



:: Home ::

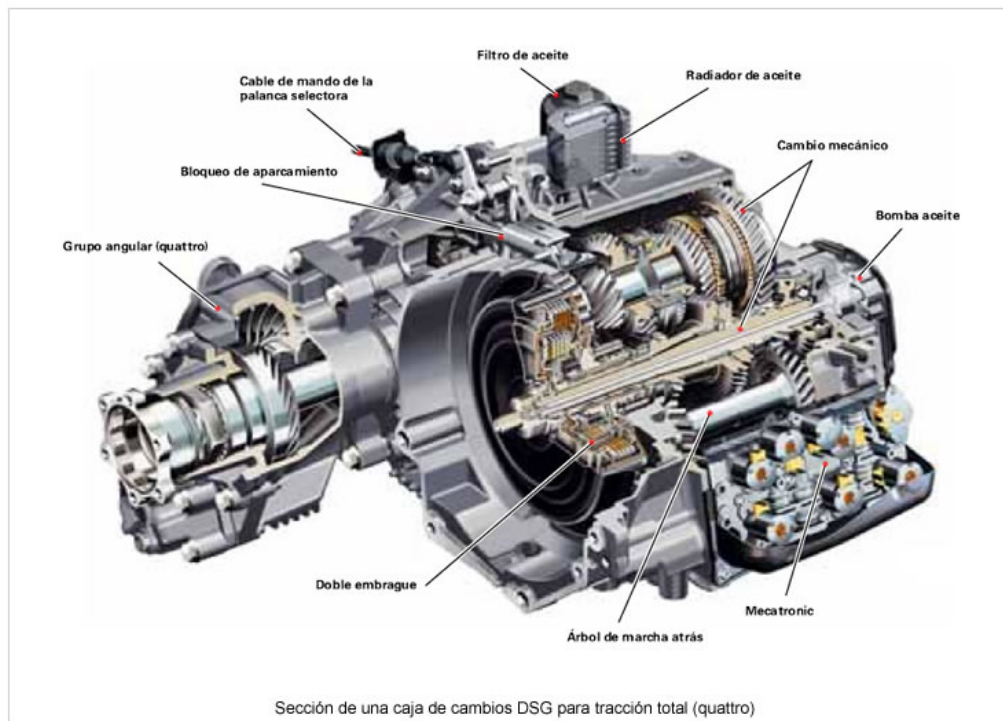
Cajas de cambio

[Índice del curso](#)

Caja de Cambios D.S.G. (Direct Shift Gearbox)

El fabricante Volkswagen dio un paso importante 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 simbiosis 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.

Con el DSG, Volkswagen es el primer fabricante mundial 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 serie. Volkswagen encontró la solución; sumados a una serie de nuevos componentes hidráulicos, se desarrolló la compleja unidad de control mecánico-electrónica (Mechatronic), que ha hecho posible la utilización del DSG en algunos modelos como el VW Golf o Touran.



Una característica significativa que diferencia al DSG de las cajas automáticas convencionales es que el nuevo sistema no utiliza el convertidor de par. La nueva caja tampoco es un desarrollo realizado a partir de una caja de cambios manual automatizada, como la utilizadas en algunos modelos como el VW Lupo 3L TDI. Los ingenieros de Volkswagen emprendieron un nuevo camino tecnológico armonizando el dinamismo de una caja manual con la facilidad de utilización de una caja automática convencional.

La caja DSG tiene ventajas apreciables en términos de prestaciones y ahorro de combustible. Con idéntica aceleración y velocidad punta, cambia con la misma suavidad que la caja automática y, adicionalmente, se pueden cambiar las marchas manualmente a través de la función Tiptronic. El cambio se realiza de forma más rápida y directa de lo que era posible hasta ahora con cualquier tipo de caja, manual o automática. Los tiempos de aceleración son menores que los obtenidos con la caja de cambios 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 (K1) mueve las marchas impares, más la marcha atrás, y el embrague 2 (K2) las pares. Por lo tanto, a todos los efectos, debe hablarse de dos cajas de cambio paralelas. 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 marcha, 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.

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)
- Mechatronic – 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 1ª y 3ª marchas o solamente en 2ª marcha.

**Datos técnicos:**

Designación	DSG 02E (cambio automático DSG)
Embrague	dos embragues multidisco en húmedo
Par máximo	350 Nm (según la motorización)
Marchas implementadas	seis marchas adelante y una marcha atrás (todas sincronizadas)
Modos operativos	automático y Tiptronic
Capacidad de aceite	7,2 l; especificación aceite DSG G052 182
Peso aprox.	aprox. 94 kg para tracción delantera; 109 kg para tracción 4motion

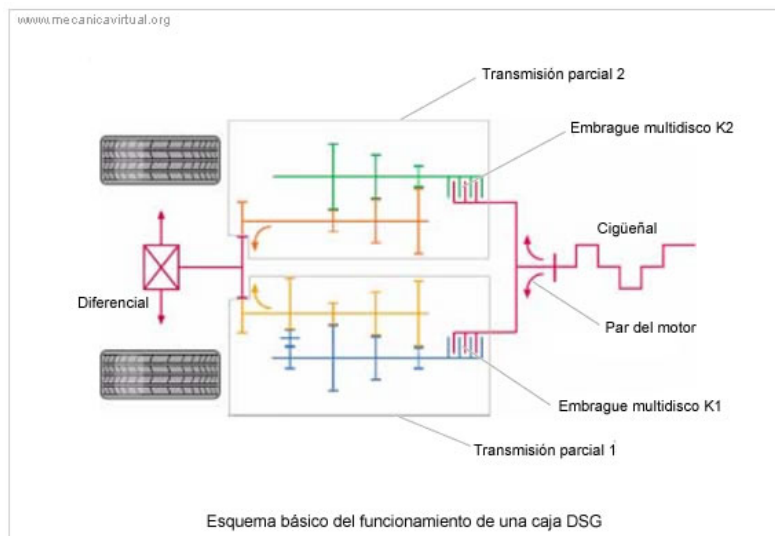
Principio conceptual

El cambio automático DSG consta, en esencia, de dos transmisiones parciales independientes. Cada transmisión parcial está estructurada como si fuera un cambio manual, en lo que respecta a su funcionamiento. Cada transmisión parcial tiene asignado un embrague multidisco. Ambos embragues multidisco trabajan en aceite del propio cambio DSG. El sistema Mecatronic se encarga de abrir y cerrar los embragues de forma regulada, en función de la marcha que se ha de conectar.

