

## INTRODUCCIÓN

Fue en el año 1886 cuando el ingeniero e inventor Gottlieb Wilhelm Daimler fabricó el primer vehículo que funcionaba con un motor de combustión interna (motor OTTO).

Para que el motor de este pudiera arrastrar a la carrocería, era necesario disponer de una caja de cambios. Con esta caja, se consigue una desmultiplicación de giro del motor para tener mayor par en marchas cortas y poder iniciar la marcha o subir pendientes. En cambio con las marchas mas largas conseguimos aumentar la velocidad y en consecuencia disminuir las revoluciones por minuto.

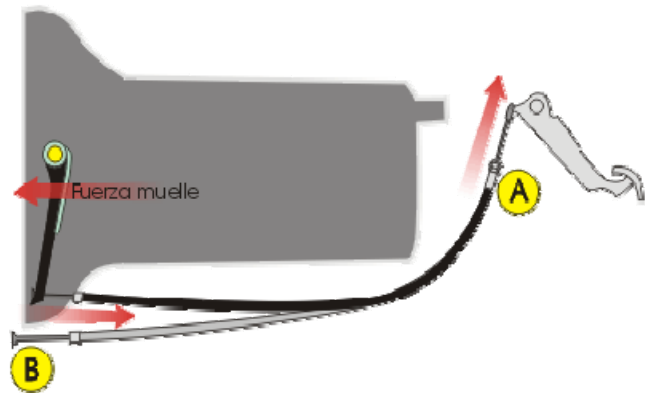
Para realizar la selección de la velocidad adecuada a voluntad del conductor, es necesario una palanca en el habitáculo que permita el cambio según las condiciones de la marcha del vehiculo. Esta palanca esta comunicada con una timoneria mecánica conectada a la caja de cambios, que actuando sobre ella conseguimos la selección de las velocidades de la caja y del régimen del motor.

Para que este cambio pudiera efectuarse con el vehiculo en marcha, era necesario un componente capaz de transmitir el giro desde el motor a la caja de velocidades, a voluntad del conductor, para que el vehiculo pueda



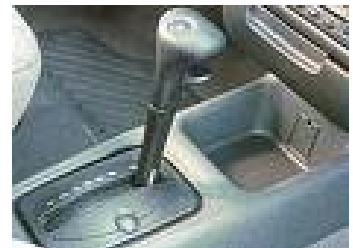
desplazarse cuando se desee o permanecer detenido con el motor en marcha y así como para efectuar el cambio de la relación en la caja de velocidades, sin necesidad de parar el motor. Dicho embrague tenia de ser resistente al esfuerzo de rotación del motor y ser progresivo y elástico para que no produzca tirones ni brusquedades.

Con el paso de los años, los sistemas de cambio de velocidades y sistemas de embrague han ido evolucionando, pasando de cuatro a cinco, seis e incluso a más velocidades en otro tipo de vehículos.



Todos estos cambios eran manuales, hasta que se fabricaron vehículos con cambios automáticos. Los vehículos que llevaban estos cambios, eran capaces de cambiar de velocidad sin la necesidad de que el conductor estuviese actuando constantemente sobre la palanca de cambios y el embrague.

Con este sistema automático, el conductor no tiene que quitar la mano del volante para efectuar el cambio, evitando posibles distracciones, aumentando la confortabilidad del vehículo y en consecuencia evitando posibles accidentes.



Estos sistemas suponen una mejora en la conducción, aunque también incrementa el consumo de combustible, ya que se pierde un porcentaje de energía moviendo las turbinas del convertidor de par, que son movidas mediante aceite. Una parte de la energía perdida, es energía calorífica, que es producida por la fricción del aceite con los elementos del convertidor y otra parte es energía residual que no se puede aprovechar.

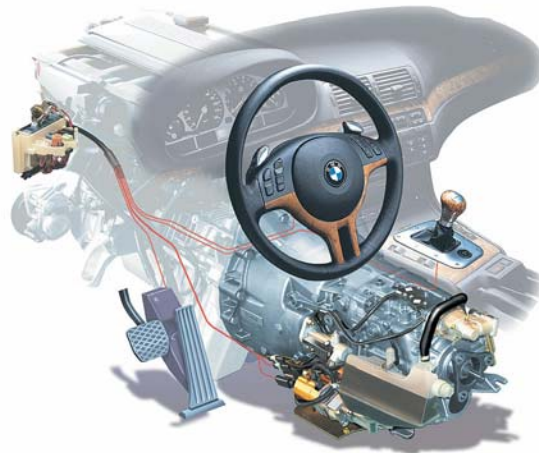
No obstante, el modelo mas moderno, son los cambios automatizados o robotizados. Estos modelos tienen la cualidad de tener una conducción exenta de tirones, un mayor confort y menor consumo respecto a las automáticas.



Este tipo de transmisiones se caracterizan porque la selección del cambio se puede realizar de forma totalmente automática o semiautomática, sin necesidad de actuar sobre la palanca de cambio. La sincronización esta controlada totalmente por una unidad de control.

## CAJA ROBOTIZADA

La caja de cambios manual robotizada, combina las comodidades de una caja de cambios automática con las ventajas de una manual. Se trata de una caja de cambios manual, con el accionamiento de selección de marchas y embrague robotizado, ya que la palanca de cambio no va conectada mecánicamente con la caja, sino que va pilotada electrónicamente, al igual que el pedal del embrague, cuyo pedal desaparece.



Todos los movimientos que efectúa la caja de cambios, están gestionados por una unidad de control, que a partir de diferentes sensores controla y calcula el funcionamiento óptimo del cambio.

**Las señales más importantes utilizadas por la unidad de control, son las procedentes de la palanca selectora y del pedal del acelerador electrónico, así como las condiciones de funcionamiento del motor.**

En dichas cajas, el conductor puede optar entre **dos modos de funcionamiento, que son automático o semiautomático.**

En el modo automático, los cambios se realizan de forma totalmente automática gracias al módulo de control. Se comporta de forma similar a un cambio automático.

