

Capítulo 5

Transmisión

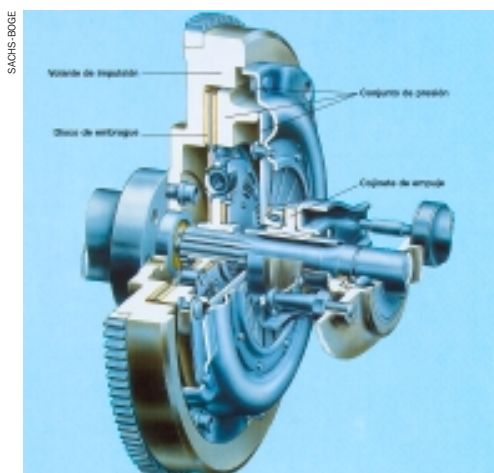
Para que la potencia generada por el motor llegue a las ruedas, se precisan unos elementos intermedios que, en conjunto, se denominan transmisión.

También es función de la transmisión conseguir velocidades diferentes en el motor y las ruedas para aprovechar mejor la potencia del motor y repartirla entre las ruedas, según las necesidades de marcha del vehículo.

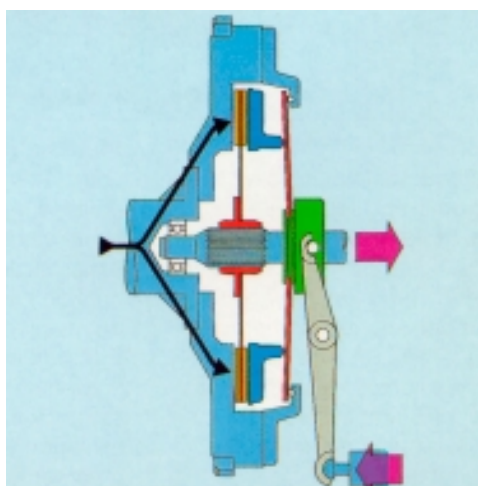
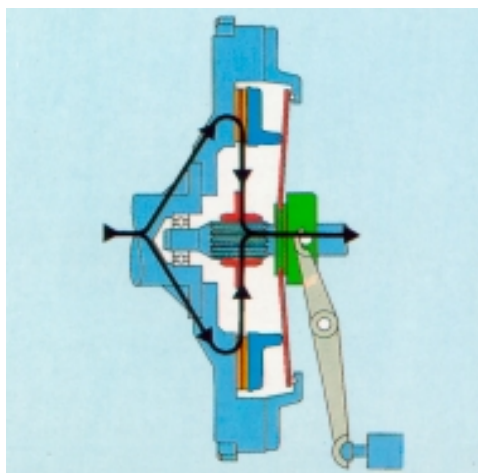
Los elementos que componen la cadena de la transmisión, y que se describen detenidamente a continuación, son, en orden desde el motor a las ruedas, el embrague, la caja de cambios, el diferencial y los semiejes o *paliers*.



Conjunto de piezas que constituyen el embrague



Esquema de funcionamiento del embrague



Embrague

El embrague es un mecanismo situado entre el motor y la caja de cambios, que conecta y desconecta estos dos elementos a voluntad del conductor, a través de un pedal. De esta manera, se consigue que el vehículo inicie la marcha, se mantenga en movimiento, permanezca detenido con el motor en marcha y se pueda interrumpir la transmisión de fuerza para permitir el cambio de marcha en las cajas manuales.

Hoy en día, prácticamente todos los embragues son de fricción. En ellos, un disco con este tipo de material por ambas caras y unido al eje primario de la caja de cambios, se interpone entre un volante de inercia conectado al cigüeñal y un plato de empuje, comandado a través de un muelle por el pedal del embrague. Cuando no se acciona el pedal del embrague, el plato de empuje mantiene el disco de fricción o disco de embrague contra el volante del motor, con lo que el movimiento de éste se transmite a la caja de cambios y de ahí a las ruedas. En esta situación, se dice que el motor está embragado.