Con el embrague multidisco K1 se conecta el flujo de fuerza de las marchas 1ª, 3ª, 5ª y de la marcha atrás (M.A). El arrastre de fuerza de las marchas 2ª, 4ª y 6ª se conecta por medio del embrague multidisco K2.

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.

Cada marcha tiene asignada una unidad convencional de sincronización y mando equivalente a la de un cambio manual.

**Entrada de par**

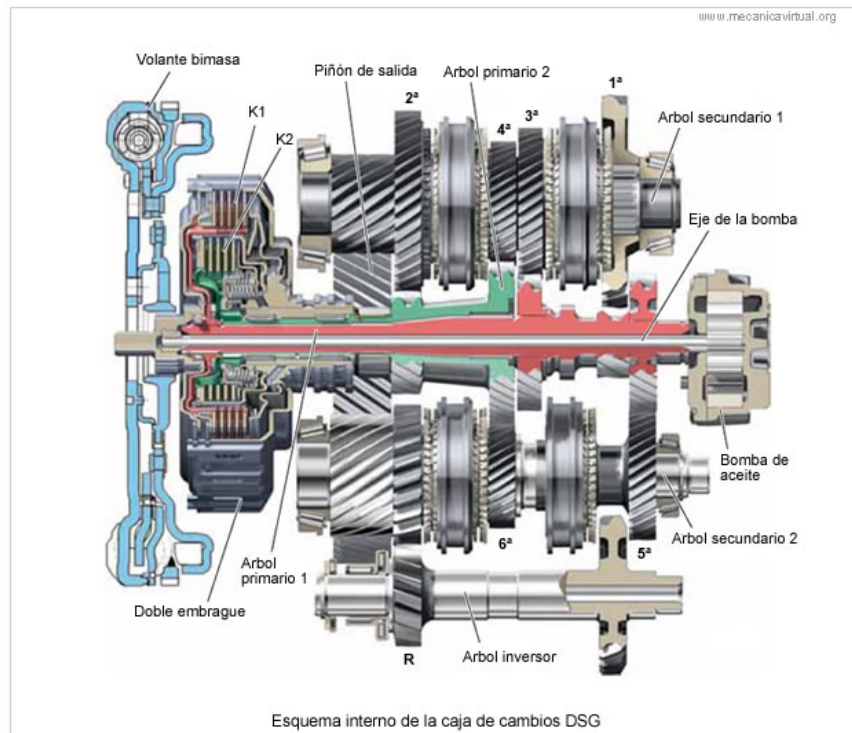
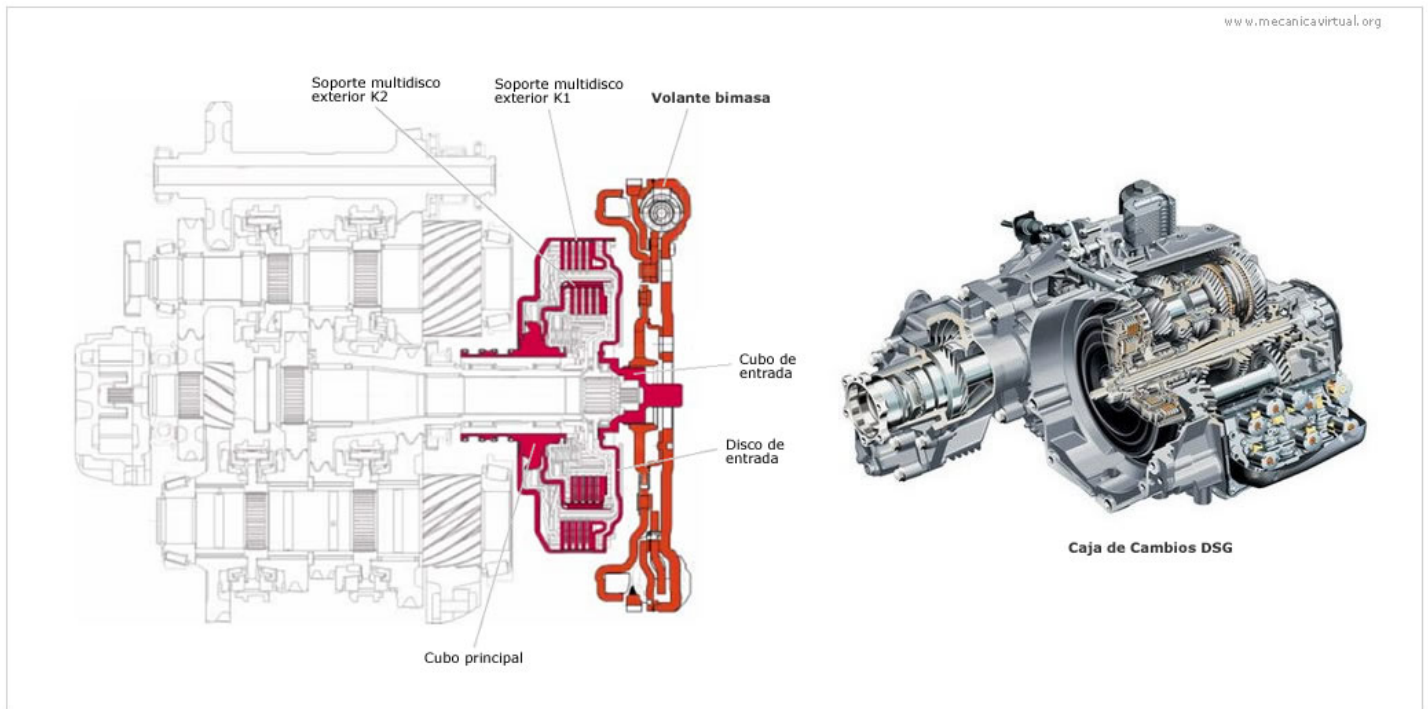
El par del motor es transmitido a través de un volante de inercia bimasa mediante un estriado hacia el cubo de entrada del doble embrague. Éste se encuentra comunicado con el cubo principal del embrague multidisco K1 a través de su soporte multidisco exterior. El soporte multidisco exterior del embrague K2 también se encuentra comunicado en arrastre de fuerza con el cubo principal.

A partir del doble embrague el par es transmitido, según la marcha que se encuentre en acción, ya sea hacia el árbol primario 1 o hacia el 2, y desde allí pasa al correspondiente árbol secundario (1 ó 2).

La implantación coaxial de los árboles primarios y el reparto mixto de las marchas pares e impares en ambos árboles secundarios posibilita una construcción muy compacta y una minimización del peso.

Los dos árboles secundarios transmiten, con diferente relación de transmisión, el par de fuerza hacia el piñón cilíndrico del grupo final y de allí hacia el diferencial, así como, en

las versiones quattro, hacia la pareja de engranajes cónicos y de ahí a las ruedas traseras.