Con el funcionamiento semiautomático, el conductor determina los cambios de marcha mediante la palanca selectora electrónica.

Para realizar los cambios de marcha no es necesario dejar de pisar el acelerador, lo que conlleva a un elevado confort.

Su buena mecánica interna hace que este mecanismo realice los cambios con una gran precisión, sin desgaste de los materiales y sin incómodos tirones. Además dispone de un sistema que evita de forma eficaz los acoplamientos de sincronización erróneos, evitando con ello que el motor alcance el número máximo de revoluciones o por contrario que se cale el motor.

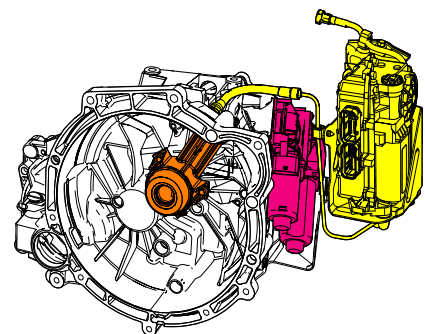
Esta caja de velocidades es sin duda alguna una mejora en los vehículos actuales, ya que permite una conducción de forma deportiva y confortable, donde el conductor únicamente notará una breve interrupción de la fuerza de tracción casi inapreciable.

Ahora veremos dos ejemplos de este tipo de cambios, donde partiendo de una caja de cambios manual, mediante dos soluciones distintas, se ha llegado a una caja de cambios robotizada.

## CAJA DE CAMBIOS DE ROBOTIZADA ASM

Es una caja de cambios iB5 manual de Ford donde se ha robotizado la selección de velocidades.

La selección del conductor es captada por una palanca selectora electrónica y transmitida al módulo de control de la caja de cambios.



El módulo controla tanto los procesos de embrague y desembrague mediante motores eléctricos.

Se **prescinde de pedal de embrague y de cables de selección y mando**, y en su lugar se utiliza un actuador de embrague y un actuador del cambio.

## COMPONENTES

Los componentes del cambio se pueden clasificar en dos grupos, actuadores y sensores. Gran parte de los sensores están acoplados a los actuadores.

### Actuadores:

1. Actuador del embrague
2. Motor de selección
3. Motor de cambio

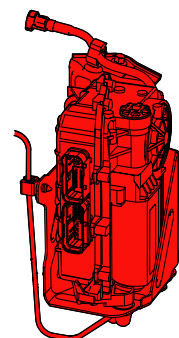
### Sensores:

1. Palanca selectora del cambio
2. Sensor de posición del embrague
3. Sensor de posición del motor de selección
4. Sensor de posición del motor de cambio
5. Interruptor del pedal de freno
6. Interruptor de puerta del conductor

## ACTUADOR DEL EMBRAGUE

Está compuesto por un motor de corriente continua, una serie de mecanismos para accionar el cilindro maestro y el sensor acoplado que mide la carrera de accionamiento.

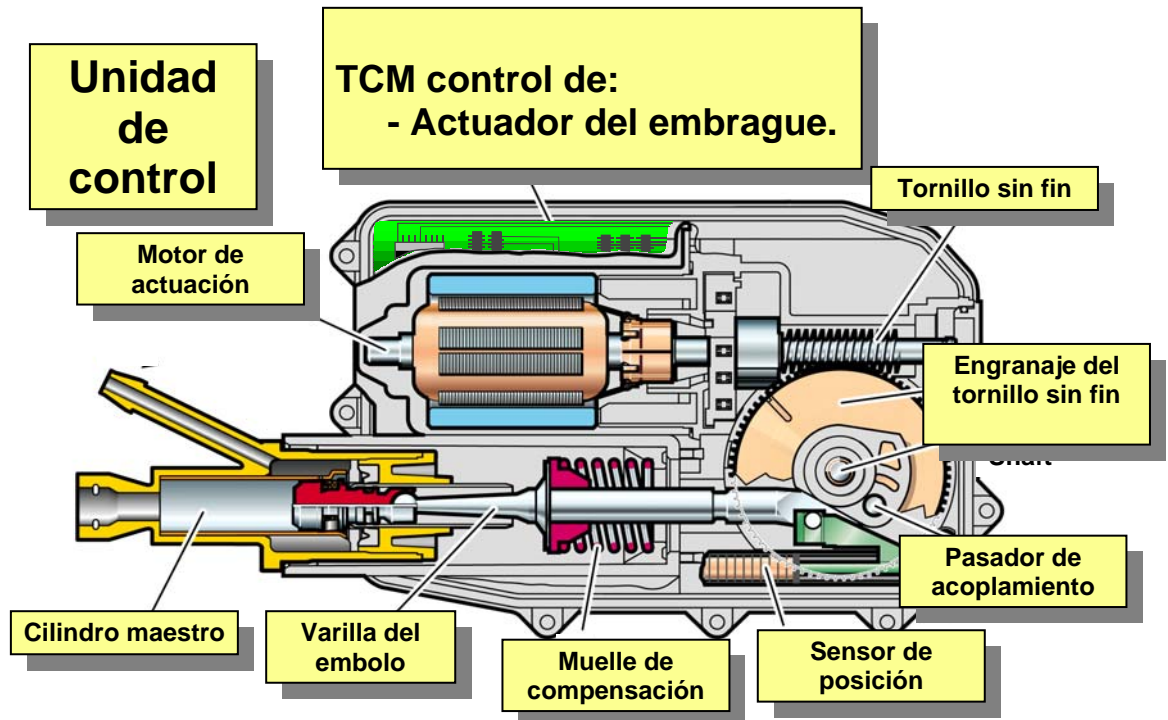
El accionamiento es hidráulico. El cilindro maestro esta conectado al depósito de líquido de frenos y mediante otra tubería transmite la presión al



cilindro receptor del embrague y se acciona hasta la posición solicitada.

