revoluciones, la unidad de control acelera un poco el motor.

La unidad de control de esta caja de cambios es capaz de saber en todo momento si se esta subiendo una pendiente o bajando, o cuando se inicia un adelantamiento, para adaptar mejor las condiciones de cambio al rendimiento que se le esta exigiendo al motor o se le va exigir próximamente.

Es sería un cambio muy bueno, debido a sus reducidas dimensiones y a su poco peso así como por su bajo coste de fabricación, si no fuera porque la electrónica se impone demasiado frente a la voluntad del conductor, a veces provoca tirones y en el modo automático los cambios de marcha son muy lentos ( un segundo mas lento que en el modo manual).

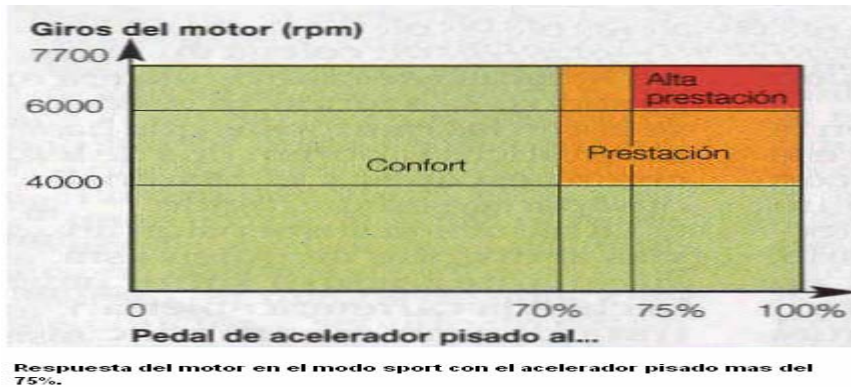
## **5. Cambio F-1 de FERRARI.**

Esta caja de cambios alberga seis relaciones en su interior, con dos modos de funcionamiento:

-Secuencia: Las selección de la marcha se puede realizar desde unas levas situadas en el volante, o desde la palanca de cambios. Existe un modo sport, para una conducción más agresiva. Una vez seleccionado este modo y pisando el pedal del acelerador más del 75% de su recorrido, los cambios se realizan en 80 milisegundos.

-Automática: Incluye un modo de arranque bautizado como launch. Para activar dicho modo es necesario desconectar el control de tracción, mantener el pedal de freno pisado y activar el modo sport de la suspensión-gestión del cambio. Con esta disposición el

embrague solo se suelta al levantar el pie del freno y al régimen del motor que se establezca con el acelerador.



## **6. Cambio 3L del grupo VAG**

El grupo Audi, Volkswagen y Seat han desarrollado un cambio pensado exclusivamente para el ahorro de combustible en los modelos más pequeños como son el Audi A2, volkswagen Lupo y el Seat Arosa.

Este cambio posee un modo secuencial y otro automático con cinco velocidades cada uno de ellos. En la opción automática existen dos modalidades, normal y Eco, esta última esta pensada para consumos reducidos (tres litros) y es seleccionable pulsando un botón que se halla en el salpicadero. Destaca por las siguientes características:

-Al soltar el acelerador se desembraga el motor de la caja de cambios reduciéndose el régimen de giro hasta ralenti; una vez que tocamos el pedal de freno el motor se vuelve a embragar con la caja de cambios para aprovechar así la retención del motor al frenar.



-La unidad de control busca siempre la marcha mas larga posible, impidiendo que el motor alcance revoluciones innecesarias, limitando así el consumo de combustible.

-Tiene una función de arranque/parada que para el motor cuando se mantiene pisado el freno más de cuatro segundos (aire acondicionado no conectado), al soltar el pedal de freno el motor se arranca automáticamente.