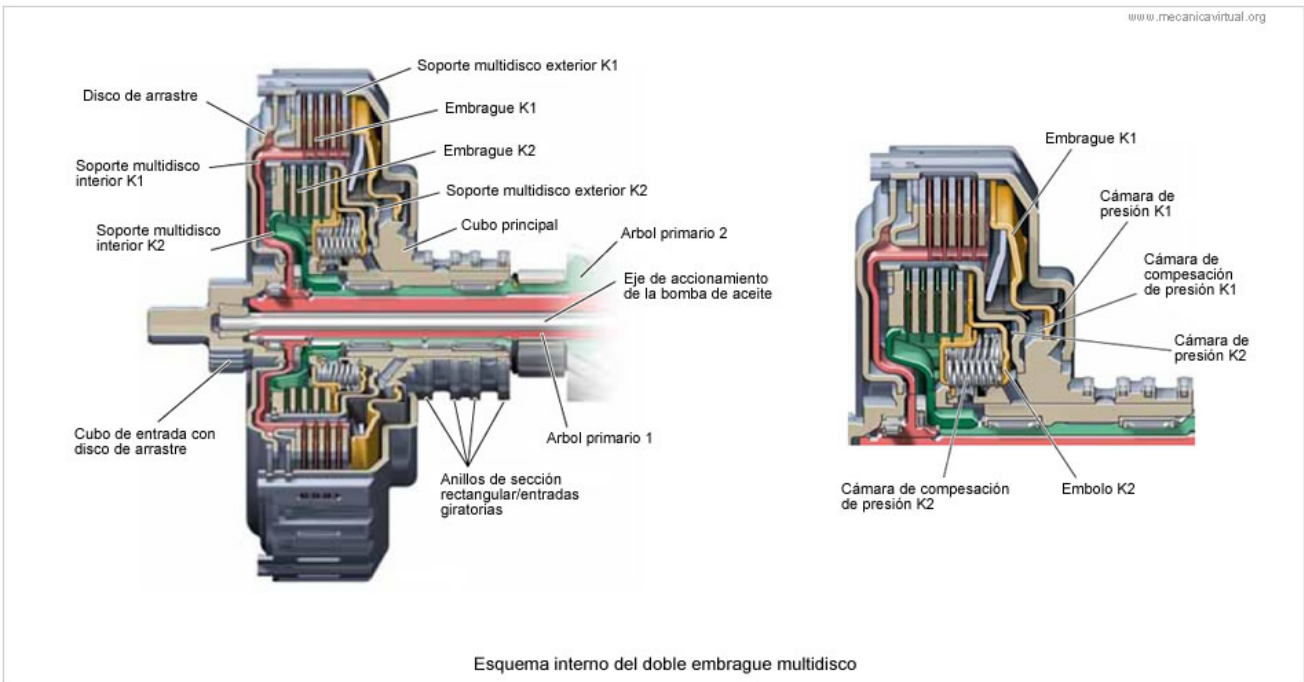
Embragues multidisco

El par del motor pasa a través de un estriado en el volante de inercia bimasa hacia el cubo de entrada del doble embrague. El cubo de entrada va soldado con el disco de arrastre. El disco de arrastre es solidario con el portadiscos exteriores K1 e inscribe así el par del motor en el doble embrague.

El portadiscos exteriores K1 y el portadiscos exteriores K2 van soldados ambos con el cubo principal, en virtud de lo cual siempre se encuentran en arrastre de fuerza.

El par del motor entra en ambos embragues a través del portadiscos exteriores que corresponde y se transmite hacia el portadiscos interiores del embrague que tiene arrastre de fuerza.

El portadiscos interiores K1 es solidario con el árbol primario 1 y el portadiscos interiores K2 es solidario con el árbol primario 2.



Debido a que el embrague K1 se utiliza como embrague para la fase de arrancada en 1ª marcha y en marcha atrás, está sometido a solicitaciones más intensas que el embrague K2. Por ese motivo se ha previsto el diseño del doble embrague de modo que el embrague K1 sea el exterior. Esto permite darle un diámetro mayor y ponerlo en condiciones de transmitir un par y una potencia de mayor intensidad. De esa forma se cumplen las exigencias planteadas.

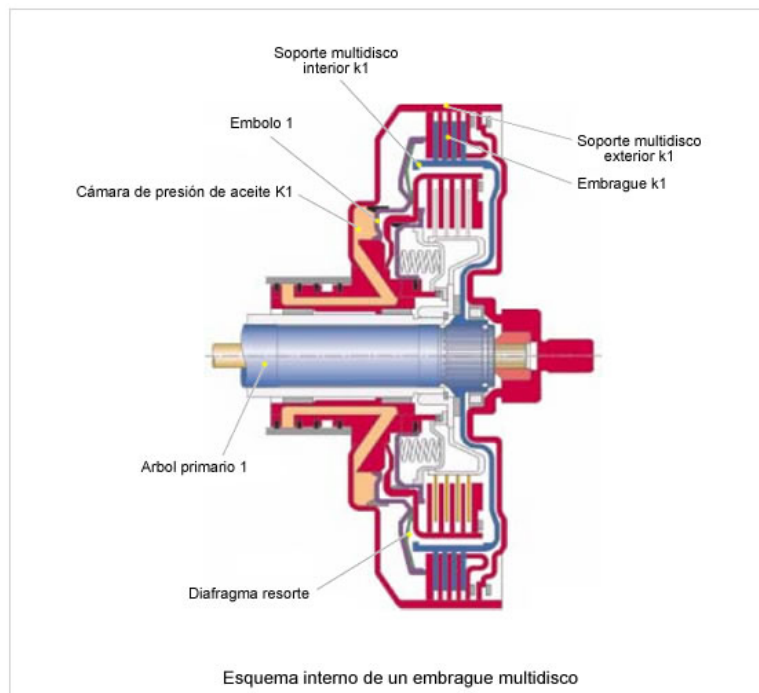
Características del doble embrague:

- Par máx. 350 Nm
- Presión de apriete máx. 10 bares
- Potencia de fricción máx. 70 kW
- Caudal del aceite de refrigeración máx. 20 l/min

Embrague multidisco K1

El embrague K1 es una versión multidisco que constituye el embrague exterior y transmite el par sobre el árbol primario 1 para establecer el arrastre de fuerza de las marchas 1ª, 3ª, 5ª y marcha atrás.