Cuando se acciona el pedal del embrague a fondo, el plato de empuje deja de presionar el disco de embrague contra el volante del motor, y se interrumpe la transmisión de fuerza del motor a la caja de cambios. En ese momento, el motor está desembragado.

Actualmente, existen dos tipos de **embrague** en función del mecanismo de accionamiento que utilicen: de **mando mecánico**, accionados a través de un cable de acero, y de **mando hidráulico**, ayudados por un circuito hidráulico de accionamiento.

El mando hidráulico del embrague, como el que llevan los últimos modelos de Ford, resulta más suave y progresivo, y requiere menos esfuerzo por parte del conductor.

Otra modalidad reciente para el accionamiento del embrague es lo que se denomina embrague eléctrico. En este tipo de accionamiento se ha suprimido el pedal del embrague y un sistema, controlado electrónicamente, se encarga de detectar la intención del conductor de cambiar de marcha (mediante un sensor en la palanca) y de accionar el embrague. Los cambios se realizan a voluntad del conductor, con la ventaja de no tener que accionar el pedal del embrague en cada cambio.

Caja de cambios manual

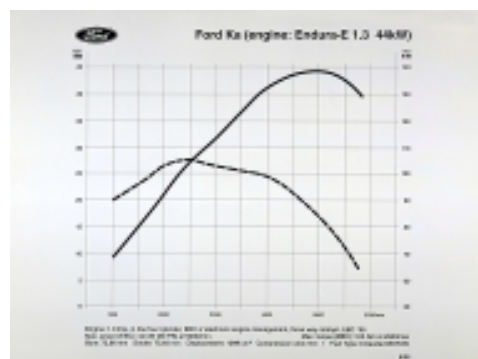
La caja de cambios es un mecanismo intercalado entre el motor y las ruedas, que permite variar la velocidad del vehículo, adaptándola a las condiciones de marcha, mientras se mantiene el motor en un régimen de giro óptimo.

Para entender la necesidad de una caja de cambios, supongamos un vehículo circulando por un llano a velocidad estable. Si este vehículo llega a una cuesta, encuentra más resistencia a la marcha, por lo que parte de la potencia que lo impulsaba se emplea en vencer esa resistencia. La velocidad del vehículo disminuye, haciendo que la velocidad de giro del motor disminuya también, con la lógica reducción de potencia. Mediante el cambio, se consigue que, aunque la velocidad del vehículo disminuya, el motor continúe girando deprisa, manteniéndose en un régimen óptimo para aprovechar sus prestaciones.

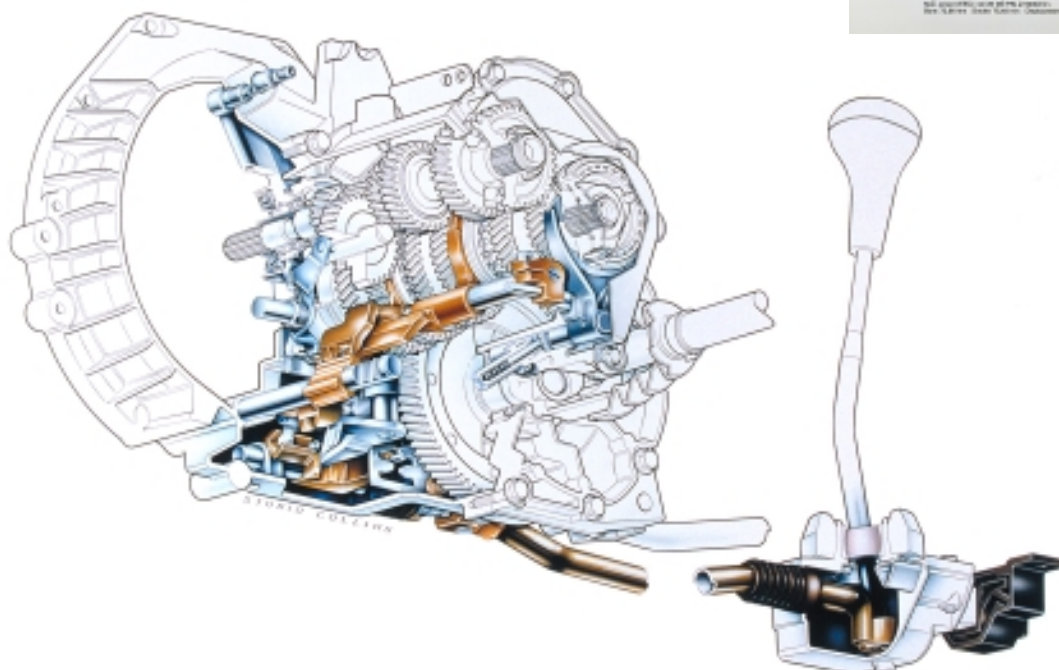
El régimen de giro óptimo de un motor suele situarse en la zona media del margen de revoluciones, ya que es donde se produce un mejor llenado de los cilindros, y las explosiones son *más potentes*, consiguiendo el par máximo. Este par máximo es una de las características de un motor.