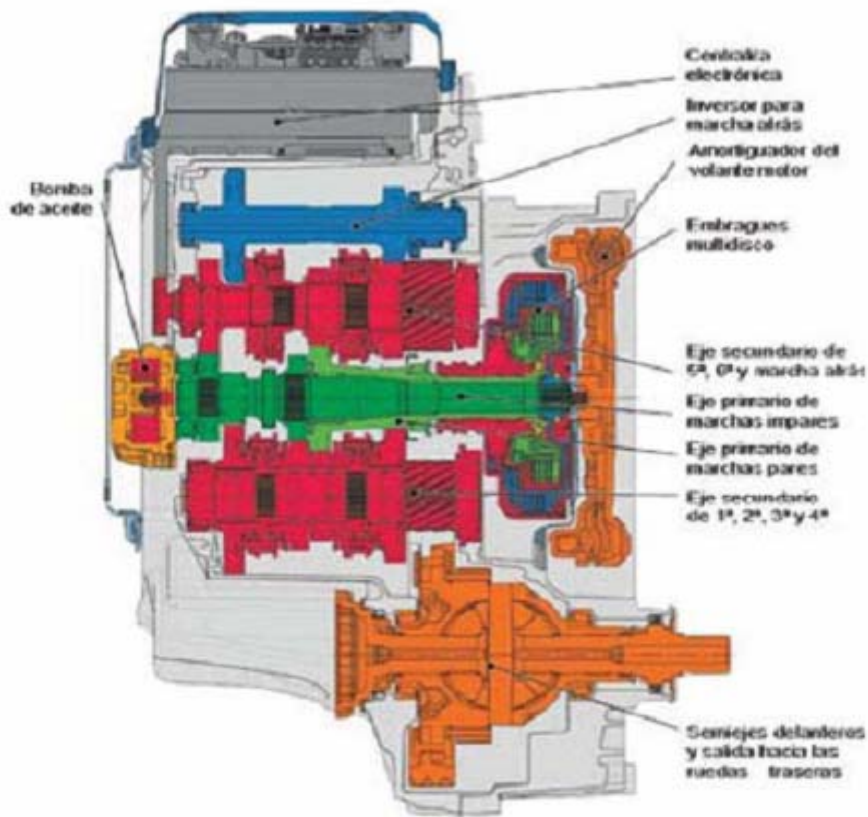
-Si el conductor no acciona el acelerador en un tiempo determinado, la unidad de control electrónica desembraga el motor de la caja de cambios y el vehiculo se mueve en punto muerto. Al accionar el acelerador cuando se alcanza el régimen de giro adecuado el motor se vuelve a embragar automáticamente con la caja de cambios.

Este es un cambio en el cual la electrónica prevalece en gran medida frente a la voluntad del conductor, de tal manera que por ejemplo si intentamos apurar una marcha al límite la unidad de control engrana inmediatamente una marcha superior para no revolucionar el motor en exceso. Al intentar reducir una marcha, hasta que el número de revoluciones del motor no baja hasta un determinado régimen la marcha inferior no se engrana.

Otra de las desventajas de este sistema es que el modo automático tiene un funcionamiento lento y da tirones. Esto se debe a la anulación del acelerador en los cambios de marcha.

## **7. Cambio DSG del grupo Volkswagen**

Se trata de un cambio con funcionamiento tipo automático, pero con la peculiaridad de que tiene un par de engranajes para cada relación (similar a los cambios manuales). Éste tipo de cambio se ha introducido en los modelos con cierto talante deportivo y progresivamente al resto de la gama en modo opcional.



Lo que distingue a este cambio es que prácticamente equivale a dos cajas de cambio normales, unidas y concéntricas con los elementos siguientes:

- Tiene dos embragues multidisco en baño de aceite independientes y concéntricos (uno para marchas pares y el otro impares).
- Dos árboles primarios (ejes dobles huecos y concéntricos) y dos árboles secundarios (uno para las 4 marchas más cortas y el otro para la 5ª y 6ª).
- Bomba y circuito de aceite.
- UCE propia.