En la misma carcasa del actuador, esta integrado el modulo de control de la caja de cambios.

La unidad electrónica activa el motor según las necesidades del vehículo.



La unidad electrónica activa el motor según las necesidades del vehículo.

Debido a la retención del tornillo sin fin, el embolo del cilindro maestro permanece en cualquier posición sin que sea necesaria cualquier energía para mantenerlo.

La conexión de alimentación sirve para proporcionar líquido de frenos al actuador del embrague y compensar la dilatación por calor del líquido de frenos.

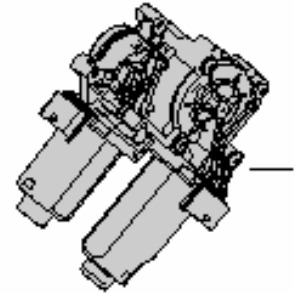
El actuador realiza las siguientes funciones:

- Desembragado
- Embragado dosificado para iniciar la marcha
- Embragado y desembragado para cambiar de marcha durante la conducción.
- Desembragado para parar con una marcha engranada.
- Embragado con una marcha engranada para estacionar con el motor parado.

## ACTUADOR DEL CAMBIO

Son dos simples motores eléctricos (motor de selección y de cambio), con dos sensores hall y circuito de control integrado, que se encuentran montados directamente sobre la caja de cambios.

Con el motor de selección, se escoge la ranura correspondiente de la corredera de la caja de velocidades. Con el motor de mando se cambia a la marcha correspondiente.



Ambos motores están conectados mecánicamente con el eje de horquillas de la caja mediante palancas intermedias y varillas de conexión.

Cada motor utiliza un sistema de tornillo sin fin capaz de proporcionar la fuerza necesaria para los cambios de marcha.

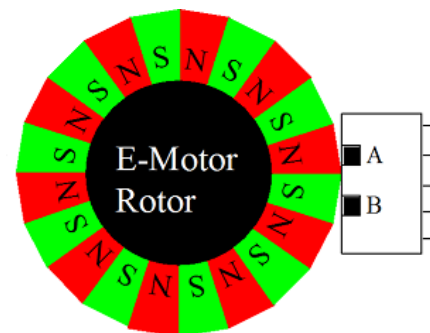
El engranaje del motor de mando cuenta con un acoplamiento elástico capaz de realizar los cambios de marcha de una forma blanda y sin tirones, manteniendo a la vez los tiempos de cambio de marcha lo más cortos posibles.

El control eléctrico del módulo de control de la caja se realiza mediante señales de modulación de la amplitud de impulsos.

Los sensores de carrera de los motores de selección y mando están integrados en los motores y cada motor está equipado con diez parejas de polos magnéticos cada uno.

Por encima de estas parejas de polos, se encuentran dos sensores hall con circuito de control integrado.

El circuito de control integrado, es capaz de captar la velocidad, el ángulo y el sentido de giro de cada motor eléctrico.

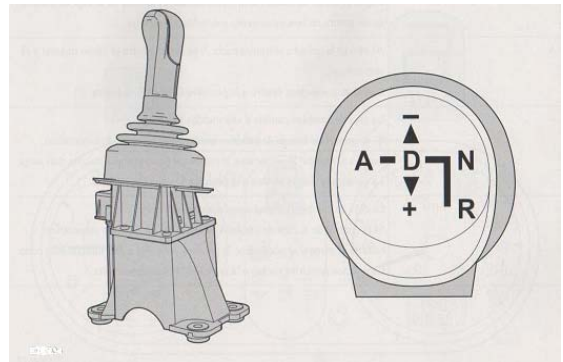


El modulo de control necesita estas señales para realizar el proceso de selección y mando.

### LA PALANCA SELECTORA ELECTRÓNICA

Una de las características más significativas de esta palanca, es que no tiene ninguna unión mecánica con la caja de cambios, y está unida a través del bus de datos CAN con el módulo de control de la caja de cambios.

Cada vez que la palanca selectora es accionada, su movimiento es captado por unos sensores hall, que junto con la electrónica, se encuentran en un circuito impreso por debajo de la palanca selectora.



### POSICIONES DE LA PALANCA SELECTORA:

POSICION DE LA PALANCA	DESCRIPCIÓN
N	Se engrana punto muerto La palanca selectora permanece fija.
R	Se engrana la marcha atrás La palanca selectora permanece fija.
D	Se engrana una marcha hacia delante. La palanca selectora permanece fija
	Según el modo de conducción seleccionado, el control de la caja se encuentra en automático o manual.
A	Se cambia entre el modo automático y el manual. La palanca se vuelve a la posición D cuando se suelta.
+	Cambio a una marcha más larga La palanca vuelve a la posición D cuando se suelta.
-	Cambio a una marcha más corta La palanca vuelve a la posición D cuando se suelta.



El estado o accionamiento real de la palanca selectora es captada por la palanca selectora electrónica gracias a seis sensores hall de control y transmitido al modulo de la caja de cambios por el bus de datos CAN.

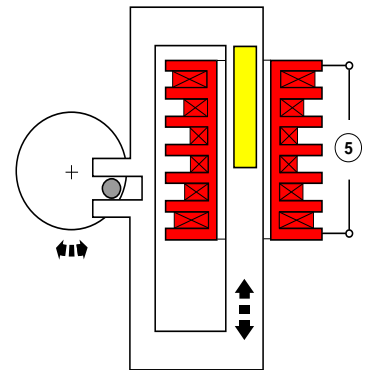
El modulo de control utiliza el estado de la palanca selectora para el modo automático o manual y así determinar los momentos del cambio.

### SENSOR DE POSICION DEL EMBRAGUE

Este sensor va integrado en el actuador del embrague. Se trata de un sensor de carrera que mide la posición del cilindro maestro y le envía la señal a la unidad de control.

El movimiento circular del engranaje del tornillo sin fin se convierte en un movimiento rectilíneo del núcleo de ferrita

(amarillo), que es captado por la bobina multicámara (rojo) del sensor de carrera y mandada en forma de señal al módulo de control de la caja de cambios.

