

EMBRAGUES

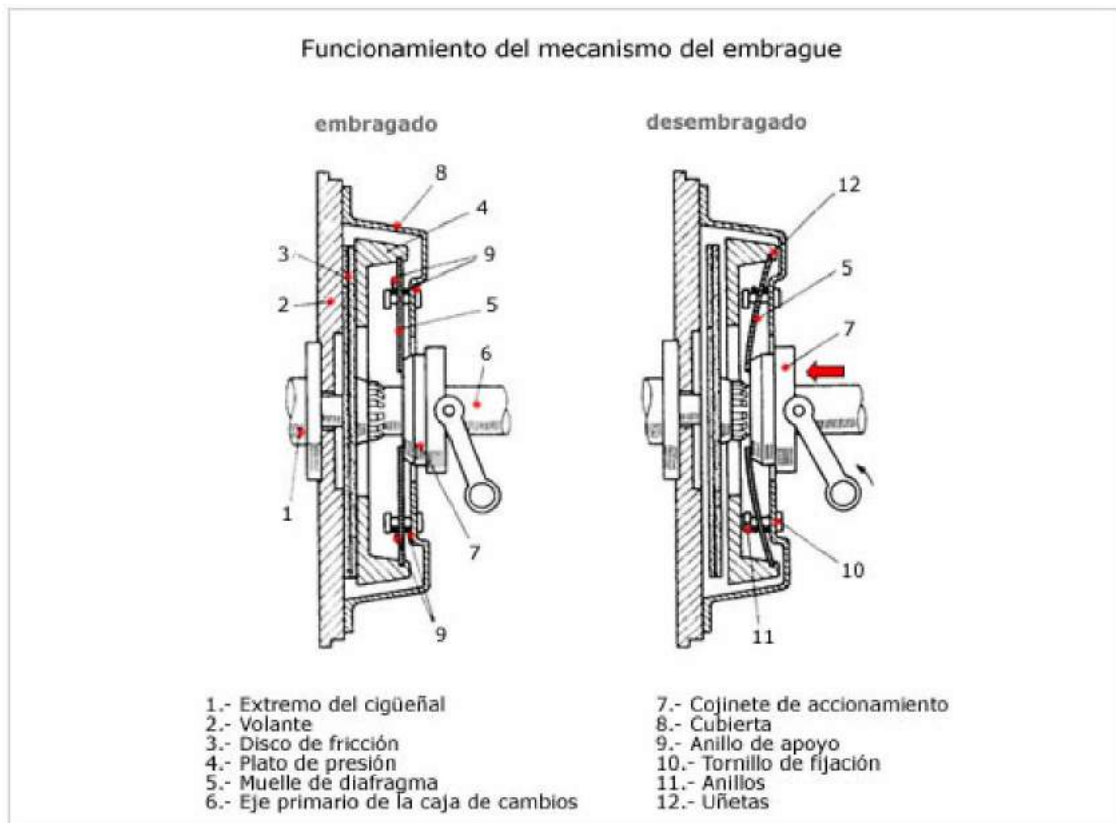
El embrague es un elemento que se coloca entre el volante de inercia del motor y la caja de cambios. Se acciona por medio de un pedal que gobierna el conductor con su pie izquierdo.

Posición de "desembragado"

Cuando se pisa el pedal del embrague se desplaza el cojinete de empuje hacia el interior, se presiona sobre el diafragma (o muelles) que desplaza el plato de presión, que libera el disco de fricción. En esta posición, el embrague gira en vacío, sin transmitir el movimiento del motor a la caja de cambios.

Posición de "embragado"

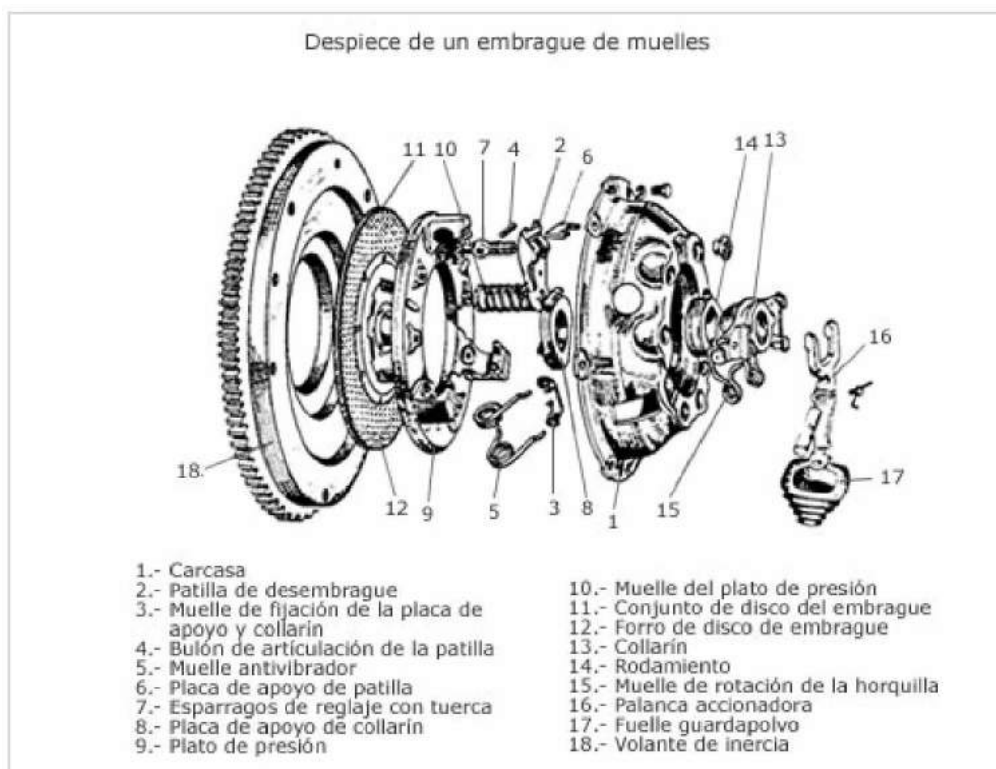
Al soltar el pedal del embrague el cojinete de empuje no se aplica sobre el diafragma, por lo que este ultimo empuja sobre el plato de presión que se aplica contra el disco de fricción por una de sus caras y la otra cara se aplicaría entonces sobre el volante motor. La disposición del disco de embrague, con sus lengüetas y muelles de absorción, hace que el acoplamiento no sea brusco, sino progresivo.



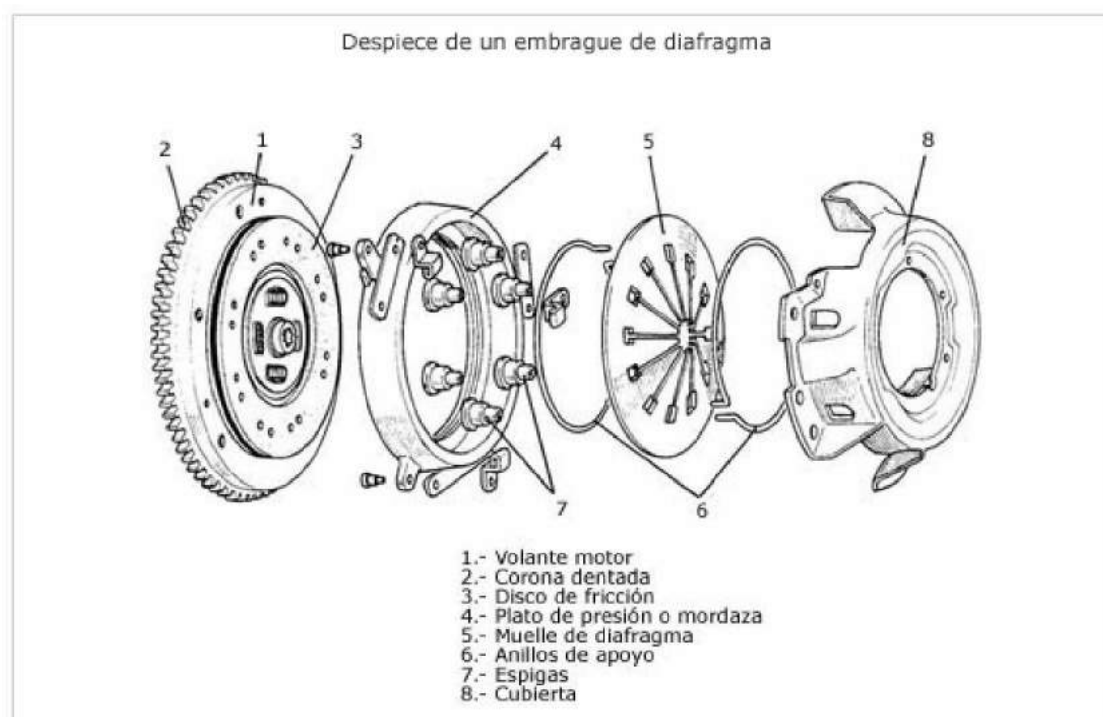
Nota: El elemento que presiona sobre el plato de presión cuando no se pisa el pedal del embrague puede ser:

- muelles: se utilizaban hace muchos años y consistían en una serie de muelles que empujaban el plato de presión. Un ejemplo de utilización de este modelo de embrague es el mítico Seat 600.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



- Diafragma: es el sistema que se esta utilizando actualmente y lleva implantado desde hace tiempo en los automóviles.