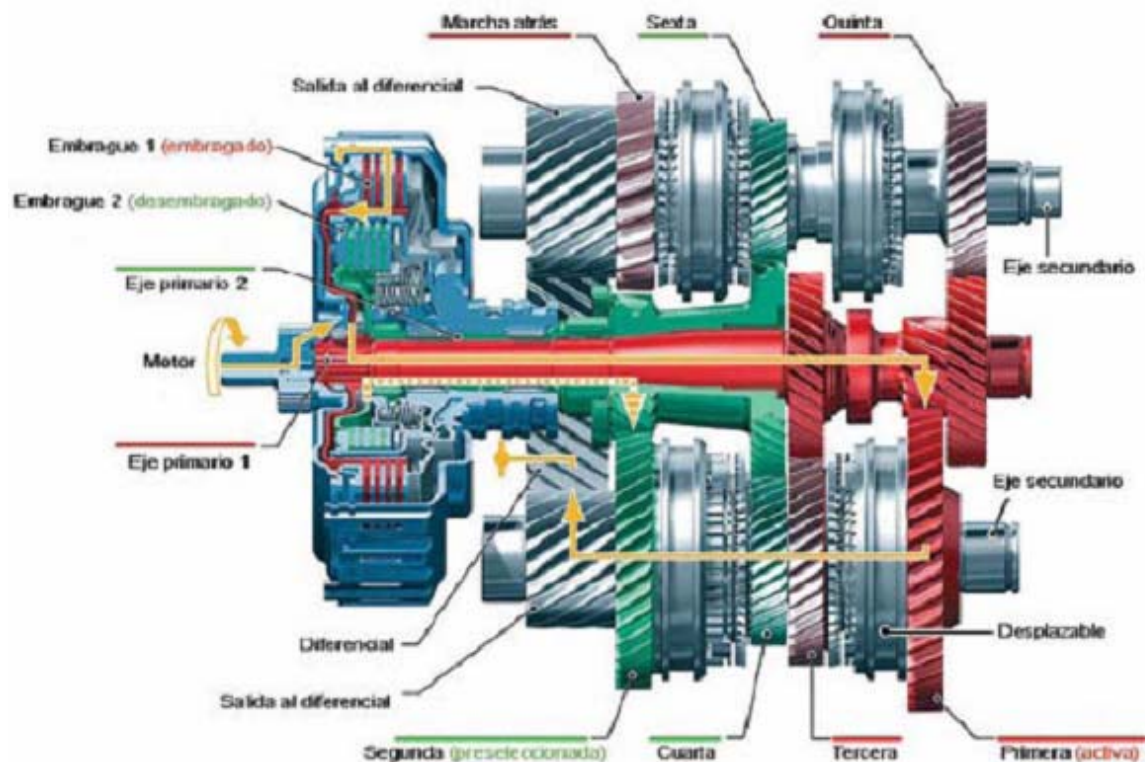
En el modo automático hay un programa deportivo que lleva el motor más alto de vueltas; tarda más en aumentar marchas y menos en reducir.

Las principales ventajas en que destacan son en suavidad y velocidad de accionamiento en comparación a un cambio normal o estándar, optimizando la dinámica del vehículo ya que las ruedas nunca dejan de recibir fuerza del motor.

La caja es un desarrollo del grupo Volkswagen; pero Audi probó un cambio semejante a éste en el Sport Quattro S1 de 1985 para competición. Este cambio admite un par de hasta 350 Nm, así que se puede usar en otros motores de altas prestaciones.

En el apartado de mantenimiento la vida útil del conjunto de embragues es semejante a la del automóvil, pero cada 60000 km deben ser sustituidos aceite y filtro. El desembolso económico para el usuario depende del vehículo al cual está destinado, oscilando en un margen de 1500 € a 4000 € de sobreprecio al cambio estándar.

A continuación mostramos una imagen de la caja de cambios DSG diseccionada:



## **8. Cambio sequentronic de Mercedes-Benz.**

Es un cambio con control electrónico de seis velocidades de la casa Magneti Marelli pero desarrollado por Mercedes.

Esta caja de cambios permite dos modos de uso:

- Automático auto-shisft.
- Secuencial, por medio de toque longitudinales.