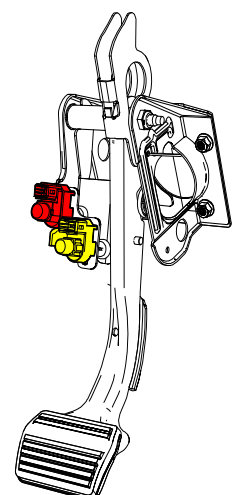


Con esta señal el modulo de control de la caja de cambios puede determinar la posición exacta del embrague y realizar el embragado y desembragado así como el seguimiento de la transmisión de par y la función de avance ultralento.

### INTERRUPTOR DEL PEDAL DE FRENO

El interruptor de las luces de freno al accionarse, enciende por una parte las luces de freno y por otra, manda una señal directamente al módulo de control de la caja de cambios.

El módulo de control del motor, manda la señal del interruptor de la señal de frenos por el bus de datos CAN al modulo de control de la caja de cambios.



El módulo de control de la caja de cambios necesita la información sobre el accionamiento del pedal de freno para:

- Permitir el arranque del motor
- Reducir de marcha en los descensos
- Cambiar de marcha adelante o atrás al iniciar la marcha
- Desactivar la función de avance ultralento
- Adaptar el momento de embragado inicial

El módulo de control del motor recibe del interruptor de pedal de freno una señal relativa a su activación y manda esta señal por el bus de datos CAN al módulo de control de la caja de cambios.

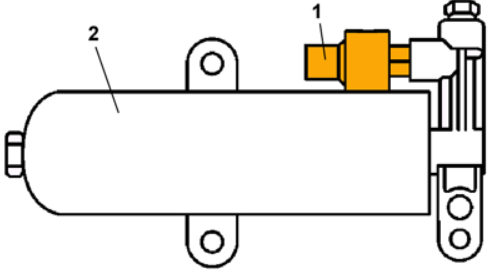
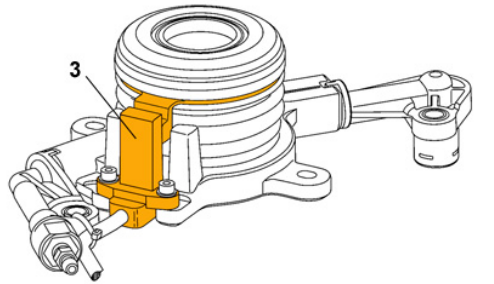
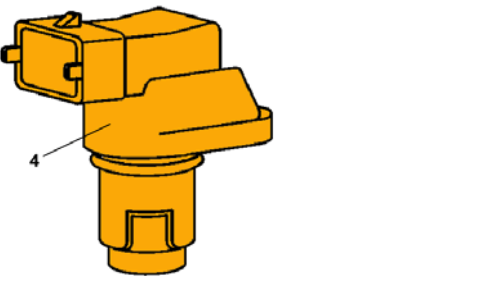
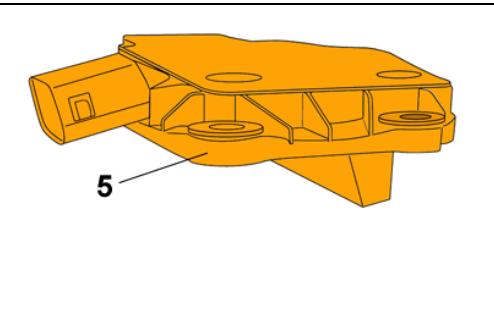
El módulo de control de la caja de cambios utiliza la señal para desactivar la función de avance ultralento con el freno de mano accionado.

La función de avance ultralento significa que con la primera marcha o marcha atrás engranada se acopla el embrague parcialmente transmitiéndose un par mínimo.

## **INTERRUPTOR DE LA PUERTA DEL CONDUCTOR**

Se encuentra en la cerradura de la puerta del lado del conductor. Con la puerta cerrada se manda una señal de masa al módulo de control de la caja de cambios y con la puerta abierta se interrumpe esa señal.

Con el motor en marcha, el freno sin pisar y la función de avance ultralento de la caja de cambios activada, el módulo de control de la caja de cambios avisa al conductor cuando tiene la puerta abierta a través de un aviso acústico.

	<p>El sensor de presión hidráulica (1) está atornillado fijamente en el acumulador de presión (2) y suministra a la unidad de control datos referentes a la presión actual en el sistema.</p>	<b>CA MB IO MA NU AL RO BO TI ZA DO</b>
	<p>El sensor de recorrido del embrague (3) se encuentra en el cojinete central de desembrague hidráulico. Determina la posición actual del embrague y envía una señal al sistema electrónico.</p>	
	<p>El sensor de número de revoluciones (4) del embrague está situado en el lado derecho del cambio. Este sensor pone a disposición de la unidad de control del cambio el número de revoluciones actual de la rueda loca de la marcha atrás.</p>	
	<p>El sensor de pasillo de marcha (5) está atornillado fijamente en el lado superior de la caja del cambio. Este sensor se encarga de determinar la posición del árbol de mando central en el cambio. Transmite los movimientos longitudinales y de giro como señal a la unidad de control del cambio.</p>	

## NSG

El cambio NSG (Mercedes-Benz) se trata de otro tipo de caja de velocidades robotizada, que a diferencia del ASM, basa su funcionamiento en una serie de actuadores electro hidráulicos gestionados por una unidad electro hidráulica de control. Con esta unidad de control se gestionan los acoples de sincronización y del embrague.