Verificación y sustitución del embrague

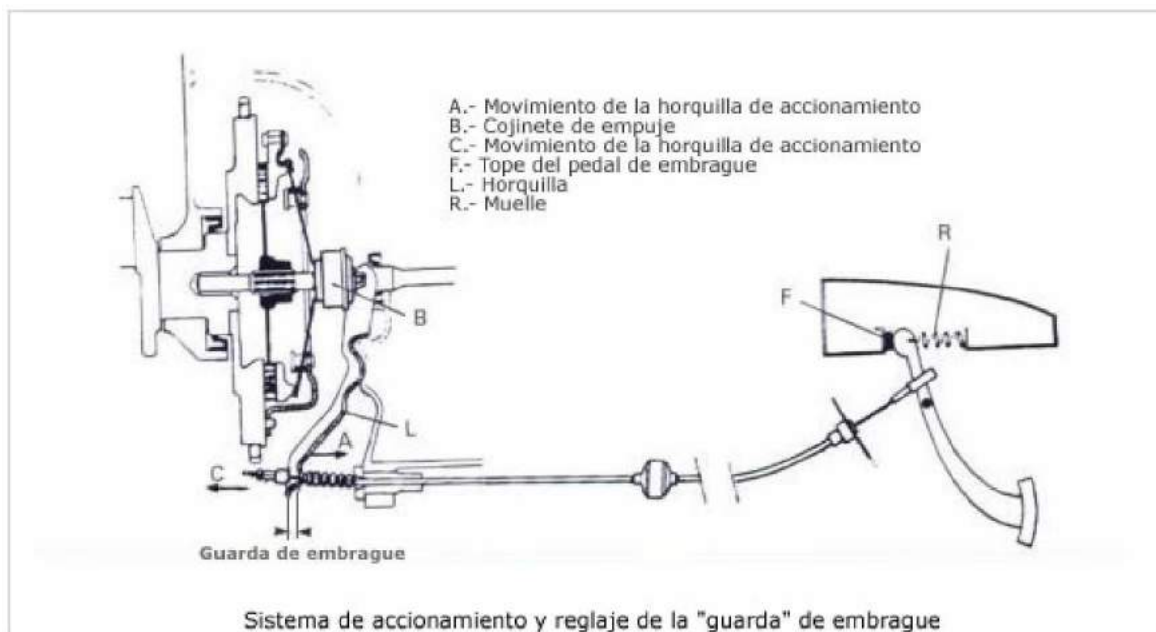
Para que no exista resbalamiento entre el disco de embrague y el volante motor, la fuerza de rozamiento del disco debe ser igual al esfuerzo de rotación del motor (par motor). Si es menor, el embrague patinará. Esta fuerza de rozamiento disminuye cuando la superficie de rozamiento del disco es menor (colocación de un disco inadecuado) o si los muelles o diafragma pierden elasticidad y no efectúan el debido apriete sobre el plato de presión. Cuando disminuye el coeficiente de rozamiento (disco engrasado o deteriorado), también lo hace la fuerza de rozamiento.

Con el uso, el disco de embrague adquiere un grado de pulimentación importante, del que resulta una superficie menos rugosa, lo que hace disminuir el coeficiente de adherencia. Llegado a un cierto grado de desgaste, puede sobrevenir el deslizamiento, que se nota en la práctica porque el motor desarrolla mayor régimen de giro del que corresponde a la velocidad del vehículo (se "embala").

Cuando se produzcan anomalías en el funcionamiento del embrague, deberá precederse a su comprobación y a la reparación correspondiente. Las averías más frecuentes en este mecanismo son:

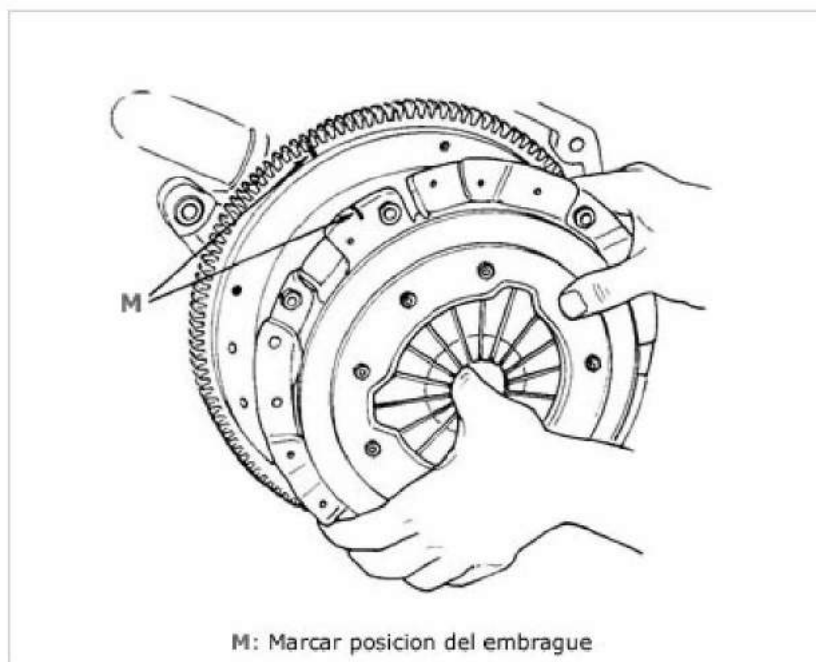
- El embrague patina, debido al desgaste excesivo de los forros del disco, o a que dichos forros están engrasados. En este caso hay que desmontar el embrague para comprobar el disco. Si patina a alta velocidad solamente, la causa será posiblemente que los muelles o diafragma han perdido elasticidad o alguno está roto. El patinado también puede ser debido a un reglaje defectuoso.
- Trepidación del coche al embragar, lo que indica que el disco no asienta convenientemente en el volante del motor por estar deformado, o también falta de progresividad debida a defecto de los muelles del disco o diafragma del embrague. Esta trepidación o retremor también se produce cuando el disco está engrasado y el aceite se ha secado por efecto del calor del patinado del disco.
- Las velocidades "rascan" al entrar, debido a un reglaje defectuoso del embrague, que hace que el disco no se suelte por completo y por lo tanto impide el desembrague completo.
- Ruidos al pisar el pedal, producidos generalmente por el cojinete de empuje, cuyo rodamiento axial está mal engrasado, en mal estado, o por rotura de alguna de las puntas del diafragma.

Cualquiera de estas averías implica el desmontaje del embrague para su comprobación, excepto la de reglaje (guarda de embrague), que puede subsanarse efectuándolo de manera que el recorrido libre del pedal sea de dos a tres centímetros, lo que se notará porque en este recorrido el pedal se mueve sin dificultad y, a partir de aquí, ofrece una resistencia mayor debida a la acción de los muelles del plato de presión. La regulación del recorrido libre del pedal (guarda de embrague) puede efectuarse actuando en el dispositivo de regulación que existe en el mecanismo de mando, que une el cable con la horquilla de mando del embrague. Si el recorrido libre es nulo, la distensión de los muelles de embrague puede ser incompleta, lo que hace patinar al disco y que se desgaste rápidamente. Si el recorrido libre es grande, no se puede conseguir el desembrague completo, con lo que las velocidades entran mal y rascan al entrar. Como quiera que este recorrido libre disminuye a medida que se desgastan los forros del disco, deberá efectuarse el reglaje periódicamente. En la figura inferior se representó un sistema de mando del embrague, del tipo de contacto permanente del tope con el diafragma, donde el muelle (R) tiende a mantener el pedal separado del tope (F), tanto como le permita la horquilla de desembrague (L). Tirando de la punta del cable en el sentido (C) hasta que el pedal apoye en el tope (F), debe obtenerse un juego (J) de 2,5 mm, lo que se consigue mediante la correspondiente tuerca de reglaje.



Desarmar y armar un embrague

Al desmontar un embrague para su reparación, hay que tener en cuenta el marcar su posición sobre el volante, ya que en esta posición están compensados los disequilibrios antivibratorios de ambos elementos; así como para el desmontaje de la maza, es conveniente marcar todas sus piezas para volverlas a montar en el mismo lugar, ya que este elemento esta equilibrado en conjunto por el fabricante.



MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

Comprobar el diafragma midiendo la altura de sus puntas que debe ser igual para todas y no tener ningún tipo de desgaste en su zona de acoplamiento con el cojinete de empuje.