El cambio en modo pausado se realiza en menos de un segundo, y en conducción deportiva en menos de 0.5 segundos. Una unidad hidráulica gobernada electrónicamente se encarga de insertar las marchas y actuar sobre el embrague. Mediante unos sensores se determina en todo momento los movimientos del embrague y de los árboles de mando, así como la marcha que esta engranada. Todos los datos y señales van a una unidad de control, que además procesa la información sobre el régimen de giro del motor, el par motor, la velocidad de las ruedas y el funcionamiento de los frenos.

Cuando se abre la puerta del conductor la unidad electrónica de mando se pone en funcionamiento, y cuando arranca el motor el sistema hidráulico toma la presión necesaria para permitir al conductor mover la palanca a la posición neutro o hacia “+” para poner primera, para ello se debe pisar el pedal de freno por razones de seguridad. Cuando soltamos el freno se embraga el motor y el coche avanza según le pisemos al acelerador.

La marcha atrás se selecciona colocando la palanca en la posición “R”, operación que el sistema permite cuando el vehículo esta detenido o circula a una velocidad inferior a cinco kilómetros por hora.

La unidad de control se encarga de proteger el motor y ayudar a la conducción en los siguientes casos:

-Protege el motor: Cuando el régimen de este es demasiado bajo reduce de marcha y si entramos en la zona roja de revoluciones se engrana automáticamente la marcha superior.

-Engrana la primera velocidad al detenernos.

-Sube al motor unas cuantas vueltas para facilitar las reducciones.

En modo secuencial el cambio no es totalmente manual, ya que en algunas ocasiones la electrónica se impone a nuestros deseos de conducción. Es un poco incomodo cuando se cambia a un régimen de vueltas elevado, porque hay que levantar el pie del acelerador para evitar sacudidas, ya que no tiene la suavidad de un cambio con convertidor de par.

## **9. Cambio Quickshif 5 de Renault.**

Es una transmisión de cinco velocidades producida por Renault con la casa Magneti Marelli.

Permite dos modalidades de uso:

-Impulsional. Esta caja no solo es un cambio secuencia, sino que además permite saltar de marchas tanto al subir como al bajar .

-Automática. La unidad de control de la caja de cambios elije la marcha más adecuada a partir de una serie de datos recibidos: velocidad, aceleración o deceleración del vehículo, estilo de conducción, la forma en que se pisan o sueltan los pedales del acelerador y freno, la orografía de la carretera, etc.

El paso de modo impulsional a automático y viceversa, se efectúa pulsando un botón que se halla cerca de la palanca de cambios.