En el NSG están montados los siguientes sensores:

<b>Visualizador de marcha acoplada</b>	<b>Significado</b>
N	Posición neutra
El visualizador de marcha acoplada luce intermitentemente	La posición de la palanca de cambio no se corresponde con la posición del cambio
A	Modo automático
1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6	Marcha acoplada actualmente en modo manual
R	Marcha atrás
Sólo N / 1 / 2 / 3 / marcha atrás	Marcha de emergencia
F	Avería

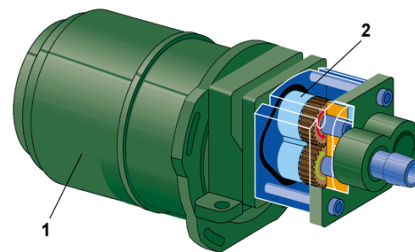
## Visualizador de marcha acoplada

El visualizador de marcha acoplada se encuentra en el cuadro de instrumentos.

**SISTEMA HIDRÁULICO:** Dispone de un circuito de aceite propio, con su depósito en la parte inferior, una tubería para el control del nivel y llenado, y una caperuza de ventilación conexas con el depósito.

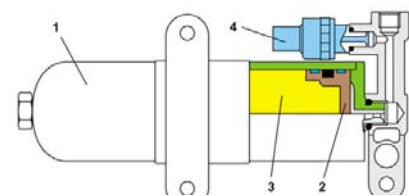
**BOMBA HIDRÁULICA:** Se encuentra en el lado izquierdo de la caja conjuntamente con el motor eléctrico. Proporciona la presión de trabajo necesaria para efectuar las operaciones de acoplamiento y procesos de cambios de marcha.

Si después de un cambio de marchas la presión baja de 35 bares, arranca el motor de la



bomba. Este se desconecta cuando la presión alcanza los 55 bares.

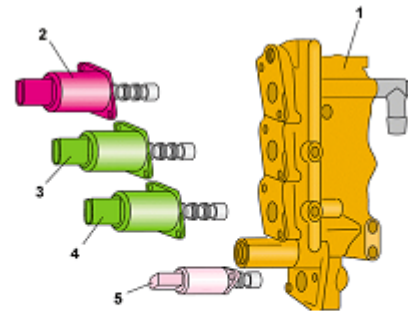
**ACUMULADOR HIDRÁULICO:** pone el aceite almacenado a disposición del sistema en caso de necesidad. El aceite es empujado contra un gas a presión a través de un embolo. Si la



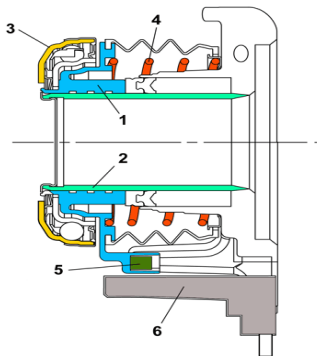
- (1) Acumulador de presión hidráulica  
 (2) Embolo  
 (3) Gas  
 (4) Sensor de presión

presión disminuye debido a procesos de cambio de marchas el gas vuelve a expandirse y el embolo retrocede. Lleva un sensor de presión.

**UNIDAD DE CONTROL HIDRÁULICO:** sirve de elemento de ajuste para accionar el embrague y el cambio. Se compone de un bloque de válvulas conectadas con la bomba hidráulica a través de una tubería de alimentación. Tiene cuatro electro válvulas. Una para el accionamiento del embrague, la otra para el freno del casquillo de selección y las otras 2 para el acoplamiento de las marchas.



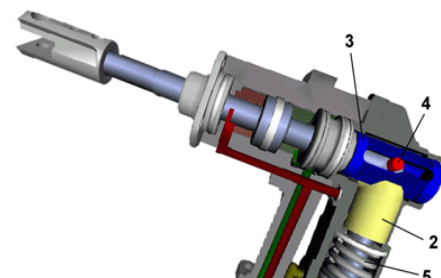
- (1) Bloque de válvulas con tuberías de conexión
- (2) Válvula electromagnética para el embrague
- (3) Válvula electromagnética de las marchas 1, 3, 5
- (4) Válvula electromagnética de las marchas R, 2, 4, 6
- (5) Válvula electromagnética para el freno con válvula de descarga



- (1) Embolo de presión
- (2) Casquillo
- (3) Anillo de presión
- (4) Resorte de carga previa
- (5) Imán permanente
- (6) Sensor de recorrido del embrague

**COJINETE DE DESEMBRAGUE:** es accionado hidráulicamente y se desplaza hacia delante en el casquillo. Dispone de un resorte de carga previa garantizando que el cojinete de presión este sometido siempre a una carga mínima cuando el sistema se encuentre sin presión de este modo se evitan ruidos causados por el cojinete.

**ACTUADOR DE MANDO:** conectado con el árbol de mando central. Se compone de un embolo al que se puede aplicar presión desde ambos lados a través de una válvula electromagnética.



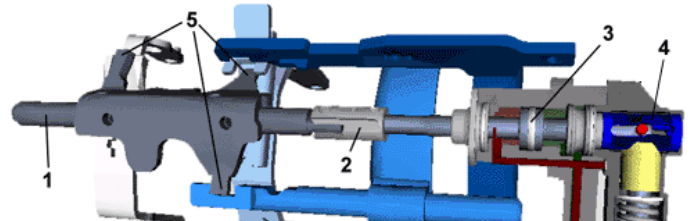
- (1) Biela freno
- (2) Freno
- (3) Casquillo de selección con guía de colisa
- (4) Perno guía
- (5) Resorte recuperador
- (6) Actuador de mando

Así el árbol de mando central puede desplazarse en ambas direcciones para iniciar un cambio de marcha.

El freno y el casquillo de selección son accionados por una biela y una pastilla produciéndose un guiado forzoso.

### MECANISMO DE SELECCIÓN:

El deseo de cambio de marcha del conductor, es transmitido a la unidad electrónica a través de la palanca de cambio, y esta activa el sistema hidráulico que inicia el cambio de marcha. El cambio de pasillo y acoplamiento se activan por vía hidráulica.



- (1) Árbol de mando central
- (2) Pieza de acoplamiento
- (3) Actuador de mando
- (4) Casquillo de selección con guía de colisa
- (5) Dedo de mando
- (6) Horquillas de mando

El actuador de mando está conectado fijamente con el árbol de mando central. El casquillo de selección se apoya de forma suelta en el árbol de mando central, y se guía a través de una guía de colisa en un perno guía.