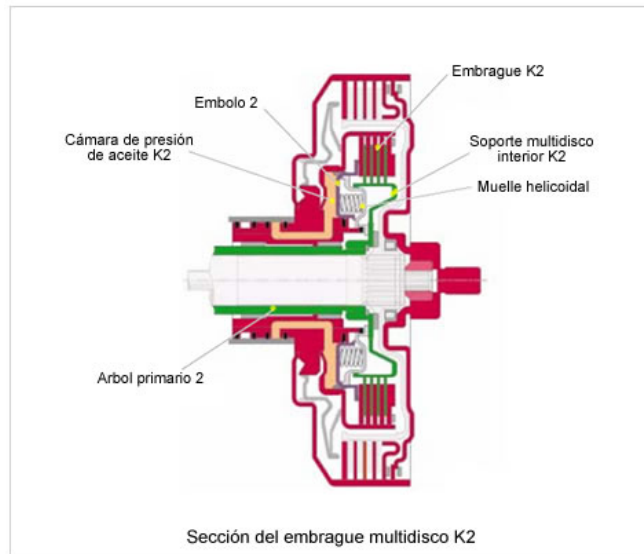
Para cerrar el embrague se aplica aceite a presión a la cámara correspondiente en el embrague K1. Debido a ello, el émbolo 1 se desplaza y comprime el conjunto multidisco del embrague K1. El par se transmite a través del conjunto multidisco del soporte interior hacia el árbol primario 1. Al abrir el embrague, el diafragma resorte oprime de nuevo el émbolo 1 a su posición inicial.



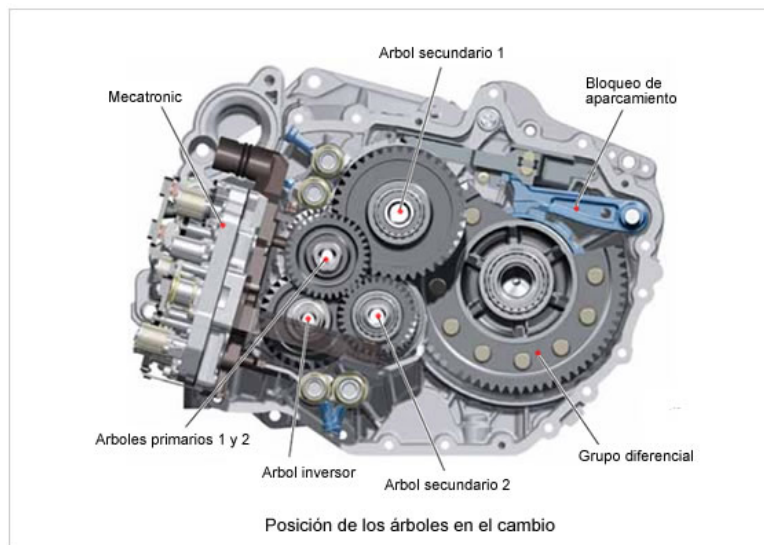
Embrague multidisco K2

El embrague K2 es una versión multidisco que viene a ser el embrague interior, destinado a transmitir el par sobre el árbol primario 2 para las marchas 2ª, 4ª y 6ª.

Para cerrar el embrague se aplica aceite a presión a la cámara K2. El émbolo K2 establece a raíz de ello el flujo de la fuerza a través del conjunto multidisco hacia el árbol primario 2. Los muelles helicoidales oprimen el émbolo 2 de nuevo a su posición inicial al abrir el embrague.

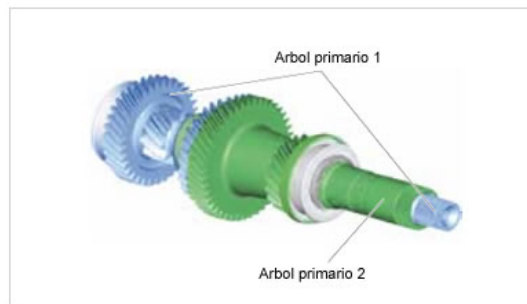


Los **árboles** en la caja DSG se distribuyen de la siguiente forma:



Árboles primarios

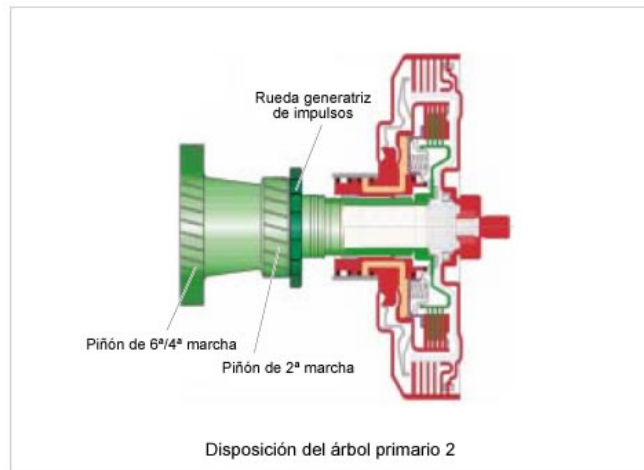
El par del motor se transmite desde los embragues multidisco K1 y K2 hacia los árboles primarios.



- **El árbol primario 2**

El árbol primario 2 se representa ante el árbol primario 1, debido a la posición que ocupa en el cambio. El árbol primario 2 es una versión ahuecada y unida por medio de estrías con el embrague multidisco K2. Este árbol aloja los piñones con dentado helicoidal para las marchas 6ª, 4ª y 2ª. Se emplea un piñón compartido para las marchas 6ª y 4ª.

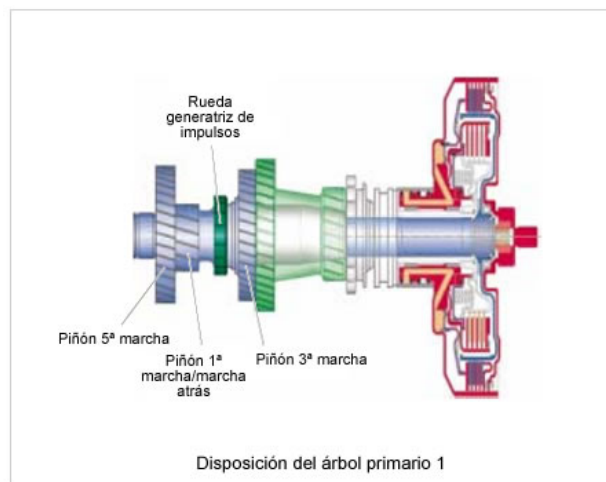
Para detectar el régimen de revoluciones de este árbol primario hay una rueda generatriz de impulsos al lado del piñón de 2ª marcha, para excitar el sensor de régimen del árbol primario 2 G502.