La interpretación física del par motor sería la fuerza que ejerce el pistón en su carrera motriz multiplicada por el radio de giro del cigüeñal. Se expresa en N/m (Newton por metro)

La potencia que desarrolla el motor viene dada por el producto del par motor y la velocidad angular de giro del cigüeñal, es decir, las revoluciones. Para unas determinadas revoluciones, distintas para cada motor, se consigue el mejor llenado y combustión, logrando por tanto el par máximo. Del mismo modo ocurre con la potencia. La misión de la caja de cambios es mantener las revoluciones del vehículo entre el par máximo y la potencia máxima, ya que es en ese intervalo en el que el motor reacciona de forma óptima.



En la zona media del margen de revoluciones se consigue un mejor llenado de los cilindros y el valor más elevado de par motor



Interior de una caja de cambios manual

Internamente, una caja de cambios manual consta de una serie de ejes y engranajes, lubricados por un aceite similar al del motor. El **eje** que recibe el giro del motor, a través del embrague, se conoce como **primario**, y el que transmite el movimiento hacia las ruedas se conoce como **secundario**.

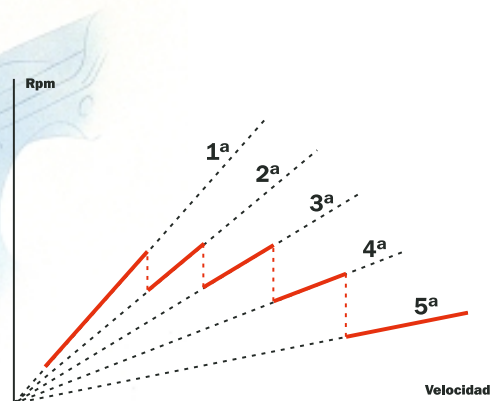
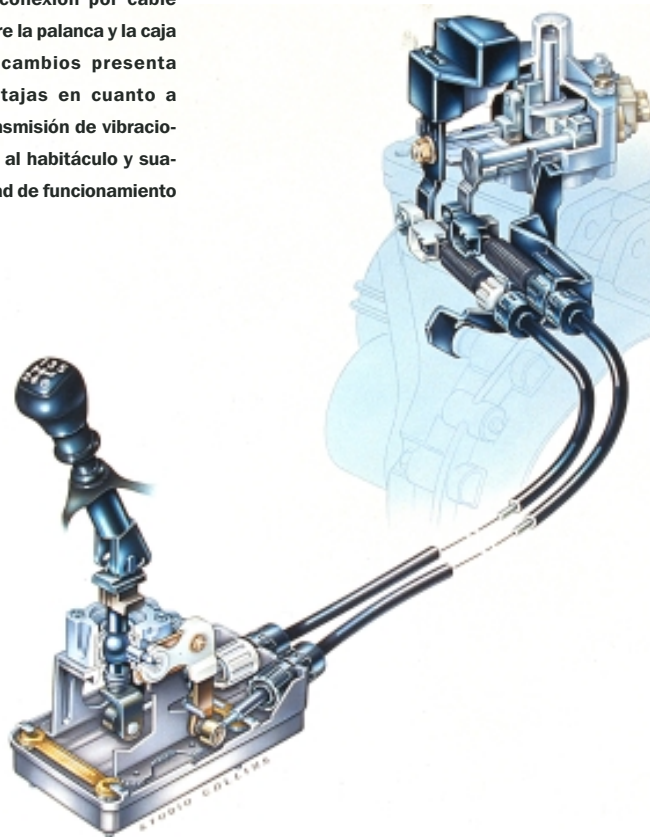
Los engranajes van dispuestos en los dos ejes, y el conductor, mediante la palanca de cambio, selecciona una combinación de engranajes que transmitan el movimiento del eje primario al secundario. De las posibles combinaciones entre piñones de los ejes se obtienen las marchas, también conocidas como velocidades.