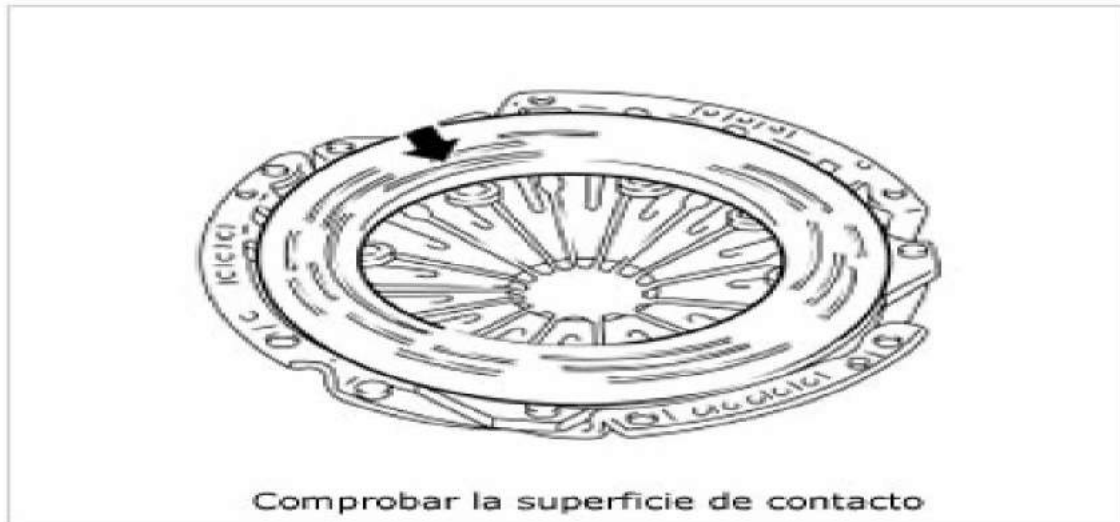


Comprobar si las puntas de las lengüetas del diafragma presentan señales de desgaste excesivo o puntos quemados.



Comprobar que las superficies de asiento en el volante de inercia y en el plato de presión no presenta deformaciones ni ralladuras; en caso contrario, es conveniente rectificar estas superficies.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



Comprobar el casquillo de apoyo del eje primario de la caja de cambios, no debe estar roto ni estar excesivamente desgastado. El cojinete axial de empuje debe estar engrasado y deberá deslizarse suavemente por el casquillo guía.

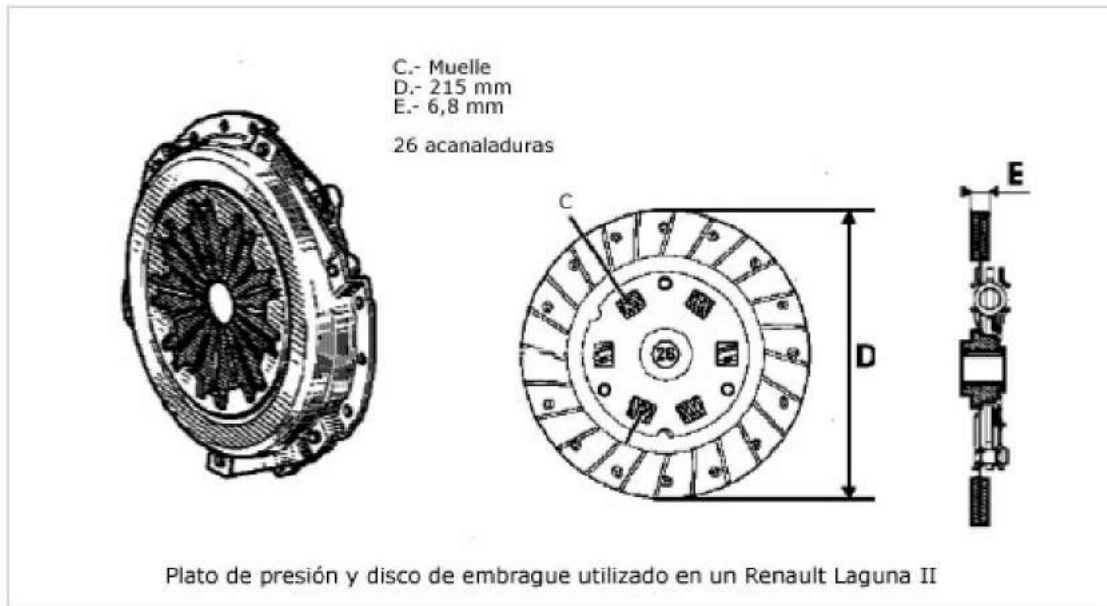
Comprobar la holgura existente entre el disco de embrague y su acoplamiento sobre el eje primario de la caja de velocidades, que si es excesiva provoca la oscilación del disco y hace que el funcionamiento sea ruidoso, por lo que deberá cambiarse el disco. También se comprobará que el disco se desliza correctamente sobre el eje primario, procediendo a la limpieza de los estriados si fuese necesario y al posterior engrase de los mismos, con grasa, sin excederse para que esta grasa no se deslice durante la rotación y engrase el disco de embrague.



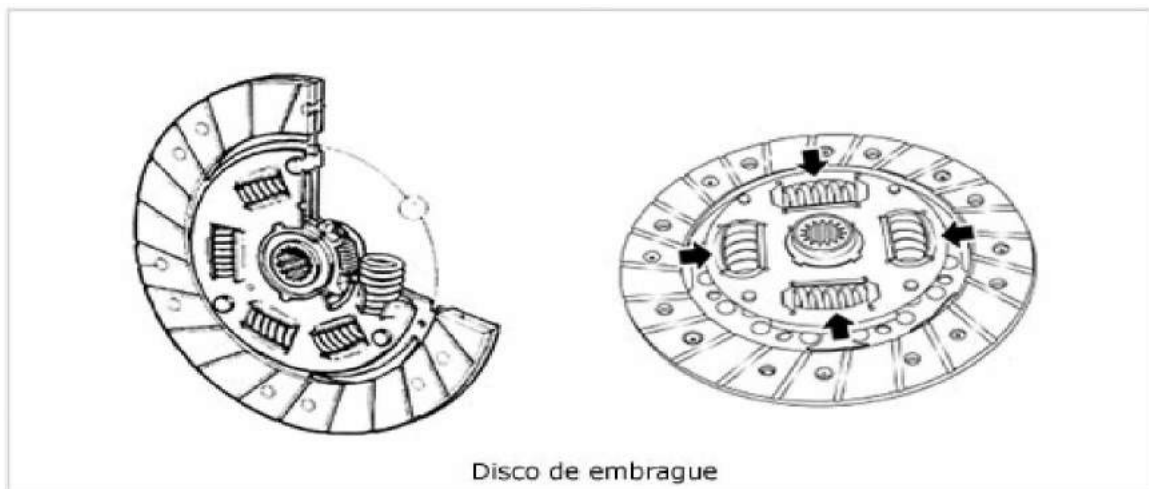
"kit de embrague"

Se comprobará igualmente el desgaste de los forros del disco midiendo su espesor. Si fuese inferior al valor estipulado como mínimo o si los remaches afloran a la superficie de los forros, deberá sustituirse el disco.

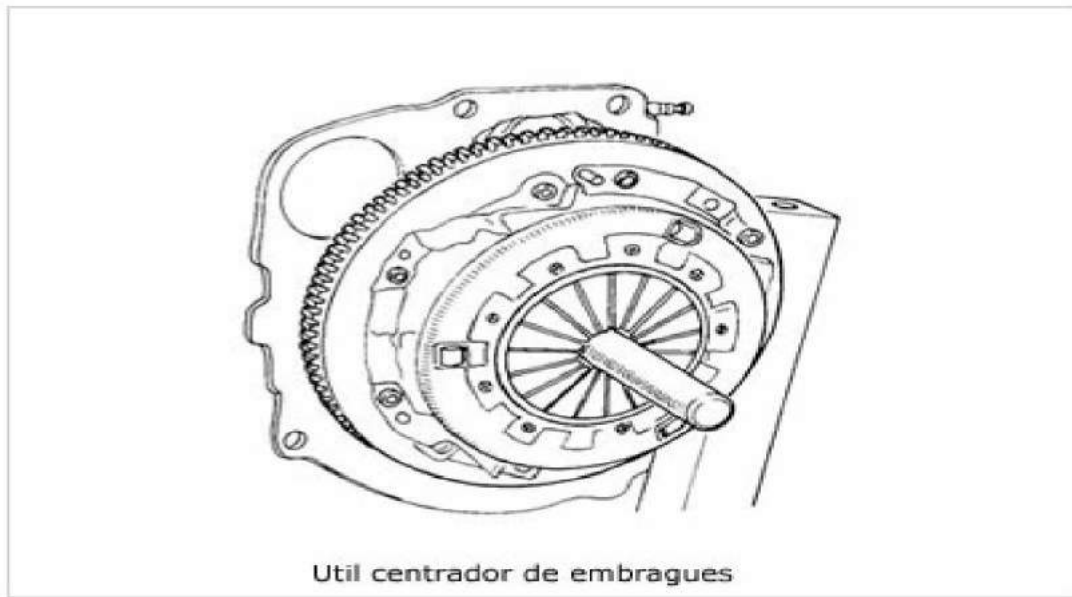
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



Si los forros estuviesen engrasados, pueden limpiarse con tricloroetileno y un cepillo de alambres. Independientemente deberá corregirse la causa de este engrasamiento, que será debido a fuga del reten trasero del cigüeñal o el del primario de la caja de velocidades. Los muelles que dan progresividad al disco de embrague deberán encontrarse en perfecto estado. Si no fuera así y alguno estuviera roto, deberá cambiarse el disco.