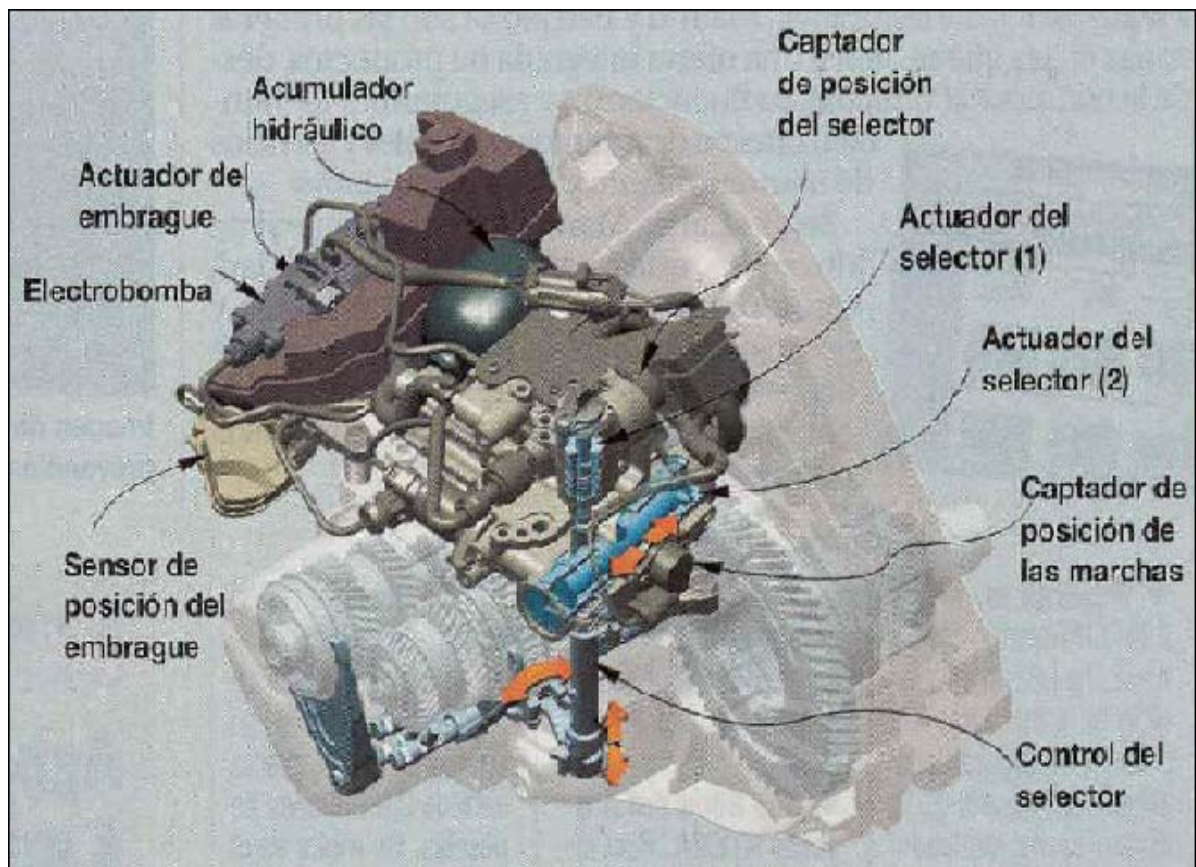
### Cambios Robotizados.

La marcha atrás se engrana mediante dos impulsos sucesivos, una hacia la derecha y el otro hacia atrás, y con el pedal de freno pisado.

La caja dispone de un modulo que posibilita las funciones de embrague, desembrague y cambio de marchas. Dicho modulo esta constituido por un robot con cilindros hidráulicos. Estos reciben las ordenes del la unidad de control de la caja de cambios, que a su vez recibe información de una serie de sensores determinados.

Un grupo electro hidráulico se encarga de proporcionar la energía suficiente para mover los elementos mecánicos necesarios para el accionamiento del embrague y la inserción de las marchas. La unidad de control de la caja de cambios y la del motor están conectados entre si.

En la figura podemos observar los detalles más detenidamente.





Al cambiar de marcha la gestión electrónica del motor reduce el número de vueltas y gestiona el par motor entregado para realizar el cambio con suavidad.



Algunas de las funciones de la caja de cambios de Renault (Quickshift 5) son:

- La unidad de control impide que se produzca un sobrerégimen al reducir de marcha, en cambio podemos apurar las marchas hasta el corte de inyección.

- La unidad de control pasa a una velocidad inferior en el caso que detecte tirones por bajo régimen o frenadas, o a primera si se rueda a menos de siete kilómetros por hora.

- 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, etc.

- Para facilitar las maniobras de aparcamiento la caja viene equipada con una función de “mantenimiento en rampa”, por lo que una vez que soltamos el pedal de freno, tanto en primera como en marcha atrás, o al soltar el freno de mano el coche avanza despacio por si mismo. Esta función permite mantener el vehículo en una pendiente ligera.

- Realiza doble embrague en las reducciones.
- Para pasar a marcha atrás y de esta a primera hay que mantener el freno pisado.
- No dispone de la función Parking, por lo que es necesario utilizar el freno de mano.

En nuestra opinión este cambio es un poco lento en el modo automático y en el modo secuencial si no levantamos el pie del acelerador al subir de marcha como reconoce el fabricante. Además se producen pequeños tirones tal y como representamos en la figura siguiente.

**I.E.S. Ginés Pérez Chirinos” Caravaca de la Cruz (Murcia).**

**EQUIPO B**

BERNABE JIMENEZ NAVARRO

JUAN AMANCIO LOPEZ GIL