En un acoplamiento de marcha con cambio de pasillo, un freno evita que el casquillo de selección gire. El perno sigue a la guía de colisa, girando el árbol de mando central.

Debido al giro, los dedos del árbol de mando central se desplazan al pasillo seleccionado en cada caso. Por el contrario, en un acoplamiento de marcha sin cambio de pasillo, no se acciona el freno del casquillo de selección. De este modo, el árbol de mando central no gira, sino que realiza un movimiento longitudinal, arrastrando la horquilla de mando e iniciando el cambio de marcha a través de una corona desplazable.

**PROCESO DE CAMBIO:** En las cuatro válvulas electromagnéticas es aplicada una presión de alimentación generada por el acumulador y la bomba de aceite. Con la primera marcha engranada, el actuador de mando se encuentra en la posición final derecha. La biela

del actuador de mando y el perno guía del casquillo de selección se encuentran en la posición de acoplamiento para la primera marcha.

Cuando el conductor cambia de marcha, la unidad de control activa la válvula electromagnética para el embrague. Inmediatamente después de abrirse el embrague se aplica corriente a la válvula electromagnética para el actuador de mando. De este modo se suministra presión de trabajo a la cámara de presión trasera del actuador de mando. La biela se mueve hacia delante, a la posición de acoplamiento de la segunda marcha.

Puesto que la cámara de presión en el freno está sin presión, esta no se acciona, y el casquillo se puede mover libremente, por ello no se produce el guiado forzoso en el perno de la colisa de guía cuando la biela se desplaza hacia delante. Después la válvula electromagnética deja de ser activada y el actuador de mando vuelve a estar sin presión. El aceite hidráulico vuelve al depósito. En cuanto esté acoplada la marcha, la válvula electromagnética del embrague se activa intermitentemente para cerrar el embrague con suavidad. Este proceso continua hasta que coincidan los números de revoluciones del motor y del embrague. A continuación se reduce la presión en el cojinete central de desembrague y el embrague se cierra por completo.

Cuando el conductor cambia de segunda a tercera, se aplica corriente y se acciona el cojinete de embrague, y cuando este termina, se activa la válvula electromagnética para el freno. Esta genera presión en la cámara de presión del freno que empuja la pastilla de freno contra el casquillo de selección.

Se activa la válvula electromagnética para el actuador de mando, este genera presión en la cámara de presión delantera del actuador, moviendo la biela del cambio hacia atrás. Al desplazarse la biela se produce el guiado forzoso del émbolo por la guía de colisa.

La biela se gira en un pasillo de mando y se acopla la tercera marcha. A continuación se elimina la presión de las válvulas electromagnéticas del freno y del actuador de mando. Un



resorte recuperador hace que el émbolo del freno vuelva a su posición inicial, separándose la pastilla del freno del casquillo de selección.

Finalmente se vuelve a acoplar la marcha, eliminándose la presión de la cámara de presión del cojinete central de desembrague.

La válvula electromagnética del freno cuenta con una válvula de descarga, así que el sistema hidráulico se protege contra presiones demasiado elevadas. Esto se consigue gracias a una conexión adicional de la válvula electromagnética a la tubería de alimentación hidráulica. La bomba de aceite y el acumulador suministran conjuntamente la presión de alimentación necesaria. Si la presión sobrepasa un valor límite, se desconecta la bomba hidráulica, pero si la bomba continua funcionando a causa de un defecto, la sobrepresión actuaría primero sobre el resorte de la válvula electromagnética, y la empuja hasta que se alcance la presión de sobrepresión, de esta manera se produce un cortocircuito hidráulico que reduce la presión repentinamente. Después la válvula electromagnética vuelve a su posición básica. Este proceso se repite constantemente, evitando así que se produzcan daños en el sistema hidráulico.

## **ESTRATEGIAS DE CONTROL DE LOS CAMBIOS ROBOTIZADOS**

**Permiso para arrancar el motor:** El arranque del motor es posible cuando el módulo del motor recibe una señal del módulo de la caja a través del bus de datos CAN.

Para ello se deben cumplir estos requisitos:

- Caja de cambios en punto muerto
- Palanca selectora en punto muerto

-Pedal de freno pisado

**Adaptación del momento de embragado inicial:** El módulo de la caja de cambios necesita la información del momento en el que entran en contacto el plato de presión y el disco de embrague transmitiendo un par bajo ( 4 Nm aprox.) para poder acoplar el embrague siempre de forma óptima sin tirones ni patinaje excesivo.

Se guarda el momento de embragado inicial en la memoria permanente.

El módulo comprueba el embragado y lo adapta en cada caso, así se adaptan continua y óptimamente las tolerancias en el accionamiento.

**Avance ultralento:** La calidad de avance ultralento depende en gran medida de un régimen de ralentí regular. Este se interrumpe si el par no es suficiente para desplazar el vehículo o si la señal del módulo del motor no es lo suficientemente precisa. En todo caso se evita siempre que se cale el motor.

**Protección antisobrecalentamiento del embrague:** Para evitar el sobrecalentamiento del embrague, es necesario calcular su temperatura. El módulo de control es capaz a través de la temperatura del embrague de registrar anomalías, proporcionar avisos y modificar la estrategia de control en caso de temperaturas demasiado altas. Para ello no se utiliza un sensor de temperatura, sino que es calculada por el módulo de control utilizando las siguientes entradas:

- Temperatura ambiente
- Tipo de funcionamiento desde el arranque del motor
- Índice de patinado del embrague
- Par transmitido

Si el conductor intenta mantener el vehículo con el embrague (como por ejemplo en una pendiente) se corre el riesgo de sobrecalentamiento. El control de la caja de cambios provoca voluntariamente que el embrague de tirones variando el par transmitido por el embrague. De esta forma se avisa al conductor de que el embrague se va a sobrecalentar. El conductor deberá soltar el acelerador o pisarlo más (embragado total).