Una vez comprobado el embrague y reparadas las posibles averías, se procederá a su montaje y a la colocación del conjunto en su posición sobre el volante motor. Antes de realizar el apriete de los tornillo de fijación de la carcasa de embrague con el volante, es necesario centrar el disco de embrague, para que entre luego fácilmente en su alojamiento el primario de la caja de velocidades. Para efectuar este centrado puede disponerse de un eje primario del modelo conveniente, que se retira posteriormente una vez realizado el apriete de los tornillos de fijación de la carcasa al volante motor.

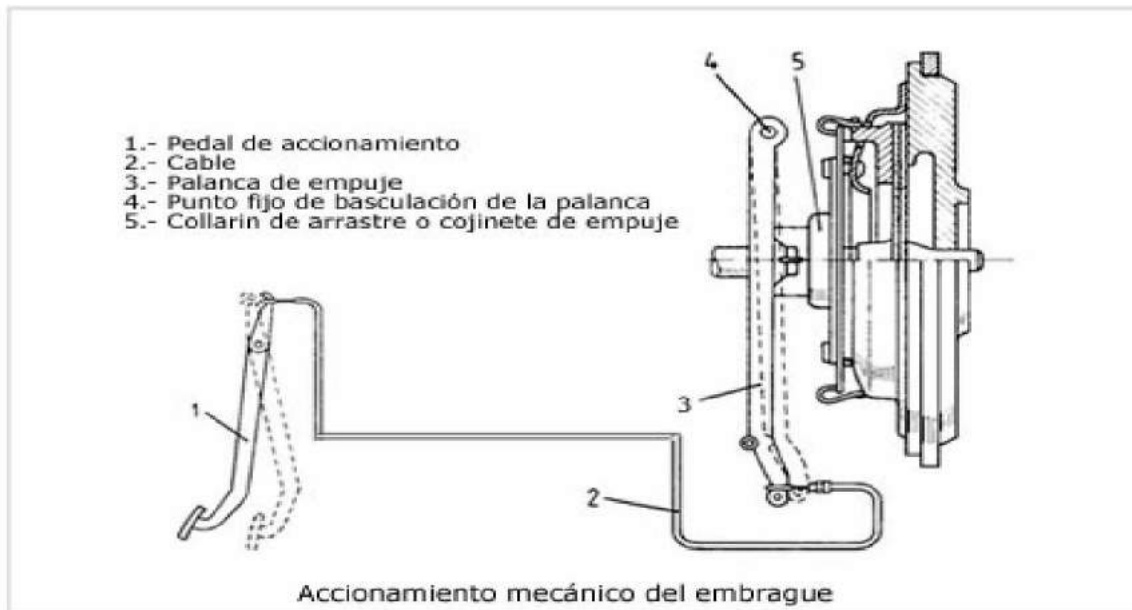


Mecanismos de accionamiento del embrague

En condiciones normales de funcionamiento, el embrague se halla siempre acoplado, es decir, embragado. Solamente se consigue su liberación o desembragado cuando se aplica una fuerza desde el pedal de accionamiento a través de un collarín de arrastre que desplaza la posición del muelle de diafragma. El mecanismo de accionamiento del embrague tiene también una gran importancia en el funcionamiento del mismo. Existen dos tipos de accionamiento:

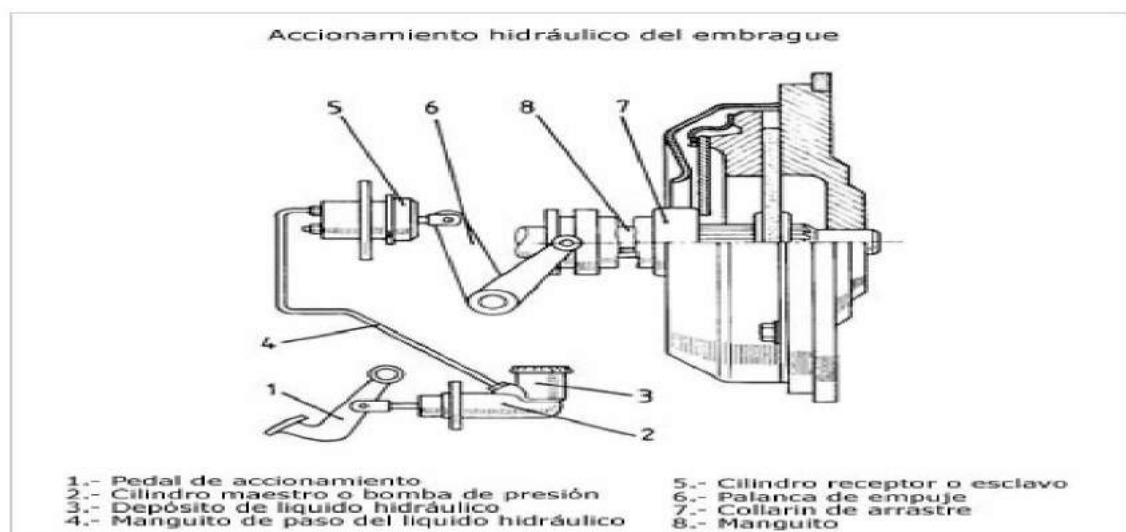
- Accionamiento mecánico
En la figura 5 presentamos un esquema que muestra el mecanismo en posición de reposo y en el caso de un accionamiento mecánico. Los elementos fundamentales de este sistema son: en primer lugar, el pedal de accionamiento (1). En el extremo del pedal se encuentra sujeto un cable (2) por medio del cual se puede accionar la palanca de arrastre (3). Esta palanca, que pivota sobre el punto (4) presiona sobre el collarín de arrastre (5) y consigue la inversión del muelle de diafragma con lo que el embrague queda desacoplado tanto tiempo como se mantenga el pedal (1) oprimido.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