- El árbol primario 1

Este árbol discurre a través del árbol primario ahuecado 2. Es solidario del embrague multidisco K1 a través de sus estrías. Aloja los piñones con dentado helicoidal para la 5ª marcha, el piñón compartido para 1ª marcha/marcha atrás y el piñón de 3ª marcha.

Para detectar el régimen de revoluciones de este árbol primario hay entre el piñón de 1ª/3ª marcha atrás y el piñón de 3ª marcha una rueda generatriz de impulsos para excitar el sensor de régimen del árbol primario 1 G501.



Árboles secundarios

Tal y como el cambio DSG monta dos árboles primarios, también son dos los árboles secundarios que incorpora.

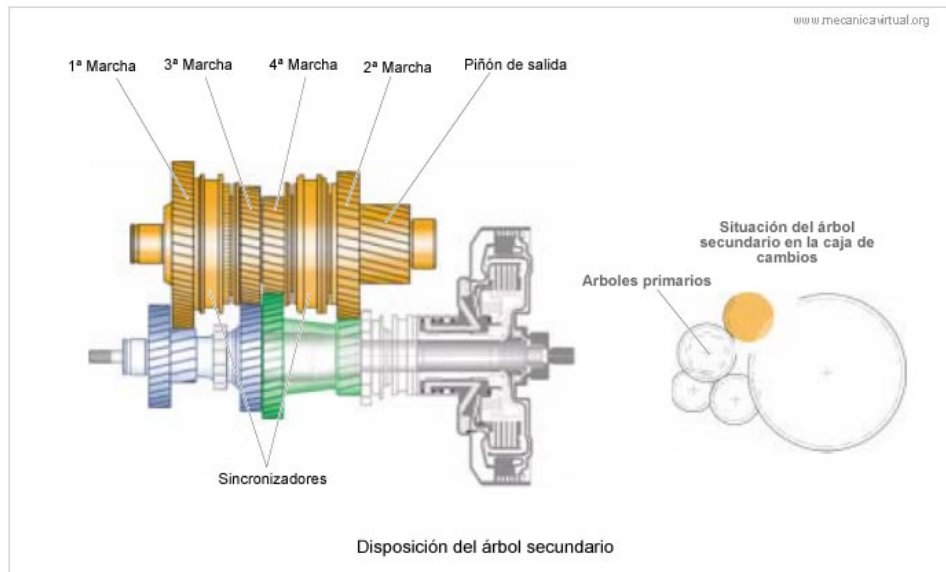
Debido al uso compartido de los piñones para 1ª marcha y marcha atrás, así como para 4ª y 6ª marchas en los árboles primarios se ha podido optimizar la longitud de la construcción del cambio.

El árbol secundario 1

Este árbol aloja:

- los piñones móviles de 1ª, 2ª y 3ª marchas con sincronización triple,
- el piñón móvil de 4ª marcha con sincronización simple y
- el piñón de salida para el ataque al grupo diferencial.

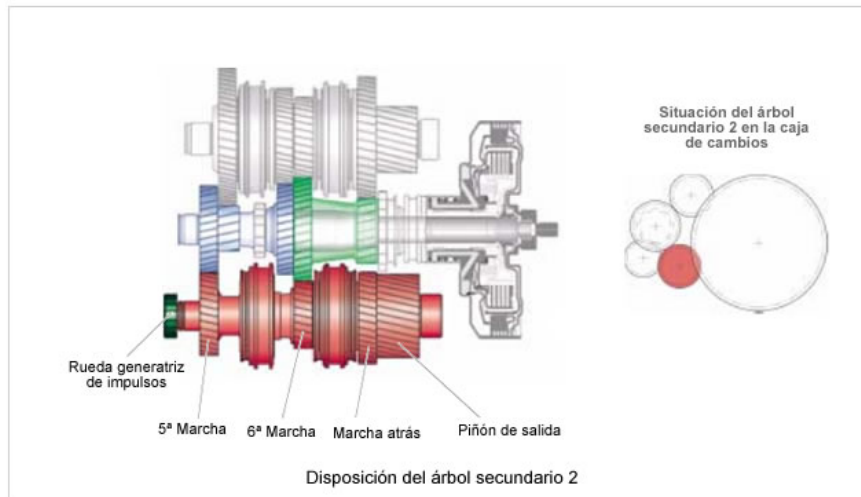
El árbol secundario engrana en el piñón para el grupo final del diferencial.



El árbol secundario 2

Este árbol aloja:

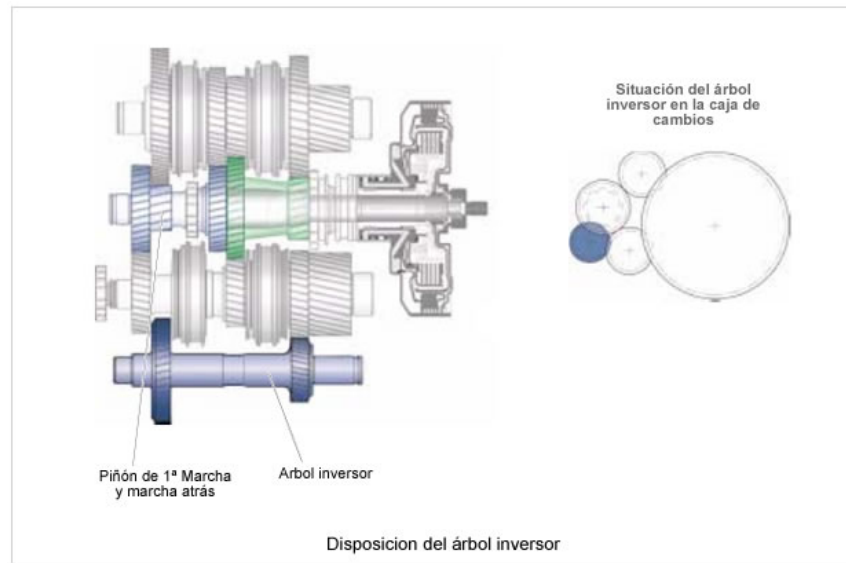
- una rueda generatriz de impulsos para el régimen de salida del cambio
- los piñones móviles de 5ª y 6ª marchas y el piñón de marcha atrás, así como
- el piñón de salida para el ataque al grupo diferencial.



Ambos árboles secundarios transmiten el par a través de su piñón de salida hacia el diferencial.