Lo normal, hoy en día, es que los vehículos dispongan de cinco velocidades: desde la primera, que proporciona menos velocidad y más fuerza, a la quinta, que proporciona más velocidad y menos fuerza. Cuando se selecciona la marcha atrás, entra en juego un tercer eje, que invierte el giro del secundario. Para facilitar el cambio de una marcha a otra y evitar desgastes y ruidos en los piñones, se utilizan los **sincronizadores**, que son unas piezas dispuestas en los ejes, cuya función es igualar la velocidad de los piñones que se van a acoplar, para que la operación del cambio se efectúe suavemente.

El Ford Focus dispone de una caja de cambios con **doble sincronización** para la primera y segunda marcha.

Este modelo, al igual que la mayoría de los modelos Ford, dispone de unos cables de mando como elementos de unión entre la palanca de cambios y la caja. Este sistema tiene la ventaja de no transmitir vibraciones del motor a la palanca de mando del cambio y, por lo tanto, al interior del habitáculo de pasajeros.

La conexión por cable entre la palanca y la caja de cambios presenta ventajas en cuanto a transmisión de vibraciones al habitáculo y suavidad de funcionamiento



Relación de velocidad y revoluciones para las distintas marchas de la caja de cambios

Caja de cambios automática

Como alternativa al cambio manual de marchas, es posible equipar nuestro vehículo con una caja de cambios automática. Este tipo de cambio presenta la particularidad de no incorporar embrague. En su lugar, la fuerza del motor pasa a los engranajes del cambio a través de dos turbinas enfrentadas, sumergidas en un aceite de características especiales.

Para comprender el funcionamiento, imaginemos dos ventiladores situados el uno frente al otro. Si accionamos uno de ellos, el aire que genera originará el movimiento del otro. De igual forma, en una caja automática, la turbina unida al eje del motor impulsa el aceite que hay en el interior de la caja de cambios.