**Descensos:** Cuando el control de la caja de cambios determina que se está descendiendo se impide el cambio a una marcha más larga por debajo de un régimen determinado para aprovechar mejor el freno motor.

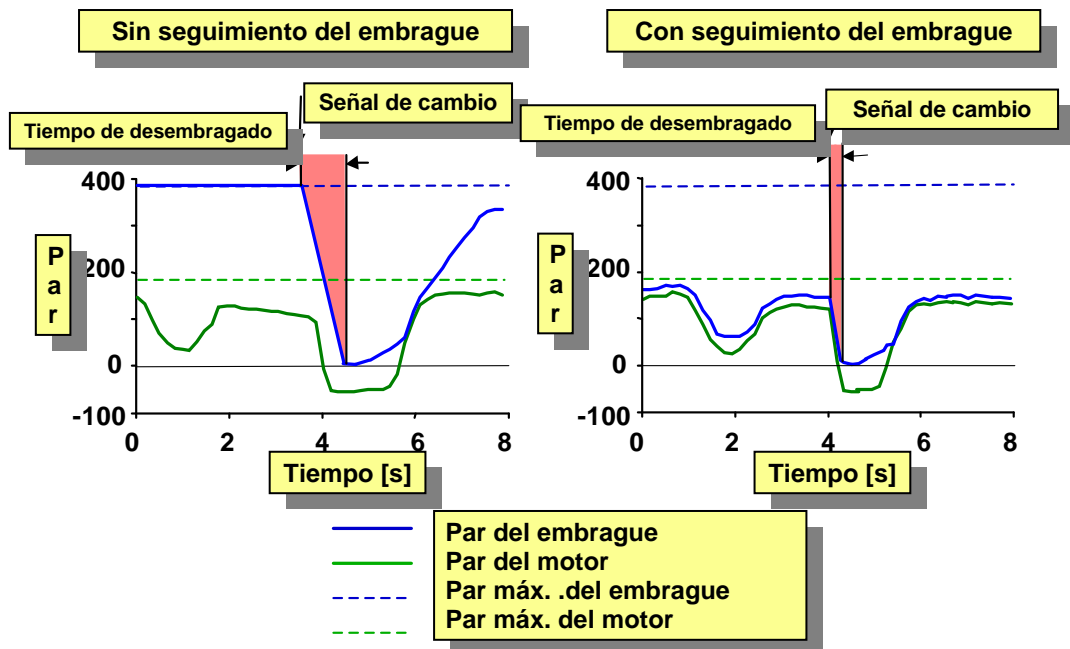
**Reconocimiento de curvas:** El control de la caja de cambios reconoce cuando hay curvas comparando las señales de los sensores de las ruedas no motrices. Según la diferencia de régimen identificado se impide cambiar a una marcha más larga al circular en curvas para impedir cambios de carga.

**Marcha atrás:** Por motivos de seguridad no se engrana la marcha atrás al colocar la palanca selectora en la posición "R" involuntariamente.

La marcha atrás solo se engrana en estas condiciones:

- Palanca selectora en R
- Velocidad del vehículo inferior a 2 km/h
- Con retraso para garantizar que las diferencias de régimen no sean demasiado altas
- Pedal de freno pisados

## SEGUIMIENTO DEL PAR TRANSMITIDO



El embrague se acciona según los requisitos del par motor transmitido en ese momento.

En este sistema de seguimiento de embrague, el tiempo de desembragado es menor, ya que se va ajustando al par del motor, aunque siempre transmitiendo un par mayor para que el embrague no llegue a patinar.

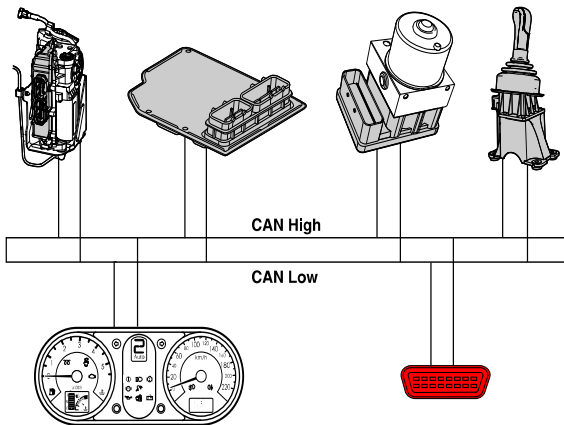
También absorbe posibles picos de par motor, puede patinar brevemente.

Se absorben los tirones de la cadena cinemática, con lo cual se aumenta el nivel de confort de conducción del vehículo.

## TRANSMISIÓN DE LAS SEÑALES A TRAVÉS DEL BUS DE DATOS

### CAN

### COMPONENTES



- Módulo de control caja de cambios
- Módulo de control motor
- Módulo de control ABS
- Palanca Selectora electrónica
- Cuadro de instrumentos
- Toma de diagnóstico

**Permiso para arrancar el motor:** el módulo de control del motor recibe del módulo de la caja de cambios el permiso para arrancar el motor cuando la caja y la palanca selectora están en punto muerto, y además se está pisando el freno

**Régimen del motor:** El régimen del motor es captado por el sensor de posición del cigüeñal, y transmitida al módulo del motor, donde se transmite por el bus de datos CAN al módulo de control de la caja de cambios.

El módulo de control de la caja utiliza esta señal para:

- Embragar y desembragar
- Adaptar el momento de embragado inicial
- El seguimiento del par transmitido
- La función de avance ultralento
- Protección de sobrecalentamiento del embrague
- Determinar la marcha final

**Carga del motor:** El módulo del motor determina una señal de carga, la cual transmite al módulo de control del cambio a través del bus de datos CAN, y este determina esta señal para las siguientes funciones:

- Determinar los puntos de cambios de marchas

- El seguimiento del par transmitido
- La función de avance ultralento
- La protección antisobrecalentamiento del embrague
- Reconocimiento de descenso
- Reconocimiento de la resistencia a la marcha

**Señal para reducir y aumentar el régimen del motor:** Antes de desembragar, el modulo de control de la caja de cambios manda al módulo del motor una señal para reducir el par. Después de que el modulo de control ha reducido el régimen del motor, el modulo de la caja de cambios desembraga, saca la marcha engranada, engrana la marcha nueva y embraga.