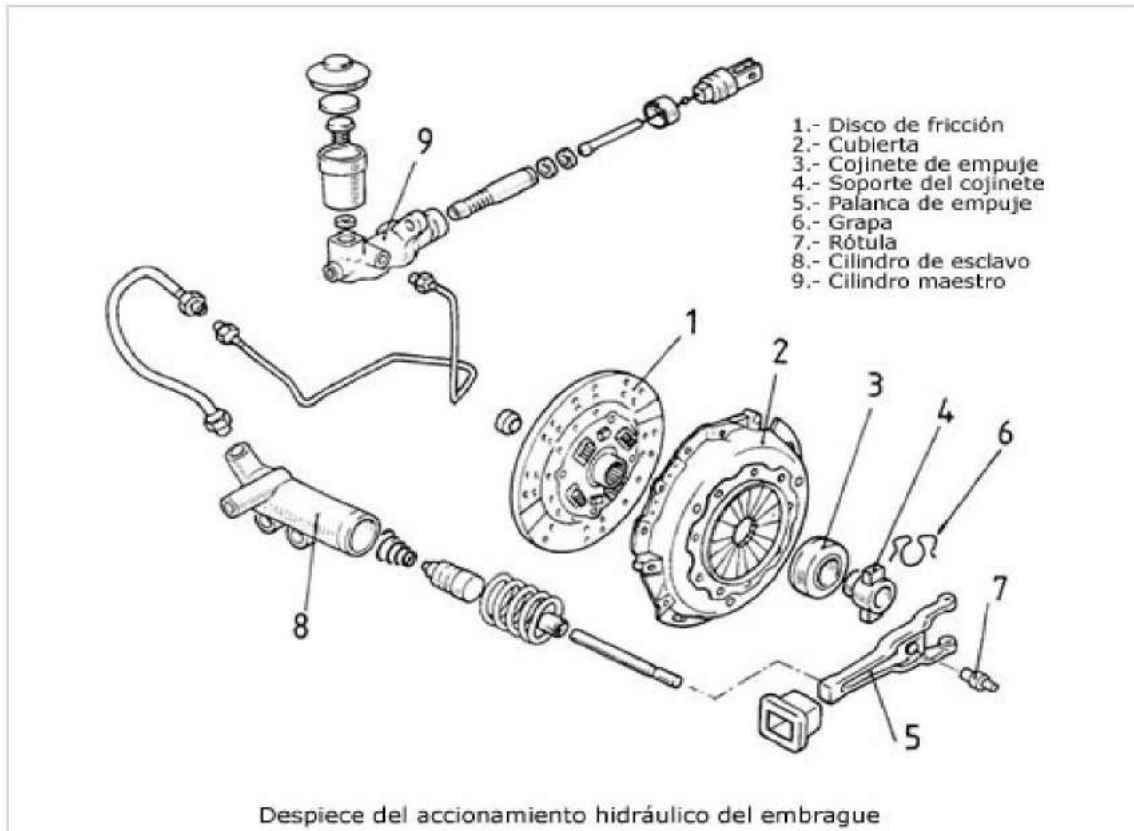


• Accionamiento hidráulico

Cuando los embragues son grandes porque se prevé la necesidad de la transmisión de elevados esfuerzos de par, se suele acudir al accionamiento hidráulico. La diferencia fundamental con el sistema que hemos visto en la pasada figura 5 es sólo que el accionamiento de la palanca de arrastre se efectúa por medio de un empuje ejercido por un cilindro hidráulico. Pero veamos el sistema en el esquema que ahora nos muestra la figura 6. El pedal (1) del conductor acciona directamente sobre un cilindro hidráulico principal (2) o cilindro emisor. Este cilindro dispone en su parte superior de un depósito (3) de líquido hidráulico, de características similares al líquido utilizado en el circuito de los frenos. Una tubería (4), manda la presión resultante a un cilindro receptor (5) desde el que se acciona directamente la palanca de arrastre (6). A partir de este movimiento se comprende que el collarín de arrastre (7) se desplace empujado por el manguito (8), de modo que el muelle de diafragma invierte su posición y libera la presión del plato de presión sobre el disco de embrague.



MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



Cajas de cambio manuales

El sistema de cambio de marchas manual ha evolucionado notablemente desde los primeros mecanismos de caja de cambios de marchas manuales sin dispositivos de sincronización hasta las actuales cajas de cambio sincronizadas de dos ejes. Independientemente de la disposición transversal o longitudinal y delantera o trasera, las actuales cajas de cambios manuales son principalmente de dos tipos:

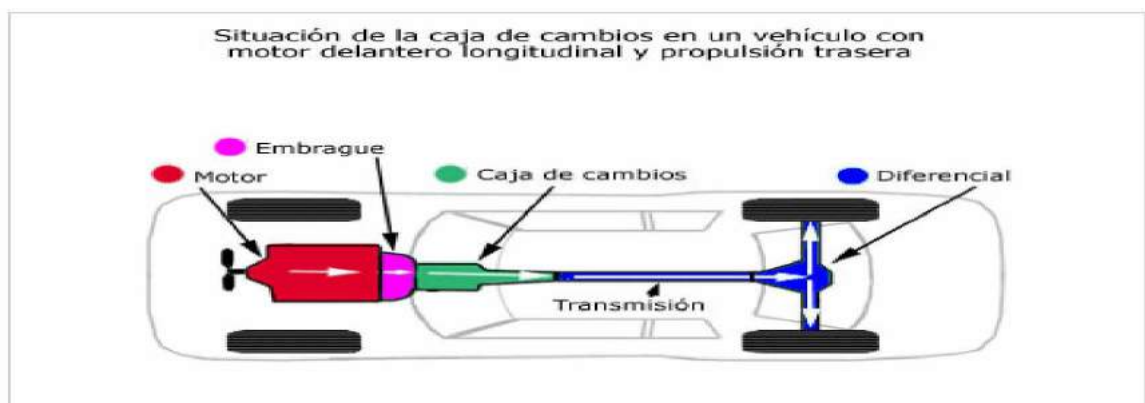
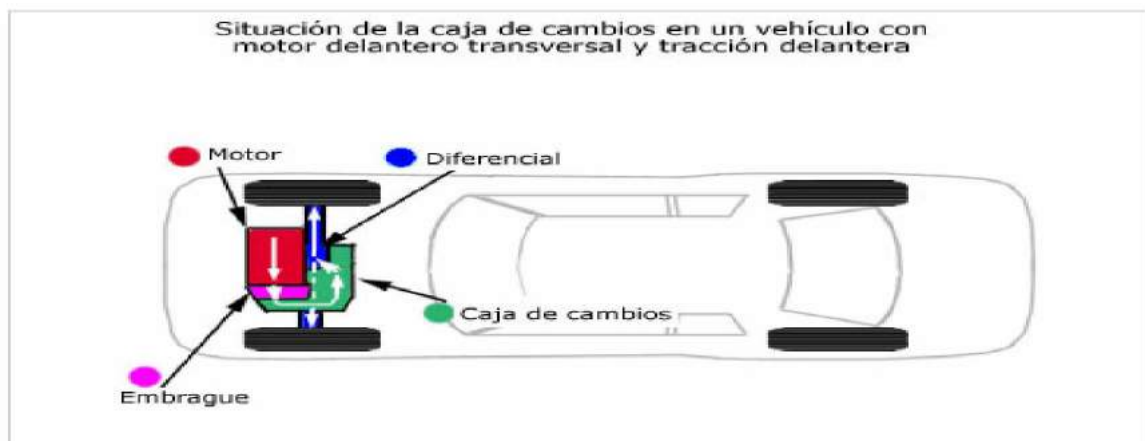
- **De tres ejes:** un eje primario recibe el par del motor a través del embrague y lo transmite a un eje intermediario. Éste a su vez lo transmite a un eje secundario de salida, coaxial con el eje primario, que acciona el grupo diferencial.
- **De dos ejes:** un eje primario recibe el par del motor y lo transmite de forma directa a uno secundario de salida de par que acciona el grupo diferencial.

En ambos tipos de cajas manuales los piñones utilizados actualmente en los ejes son de dentado helicoidal, el cual presenta la ventaja de que la transmisión de par se realiza a través de dos dientes simultáneamente en lugar de uno como ocurre con el dentado recto tradicional siendo además la longitud de engrane y la capacidad de carga mayor. Esta mayor suavidad en la transmisión de esfuerzo entre piñones se traduce en un menor ruido global de la caja de cambios. En la marcha atrás se pueden utilizar piñones de dentado recto ya que a pesar de soportar peor la carga su utilización es menor y además tienen un coste más reducido. En la actualidad el engrane de las distintas marchas se realiza mediante dispositivos de sincronización o "sincronizadores" que igualan la velocidad periférica de los ejes con la velocidad

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

interna de los piñones de forma que se consiga un perfecto engrane de la marcha sin ruido y sin peligro de posibles roturas de dentado. Es decir, las ruedas o piñones están permanentemente engranadas entre sí de forma que una gira loca sobre uno de los ejes que es el que tiene que engranar y la otra es solidaria en su movimiento al otro eje. El sincronizador tiene, por tanto, la función de un embrague de fricción progresivo entre el eje y el piñón que gira libremente sobre él. Los sincronizadores suelen ir dispuestos en cualquiera de los ejes de forma que el volumen total ocupado por la caja de cambios sea el más reducido posible. Existen varios tipos de sincronizadores de los cuales destacan: sincronizadores con cono y esfera de sincronización, sincronizadores con cono y cerrojo de sincronismo, sincronizadores con anillo elástico, etc. El accionamiento de los sincronizadores se efectúa mediante un varillaje de cambio que actúa mediante horquillas sobre los sincronizadores desplazándolos axialmente a través del eje y embragando en cada momento la marcha correspondiente. Los dispositivos de accionamiento de las distintas marchas dependen del tipo de cambio y de la ubicación de la palanca de cambio. A continuación se van a estudiar los dos tipos de cajas de cambios. La primera caja de cambios es una caja manual de tres ejes con disposición longitudinal de un vehículo de propulsión trasera. La segunda, es una caja manual de dos ejes con disposición transversal, de un vehículo con tracción delantera con tracción delantera por lo que el grupo cónico-diferencial va acoplado en la salida de la propia caja de cambios.

La situación de la caja de cambios en el vehículo dependerá de la colocación del motor y del tipo de transmisión ya sea está delantera o trasera.