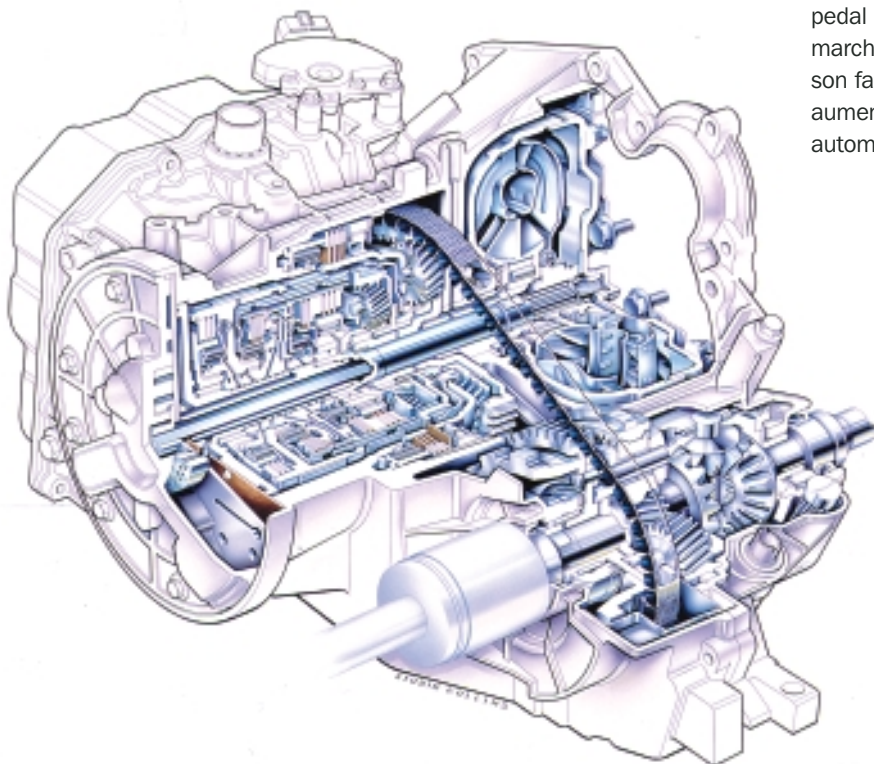
Otra diferencia se encuentra en la palanca del cambio. En este caso, para iniciar la marcha, el conductor sólo debe seleccionar la posición D (del inglés "Drive"), y los cambios de marcha se producen de forma automática, al llegar a un régimen determinado.

En las cajas automáticas tradicionales, el control se realiza mediante un conjunto de válvulas hidráulicas de accionamiento mecánico. Las cajas automáticas modernas son gobernadas electrónicamente, mediante una unidad de control y un programa que es capaz de reconocer incluso el estilo de conducción (deportiva, económica), produciéndose el cambio de marcha en el momento preciso, acorde con la demanda del conductor y las condiciones de marcha.

El resto de las posiciones que pueden seleccionarse son P (Parking), R (marcha atrás), N (neutral o punto muerto), 2 (solamente se engrana segunda) y 1 (solamente se engrana la primera).

En las cajas automáticas disponibles para los nuevos modelos de Ford el control electrónico del cambio se ha integrado en la unidad electrónica de control del motor, consiguiéndose una coordinación total en el funcionamiento de ambos sistemas.

Aunque este tipo de cambios no está muy extendido en el mercado Europeo, la incorporación del control electrónico, la menor probabilidad de averías y la comodidad de uso que presenta, al no tener que accionar el pedal del embrague en cada cambio de marcha –sobre todo en circulación urbana– son factores que están contribuyendo a aumentar el número de vehículos con cambio automático.