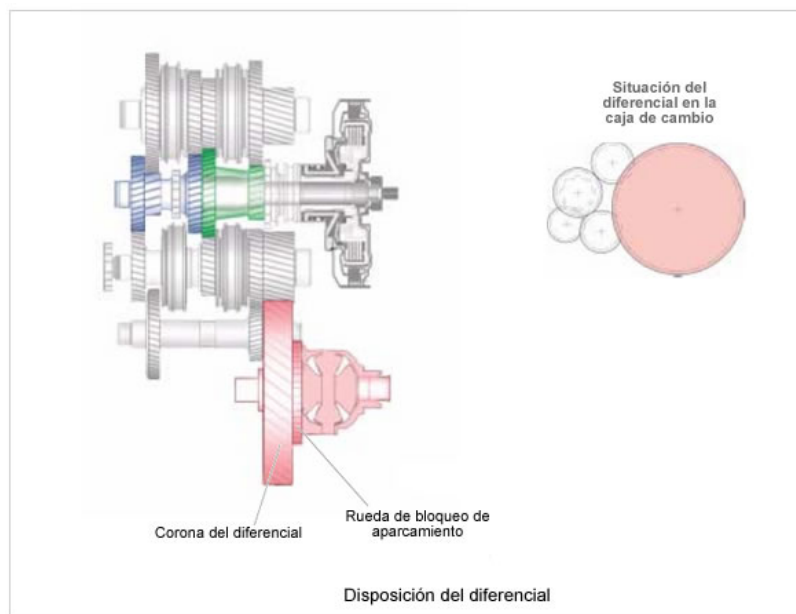
Árbol inversor

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. Engrana con el piñón compartido para 1ª marcha y marcha atrás en el árbol secundario 1 y con el piñón móvil para marcha atrás en el árbol secundario 2.



Diferencial

Ambos árboles secundarios transmiten el par a la corona del diferencial. Este transmite el par hacia las ruedas a través de los palieres. La rueda de bloqueo de aparcamiento va integrada en el diferencial.



Bloqueo de aparcamiento

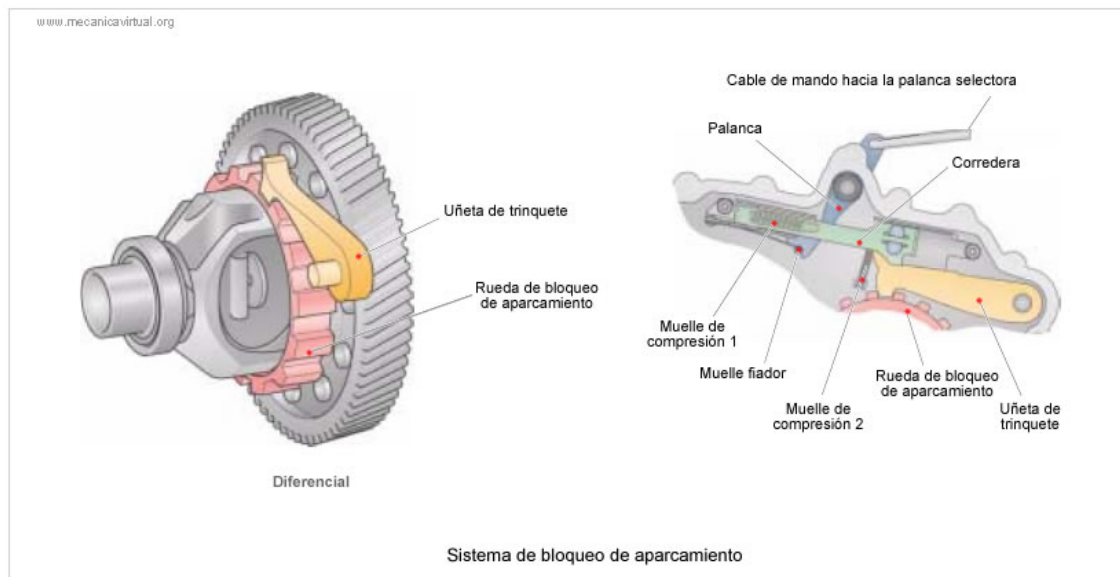
Para poder estacionar el vehículo de forma segura y de modo que no pueda rodar involuntariamente al no estar puesto el freno de mano, se integra en el diferencial un bloqueo de aparcamiento.

Así funciona:

Llevando la palanca selectora a la posición «P» se aplica el "bloqueo de aparcamiento". La uñeta de trinquete incide en los dientes de la rueda de bloqueo de aparcamiento. El muelle fijador encastra en la palanca e inmoviliza la uñeta de trinquete en esa posición. Si la uñeta coincide con un diente de la rueda de bloqueo se tensa el muelle de compresión 1.

Si el vehículo se mueve, la uñeta de trinquete ingresa en el hueco entre dientes de la rueda de bloqueo de aparcamiento, empujada al relajarse el muelle de compresión 1.

La uñeta del trinquete se aplica de forma netamente mecánica, por medio de un cable de mando instalado entre la palanca selectora y la palanca para bloqueo de aparcamiento en el cambio. El cable de mando se utiliza exclusivamente para el bloqueo de aparcamiento.



Sincronización

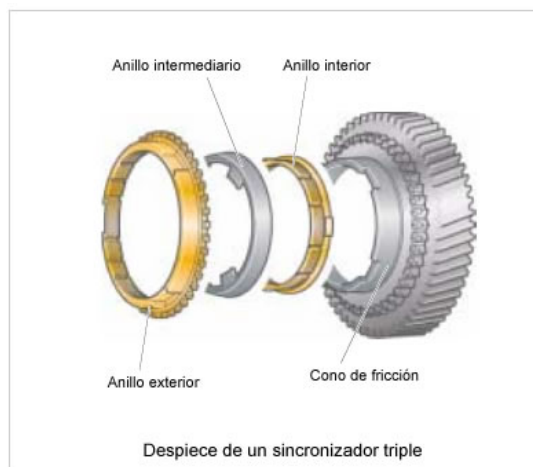
Para engranar una marcha es preciso desplazar el sincronizador sobre el dentado de mando del piñón móvil. La función de los sincronizadores consiste en unir los piñones a engranar con el árbol de transmisión (árbol secundario).

La sincronización está basada en anillos sincronizadores de latón con recubrimiento de molibdeno. Las marchas 1ª, 2ª y 3ª van dotadas de sincronización triple.

En comparación con un sistema de cono simple se dispone así de una superficie de fricción claramente más extensa. El rendimiento de la sincronización aumenta a raíz de ello, por estar disponible una mayor superficie para la transmisión del calor que resulta del trabajo de sincronización.