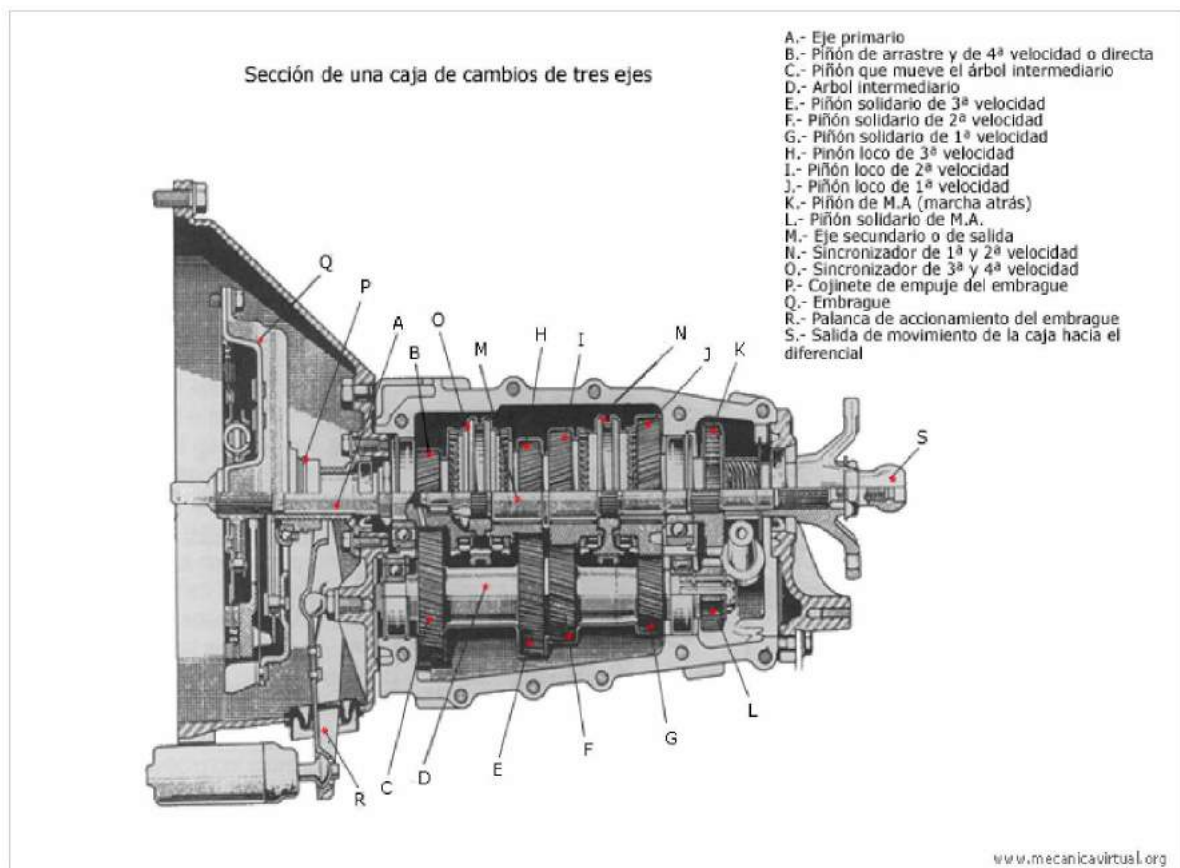


MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

Estas dos disposiciones de la caja de cambios en el vehículo son las mas utilizadas, aunque existe alguna mas, como la de motor delantero longitudinal y tracción a las ruedas delanteras.

Caja de cambios manual de tres ejes.

Este tipo de cajas es el más tradicional de los usados en los vehículos actuales y tiene la ventaja principal de que al transmitir el par a través de tres ejes, los esfuerzos en los piñones son menores, por lo que el diseño de éstos puede realizarse en materiales de calidad media. En la figura inferior se muestra un corte longitudinal de una caja de cambios manual de cuatro velocidades dispuesto longitudinalmente. El par motor se transmite desde el cigüeñal del motor hasta la caja de cambios a través del embrague (Q). A la salida del embrague va conectado el eje primario (A) girando ambos de forma solidaria. De forma coaxial al eje primario, y apoyándose en éste a través de rodamiento de agujas, gira el eje secundario (M) transmitiendo el par desmultiplicado hacia el grupo cónico diferencial. La transmisión y desmultiplicación del par se realiza entre ambos ejes a través del eje intermediario (D).



El eje primario (A) del que forma parte el piñón de arrastre (B), que engrana en toma constante con el piñón (C) del árbol intermediario (D), en el que están labrados, además, los piñones (E, F y G), que por ello son solidarios del árbol intermediario (D). Con estos piñones engranan los piñones (H, I y J), montados locos sobre el árbol secundario (M), con interposición de cojinetes de agujas, de manera que giran libremente sobre el eje arrastrados por los respectivos pares del tren intermediario.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

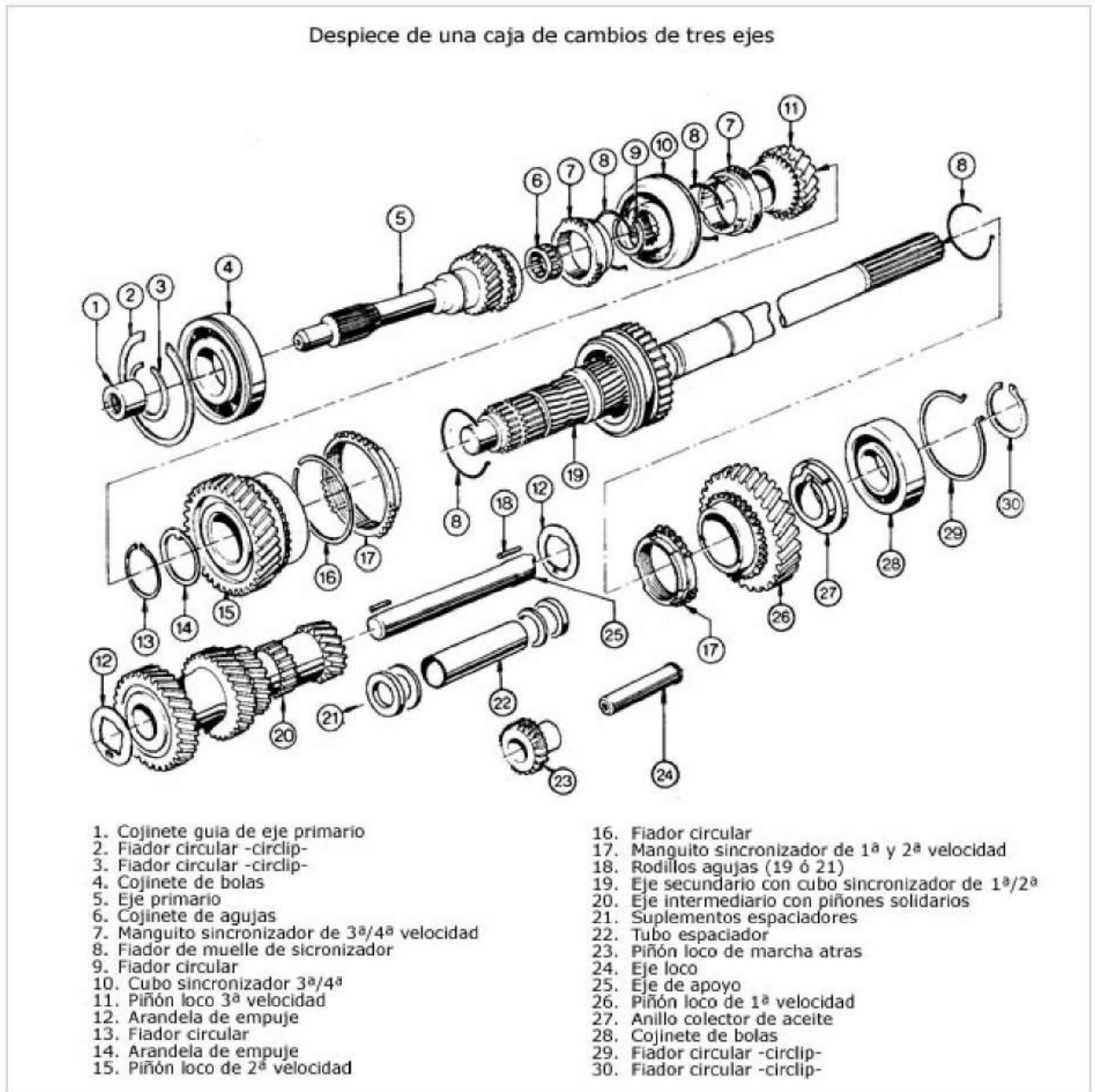
El eje primario recibe movimiento del motor, con interposición del embrague (Q) y el secundario da movimiento a la transmisión, diferencial y, por tanto, a las ruedas. Todos los ejes se apoyan en la carcasa del cambio por medio de cojinetes de bolas, haciéndolo la punta del eje secundario en el interior del piñón (B) del primario, con interposición de un cojinete de agujas. Para transmitir el movimiento que llega desde el primario al árbol secundario, es necesario hacer solidario de este eje a cualquiera de los piñones montados locos sobre él. De esta manera, el giro se transmite desde el primario hasta el tren fijo o intermediario, por medio de los piñones de toma constante (B y C), obteniéndose el arrastre de los piñones del secundario engranados con ellos, que giran locos sobre este eje. Si cualquiera de ellos se hace solidario del eje, se obtendrá el giro de éste.