Interior de una caja de cambios automática

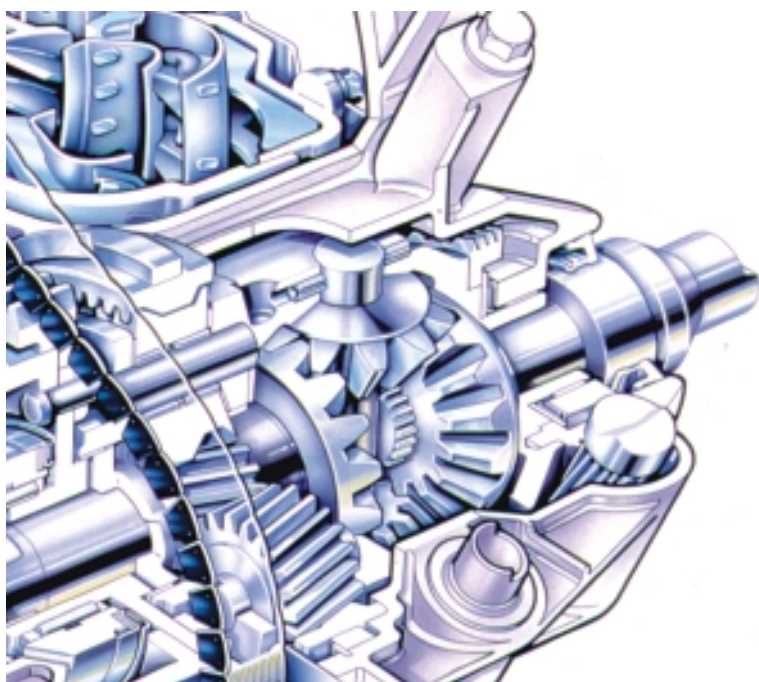
Diferencial

A la salida de la caja de cambios, existe otro elemento fundamental, antes de llegar a las ruedas: el diferencial.

Cuando un automóvil circula por una curva, la rueda exterior debe recorrer mayor distancia que la rueda interior, ya que efectúa una circunferencia con un radio mayor. Al recorrerlos en el mismo tiempo que la rueda interior, deberá girar más deprisa, o patinará. La compensación de esta diferencia de giro durante el paso por curvas es tarea del diferencial, mecanismo compuesto por un juego de engranajes, denominados **satélites** y **planetarios**.

Un problema que presenta el uso del diferencial es que, en caso de producirse una pérdida de adherencia en una de las ruedas motrices, toda la fuerza del motor se pierde por ella, quedando el vehículo sin tracción. Por ejemplo, cuando el vehículo tiene una rueda sobre hielo y la otra sobre asfalto al iniciar la marcha, la rueda con menos adherencia comienza a patinar y, por el efecto del diferencial, absorbe toda la fuerza del motor, dificultando la arrancada.

Para evitar que esto suceda, existen los **diferenciales autoblocantes**, que, en caso de que una rueda patine más de un valor definido, anulan el efecto explicado, haciendo que se transmita la fuerza a la rueda que no patina. Actualmente, existe otra solución menos compleja mecánicamente, y muy eficaz, que consiste en simular electrónicamente el efecto del diferencial autoblocante, frenando la rueda que patina.



Diferencial en el interior
de la caja de cambios

Tracción 4x4

La tracción total o tracción 4x4 es la mejor solución, tanto desde el punto de vista de la eficacia como de la seguridad, para transmitir al suelo la potencia del motor.

En los vehículos que incorporan este tipo de tracción, se hace necesario montar un diferencial para cada eje, así como un tercero central, que compense las diferencias de velocidad de giro entre el eje delantero y el trasero. Dependiendo de si incorporan diferencial central o no, los vehículos 4x4 se pueden dividir en tracción total permanente o conectable. La mayoría de los turismos poseen tracción total de tipo permanente. Los de tipo conectable se emplean sobre todo en algunos vehículos todoterreno, en los que la tracción a las cuatro ruedas se debe conectar cuando se circula por suelos deslizantes, pistas de tierra, etc., ya que el deslizamiento del terreno absorbe las diferencias de giro entre ejes. Su conexión en terreno adherente (asfalto) provocará rápidos desgastes en los neumáticos y en las transmisiones.

La tracción total tiene como principales ventajas una mejora de la capacidad de tracción, ya que, al repartir el par motor entre las cuatro ruedas, es más difícil sobrepasar el límite de adherencia de las mismas, mayor estabilidad de dirección, con un comportamiento neutral en curva y, por lo tanto, mayor seguridad. En determinados sistemas 4x4 la tracción se efectúa, en condiciones normales, principalmente en un eje; en caso de que éste pierda adherencia, el sistema envía automáticamente parte de la fuerza del motor al otro eje.

El Ford Explorer dispone de un sistema automático que conecta la tracción 4x4, sin intervención del conductor, cuando detecta deslizamientos.

Transmisión 4x4 Ford