La sincronización triple consta de:

- un anillo exterior (anillo sincronizador)
- un anillo intermediario
- un anillo interior (II anillo sincronizador) y
- el cono de fricción en el piñón móvil / piñón de marcha



La adaptación de las grandes diferencias de regímenes entre los diferentes piñones móviles hacia las marchas inferiores sucede así de un modo más rápido. Y las marchas pueden ser engranadas aplicando una menor fuerza.

Las marchas 4ª, 5ª y 6ª tienen un sistema de cono simple. Las diferencias de regímenes para el cambio de estas marchas no son tan grandes. Por ese motivo sucede más rápidamente la adaptación de los regímenes. Debido a esta particularidad tampoco es necesario construir un sistema de sincronización tan complejo.

La marcha atrás tiene una sincronización por cono doble.

La sincronización simple consta de:

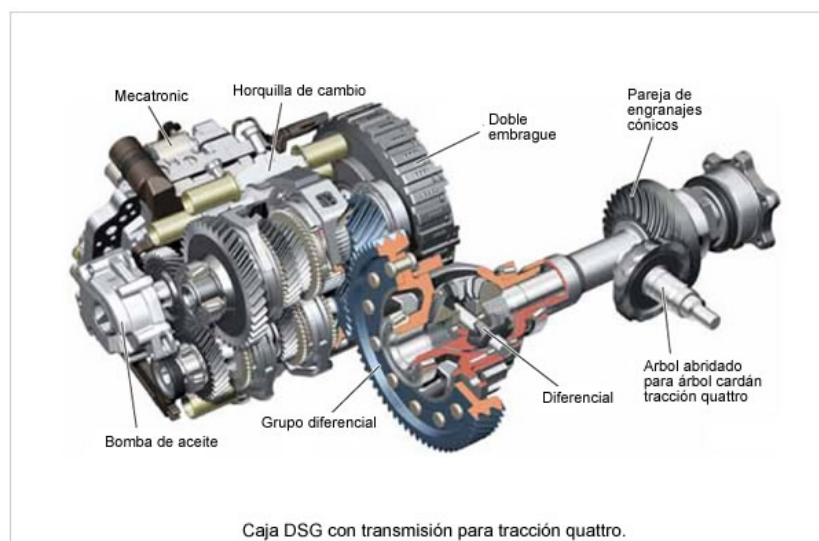
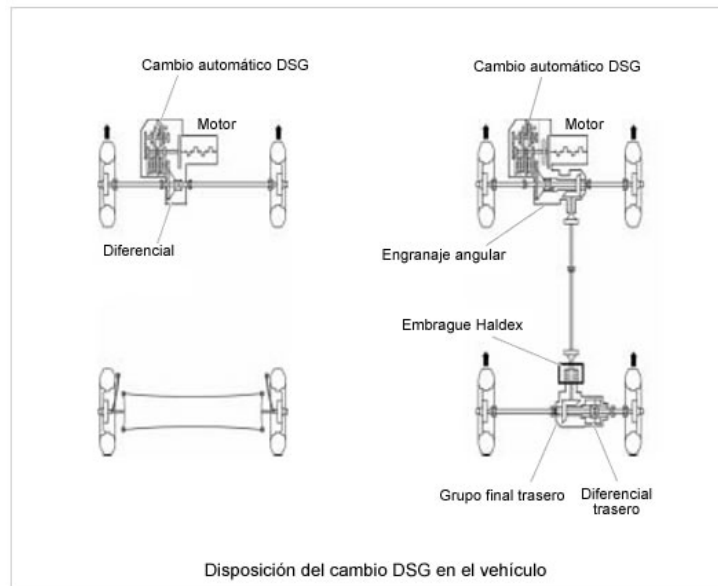
- el anillo sincronizador y
- el cono de fricción en el piñón móvil/piñón de marcha



Transmisión de par en el vehículo

El par del motor se transmite a través del cambio automático DSG y de aquí en las versiones de tracción delantera, los palieres transmiten el par hacia las ruedas delanteras. En el caso de versiones de tracción total, el par se retransmite a través de un engranaje angular adicional hacia el eje trasero.

Un árbol cardán transmite el par hacia el embrague Haldex. En este grupo final trasero se integra un grupo diferencial para el eje trasero.



Flujo de fuerza en las diferentes marchas

La transmisión de par en el cambio se lleva a cabo ya sea a través del embrague exterior K1 o bien a través del embrague interior K2.

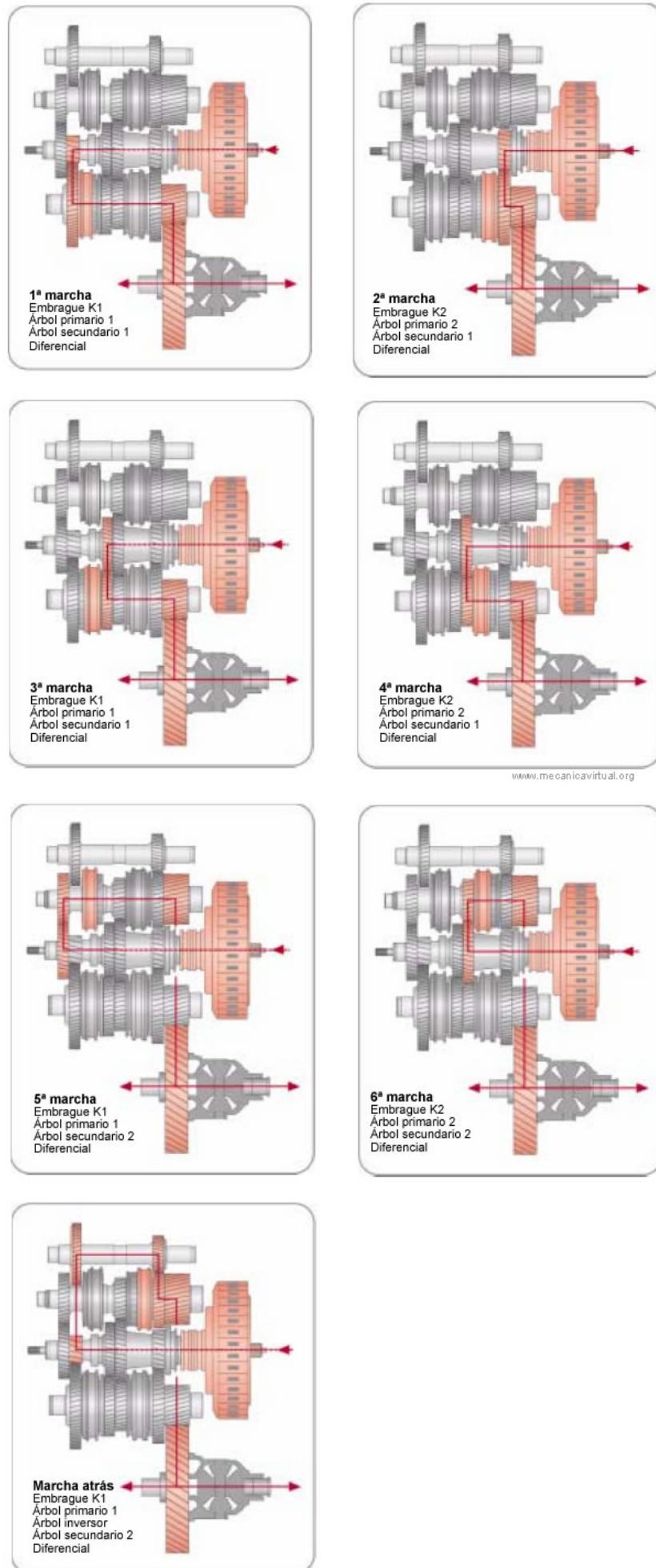
Cada embrague impulsa a un árbol primario.