La toma de velocidad se consigue por medio de sincronizadores (O y M), compuestos esencialmente por un conjunto montado en un estriado sobre el eje secundario, pudiéndose desplazar lateralmente un cierto recorrido. En este desplazamiento sobre el estriado el sincronizador se acopla con los piñones que giran locos sobre el árbol secundario.

En la figura inferior se muestra el despiece de una caja de cambios de engranajes helicoidales, con sincronizadores, similar a la descrita anteriormente. El eje primario 5 forma en uno de sus extremos el piñón de toma constante (de dientes helicoidales). Sobre el eje se monta el cojinete de bolas 4, en el que apoya sobre la carcasa de la caja de cambios, mientras que la punta del eje se aloja en el casquillo de bronce 1, emplazado en el volante motor. En el interior del piñón del primario se apoya, a su vez, el eje secundario 19, con interposición del cojinete de agujas 6. Por su otro extremo acopla en la carcasa de la caja de cambios por medio del cojinete de bolas 28. Sobre este eje se montan estriados los cubos sincronizadores, y "locos" los piñones. Así, el cubo sincronizador 10, perteneciente a tercera y cuarta velocidades, va estriado sobre el eje secundario, sobre el que permanece en posición por los anclajes que suponen las arandelas de fijación 9, 13 y 14. En su alojamiento interno se disponen los anillos sincronizadores 7 (uno a cada lado), cuyo dentado engrana en el interior de la corona desplazable del cubo sincronizador 10. Estos anillos acoplan interiormente, a su vez, en las superficies cónicas de los piñones del primario por un lado y del secundario 11 por otro. Cuando la corona del cubo sincronizador 10 se desplaza lateralmente a uno u otro lado, se produce el engrane de su estriado interior, con el dentado de los anillos sincronizadores 7 y, posteriormente, con el piñón correspondiente en su dentado recto (si se desplaza a la izquierda, con el piñón del primario y a la derecha con el 11 del secundario). En esta acción, y antes de lograrse el engrane total, se produce un frotamiento del anillo sincronizador con el cono del piñón, que iguala las velocidades de ambos ejes, lo que resulta necesario para conseguir el engrane. Una vez logrado éste, el movimiento es transmitido desde el piñón al cubo sincronizador y de éste al eje secundario.

En el secundario se montan locos los piñones 15 (de segunda velocidad) y 26 (de primera velocidad), con los correspondientes anillos sincronizadores 17 y cubo sincronizador. Cada uno de los piñones del secundario engrana en toma constante con su correspondiente par del tren intermediario 20, quedando acoplados como se ve en la figura superior. En el tren intermediario se dispone un piñón de dentado recto, que juntamente con el de reenvío 23 y el formado en el cubo sincronizador de primera y segunda velocidades, constituyen el dispositivo de marcha atrás.

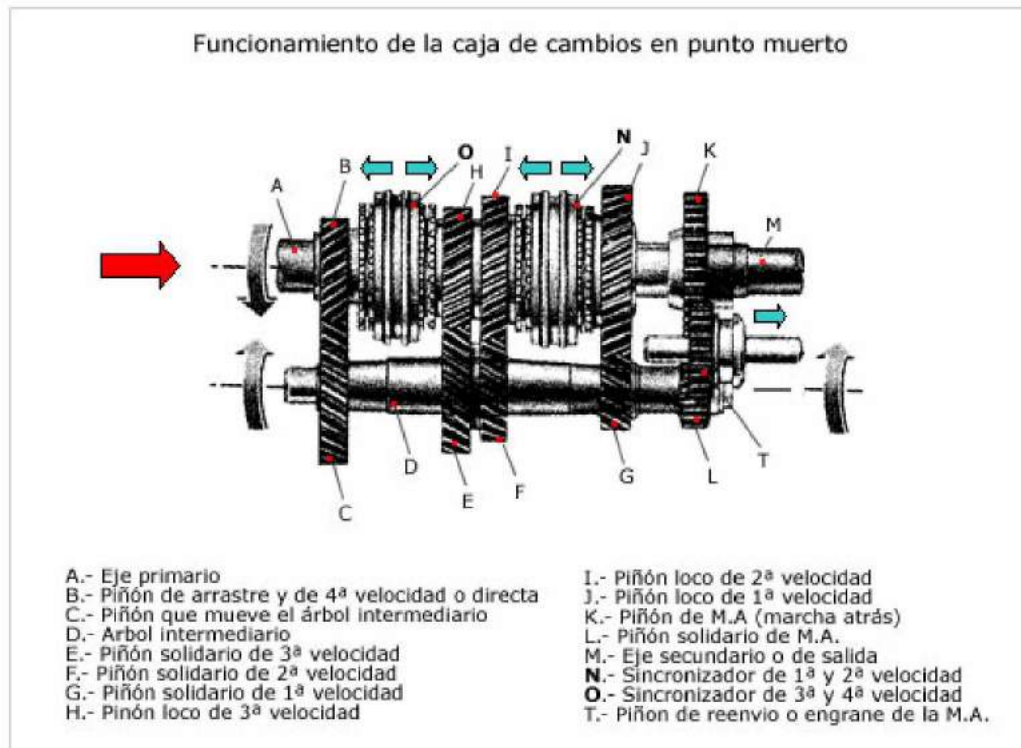
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



Funcionamiento.

Constituida una caja de cambios como se ha explicado, las distintas relaciones se obtienen por la combinación de los diferentes piñones, en consecuencia con sus dimensiones. En las cajas de cambio de tres ejes, el sistema de engranajes de doble reducción es el utilizado generalmente en las cajas de cambio, pues resulta mas compacto y presenta la ventaja sustancial de tener alineados entre si los ejes de entrada y salida. Para la obtención de las distintas relaciones o velocidades, el conductor acciona una palanca de cambios, mediante la cual, se produce el desplazamiento de los distintos cubos de sincronización (sincronizadores), que engranan con los piñones que transmiten el movimiento.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



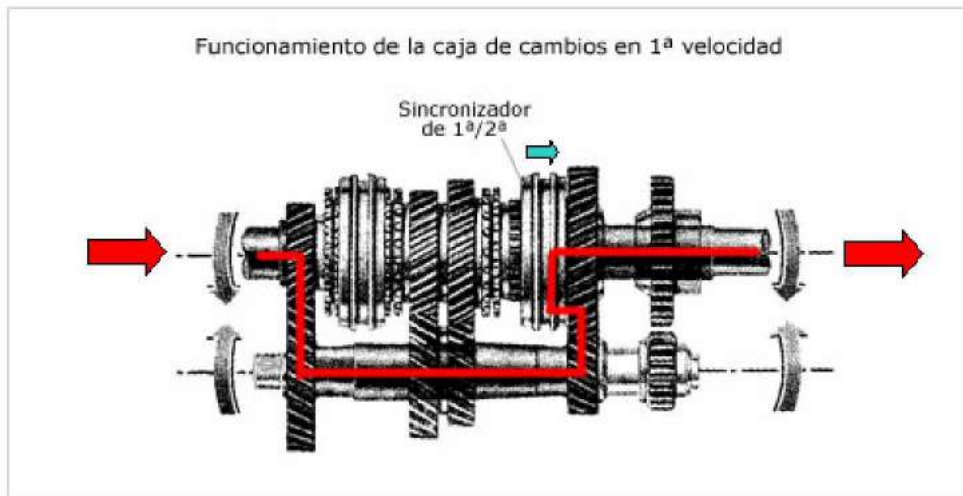
En esta caja de cambios (figura superior) se produce una doble reducción cuando los piñones de "toma constante" (B y C) son de distintas dimensiones (nº de dientes). Por eso para calcular la reducción, tendremos utilizar la siguiente formula para la saber el valor de reducción. Por ejemplo en 1ª velocidad tendremos:

$$rt(1ª \text{ velocidad}) = \frac{B}{C} \times \frac{G}{J}$$

rt = relación de transmisión
B, C, G, J = nº de dientes de los respectivos piñones

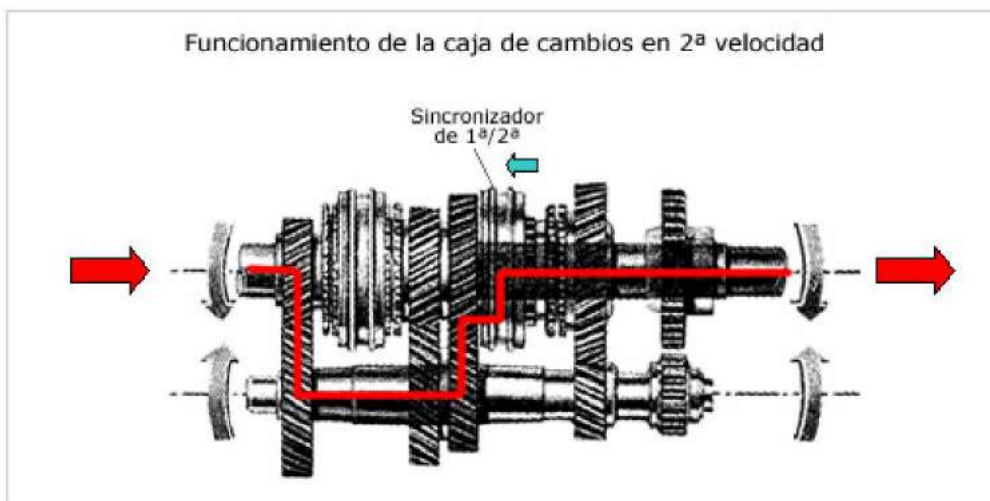
1velocidad

El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª (N) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (I) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniendose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, y por ello la mínima velocidad y el máximo par.