Finalmente el modulo de la caja de cambios, le manda al modulo del motor una señal para aumentar el par motor.

**Señal de velocidad de las ruedas:** los sensores de rueda del ABS mandan información relativa a la velocidad de cada rueda, al modulo de control del ABS.

Esta información es mandada a través del bus de datos CAN al modulo de control de la caja de cambios, y este utiliza esta información para:

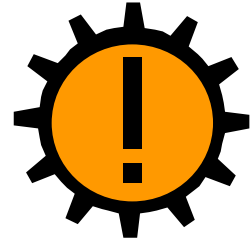
- Determinar la velocidad del vehiculo
- Determinar la aceleración del vehiculo
- Reconocimiento de curvas

**Indicador de la marcha:** El modulo de la caja de cambios manda información sobre la marcha engranada y el modo de conducción (automático o manual) al cuadro de instrumentos, y este le indica al conductor la marcha y el modo.

Si el indicador parpadea con el vehículo parado, quiere decir que la marcha seleccionada todavía no ha sido engranada ya que no se cumplen los requisitos para realizar el cambio.

Si el indicador parpadea y suena una señal de aviso, le dice al conductor que la función de avance ultralento esta activada con la puerta del conductor abierta.

Si durante la conducción parpadea el indicador de marcha y se ilumina el testigo del conjunto motor/caja quiere decir que hay un fallo en el control del cambio.



Si durante la conducción se indica “- -“ y se enciende el testigo de motor/caja, es que hay un fallo de comunicación con el módulo del cambio.

## CONCLUSIÓN

Como todo el mundo sabe, las nuevas tecnologías han dado un paso muy grande en los últimos años, y poco a poco irán progresando hasta el punto de que en un futuro próximo tendremos maquinarias que ahora somos incapaces de imaginar. En el área de automoción, las cajas de cambios robotizadas son un claro ejemplo de ello.

Hoy en día, gracias a la electrónica, las tecnologías se han modernizado en todos los aspectos, y especialmente para nosotros, en estas cajas de cambios, ya que se ha conseguido el cambio de una velocidad a otra de forma robotizada.

Ya no estamos hablando de una caja automática, en la cual las marchas van cambiando por ellas mismas según la marcha y las condiciones del vehículo, y tampoco de una secuencial, en la que el conductor efectúa los cambios prácticamente de la forma tradicional pero sin la necesidad de pisar el pedal del embrague. Lo que ahora tenemos, es una caja de cambios capaz de efectuar el acoplamiento y desacoplamiento del embrague, y efectuar los cambios de

sincronización totalmente de forma electrónica y robotizada. Únicamente tenemos que dar un leve empujoncito a la palanca del cambio o a las levas del volante, aunque si lo deseamos, podemos optar a una conducción más confortable y segura con el modo automático.

Como ya hemos visto, existen diferentes tipos de cajas de cambios robotizadas, existiendo más tipos, pero de funcionamientos similares.

Nosotros hemos expuesto dos tipos de cajas de cambios, que aunque desempeñen las mismas características en su conducción, su funcionamiento interno es diferente.

En ningún momento hemos querido dar a entender que una es peor que la otra, simplemente son dos formas diferentes de realizar un cambio totalmente robotizado en una caja de cambios.

Ambas cajas han sido diseñadas para la función que desempeñan, y es satisfacer las necesidades del conductor más exigente, y aunque sus diversas diferencias de funcionamiento las hacen distintas, sus características en carretera son equiparables.

De las únicas diferencias que hablamos, son de sus dos funciones principales, la de realizar la sincronización y el desembragado robotizadamente.

Hemos visto que una realiza dichas funciones de forma eléctrica, a través de unos motores similares a los del limpiaparabrisas controlados electrónicamente. La otra las realiza de forma hidráulica a través de electroválvulas gestionadas también electrónicamente.

Dentro de esta tecnología, las cajas de cambios robotizadas, dan a nuestra conducción un confort y una seguridad que no se puede comparar con la de los antiguos cambios, y aunque la electrónica a veces y para algunos sea una desventaja o un problema a la hora de efectuar una reparación, estas cajas permiten diversas formas de evitar obstáculos, salir de ellos o impedirte la marcha si algo no funciona correctamente. Nos referimos a ello con algunos ejemplos. Estas cajas permiten el cambio de marcha rápidamente hacia delante o hacia atrás desactivándose inteligentemente el bloqueo electrónico, y así poder escapar de algún badén arcilloso o nevado.



Sin ninguna duda estos cambios superan aventajadamente a los antiguos.

Con esta pequeña presentación hemos pretendido dar a conocer las cajas de cambios robotizadas, y gracias a ello, las hemos aprendido y observado internamente, tanto sus componentes mecánicos como electrónicos.

Extrayendo información de diferentes estudios que hemos realizado, hemos intentado dar a conocer de la mejor forma que nos ha sido posible estos cambios. Igualmente para nosotros, ha sido de gran utilidad y una forma de superarnos en nuestros conocimientos sobre automoción, y que probablemente algún día en nuestro futuro profesional será útil en el momento de efectuar una reparación en alguna de ellas.

Para finalizar quisiéramos dar nuestro agradecimiento a Ford España y a Mercedes Benz Comercial Valencia, S.L. ya que nos ha facilitado la información técnica que hemos necesitado para realizar este trabajo, y en especial a nuestro profesor y tutor Rafa, que ha sido de gran ayuda y nos ha echado una mano en todo lo que ha sido necesario.