- El árbol primario 1 (interior) es impulsado por el embrague K1 y
- el árbol primario 2 (exterior) lo impulsa el embrague K2.

La transmisión de la fuerza hasta el grupo diferencial se realiza a través de:

- el árbol secundario 1 para las marchas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y
- el árbol secundario 2 para las marchas 5ª, 6ª y marcha atrás.

La inversión del sentido de giro para la "marcha atrás" se lleva a cabo por medio del árbol inversor.



Mando de la caja de cambios

La palanca selectora se acciona igual que la de un vehículo con cambio automático. El cambio DSG también ofrece la posibilidad de cambiar las marchas con el sistema Tiptronic.

Tal y como se conoce en los vehículos automáticos, la palanca selectora dispone de bloqueos y del bloqueo antiextracción de la llave de contacto. La función de los bloqueos es la misma que se conoce hasta ahora.

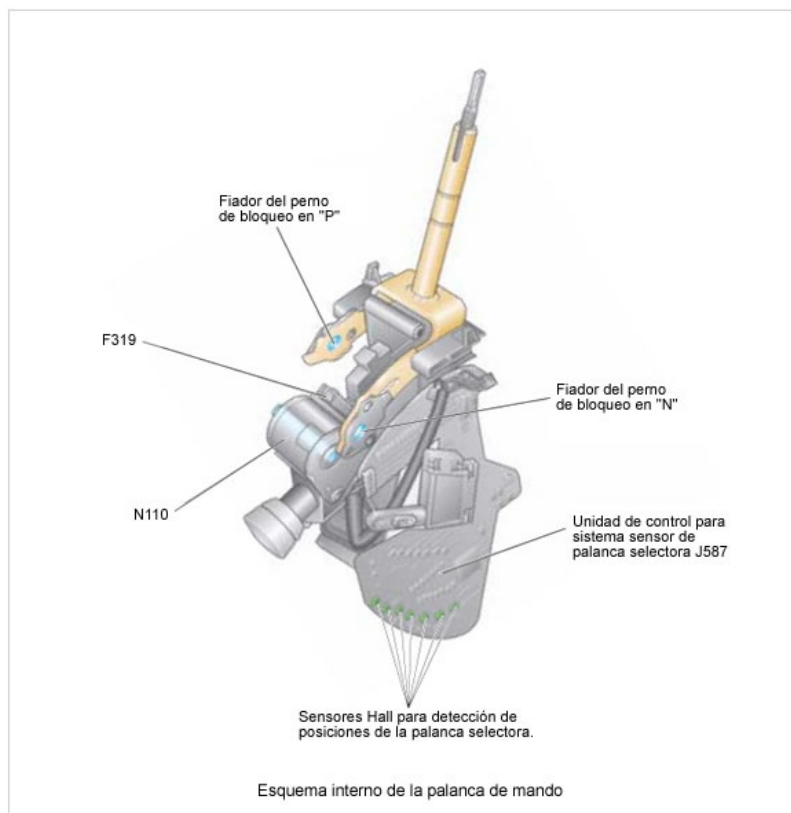
La palanca selectora puede adoptar las siguientes posiciones:

- P - Parking: para extraer la palanca de esta posición es preciso que el encendido esté «conectado» y el pedal de freno pisado. Aparte de ello se tiene que oprimir la tecla de desbloqueo en la palanca selectora.
- R - Reversa: para seleccionar la marcha atrás hay que oprimir la tecla de desbloqueo.
- N - Neutral: la transmisión se encuentra en punto muerto al hallarse la palanca en esta posición. Si la palanca selectora se encuentra en esta posición durante un tiempo relativamente prolongado se tiene que volver a pisar el pedal de freno para extraerla de la posición.
- D - Drive: en esta posición (drive = conducción normal) las marchas adelante se cambian de forma automática.
- S - Sport: la selección automática de las marchas se realiza de acuerdo con una curva característica para cambios «deportivos», implementada en la unidad de control.
- + y -: las funciones Tiptronic se pueden ejecutar con las levas del volante al encontrarse la palanca selectora en la pista de selección de la derecha.



La palanca selectora está compuesta por los siguientes componentes:

- Unidad de control para sistema sensor de palanca selectora J587
Mediante sensores Hall en el alojamiento de la palanca selectora se detecta la posición de ésta y las señales correspondientes se transmiten al sistema Mecatronic a través del CAN-Bus.
- Electroimán para bloqueo de la palanca selectora N110
Con el electroimán se bloquea la palanca selectora en las posiciones «P» y «N». Las funciones del electroimán son gestionadas por la unidad de control para sistema sensor de palanca selectora J587.
- Conmutador de palanca selectora bloqueada en posición «P» F319
Si la palanca selectora se encuentra en la posición «P», el conmutador transmite la señal «palanca selectora en posición P» hacia la unidad de control para electrónica de la columna de dirección J527.
La unidad de control necesita esta señal para gestionar el bloqueo antiextracción de la llave de contacto.



El sistema de sensores de palanca selectora:

- determina todas las posiciones de la palanca selectora para la gestión del cambio,
- gestiona los diodos luminosos en la cubierta del mando del cambio o bien en la unidad indicadora,
- gestiona el electroimán para bloqueo de la palanca selectora N110,
- comunica toda la información a través del CAN Tracción hacia la unidad de control para Mecatronic J743.

No existe ninguna comunicación mecánica entre el mando del cambio y el sistema Mecatronic. Se habla de un «shift by wire» (mando por cable eléctrico). Según se ha mencionado, el cable de mando de la palanca selectora hacia el cambio solamente se utiliza para accionar el bloqueo de aparcamiento.

[continua](#)