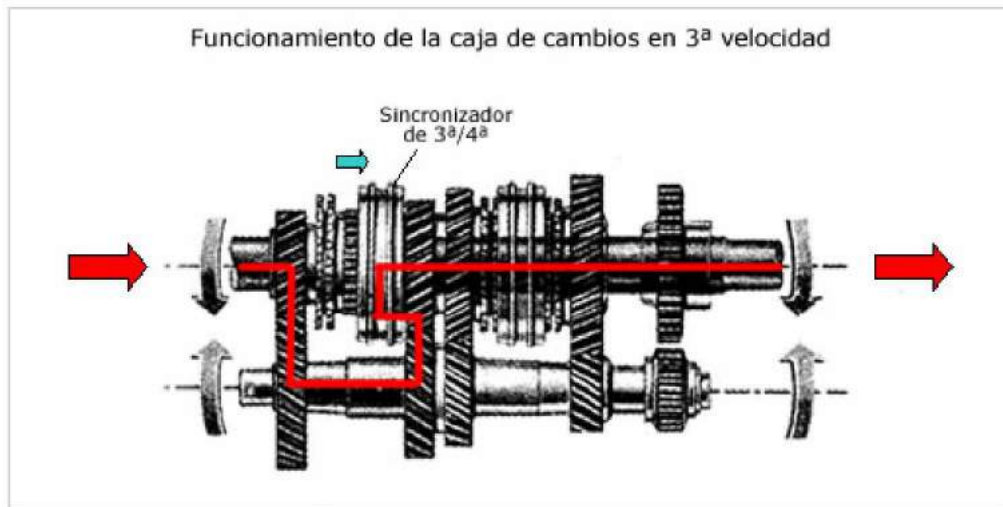
2ª velocidad

El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª (N) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (J) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.



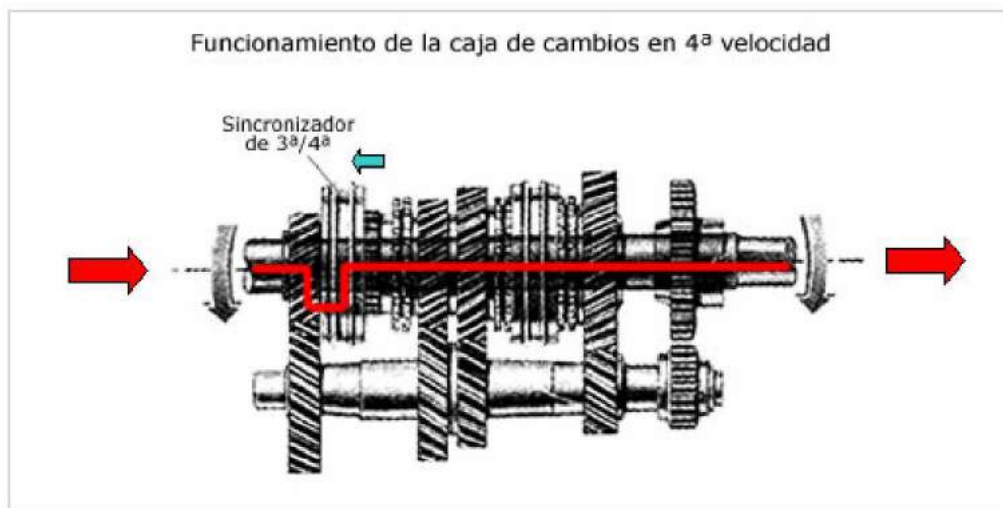
3ª velocidad

El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (H) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.



4ª velocidad

El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón de arrastre o toma constante (B) del eje primario, que se hace solidario con el eje secundario, sin intervención del eje intermediario en este caso. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose una conexión directa sin reducción de velocidad. En esta velocidad se obtiene una transmisión de giro sin reducción de la velocidad. La velocidad del motor es igual a la que sale de la caja de cambios, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

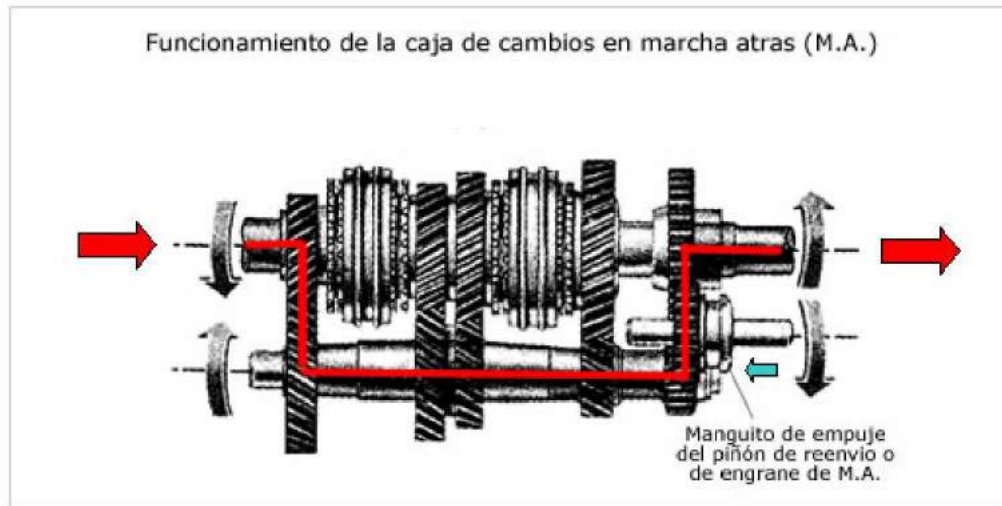


Marcha atrás (MA.)

Cuando se selecciona esta velocidad, se produce el desplazamiento del piñón de reenvío (T), empujado por un manguito. Al moverse el piñón de reenvío, engrana con otros dos piñones cuya

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

particularidad es que tienen los dientes rectos en vez de inclinados como los demás piñones de la caja de cambios. Estos piñones pertenecen a los ejes intermediario y secundario respectivamente. Con esto se consigue una nueva relación, e invertir el giro del tren secundario con respecto al primario. La reducción de giro depende de los piñones situados en el eje intermediario y secundario por que el piñón de reenvío actúa únicamente como inversor de giro. La reducción de giro suele ser parecida a la de 1ª velocidad. Hay que reseñar que el piñón del eje secundario perteneciente a esta velocidad es solidario al eje, al contrario de lo que ocurre con los restantes de este mismo eje que son "locos".



En la caja de cambios explicada , se obtienen cuatro velocidades hacia adelante y una hacia atrás.

Sincronizadores

Las cajas de cambio desde hace muchos años utilizan para seleccionar las distintas velocidades unos dispositivos llamados: sincronizadores, cuya constitución hace que un dentado interno ha de engranar con el piñón loco del eje secundario correspondiente a la velocidad seleccionada. Para poder hacer el acoplamiento del sincronizador con el piñón correspondiente, se comprende que es necesario igualar las velocidades del eje secundario (con el que gira solidario el sincronizador) y del piñón a enclavar, que es arrastrado por el tren intermediario, que gira a su vez movido por el motor desde el primario. Con el vehículo en movimiento, al activar el conductor la palanca del cambio para seleccionar una nueva relación, se produce de inmediato el desenclavamiento del piñón correspondiente a la velocidad con que se iba circulando, quedando la caja en posición de punto muerto. Esta operación es sencilla de lograr, puesto que solamente se requiere el desplazamiento de la corona del sincronizador, con el que se produce el desengrane del piñón. Sin embargo, para lograr un nuevo enclavamiento, resulta imprescindible igualar las velocidades de las piezas a engranar (piñón loco del secundario y eje), es decir, sincronizar su movimiento, pues de lo contrario, se producirían golpes en el dentado, que pueden llegar a ocasionar roturas y ruidos en la maniobra. Como el eje secundario gira arrastrado por las ruedas en la posición de punto muerto de la caja, y el piñón loco es arrastrado desde el motor a través del primario y tren intermediario, para conseguir la sincronización se hace necesario el desembrague, mediante el cual, el eje primario queda en libertad sin ser arrastrado por el motor y su giro debido a la inercia puede ser sincronizado con el del eje secundario. Por esta causa, las maniobras del cambio de velocidad deben ser realizadas

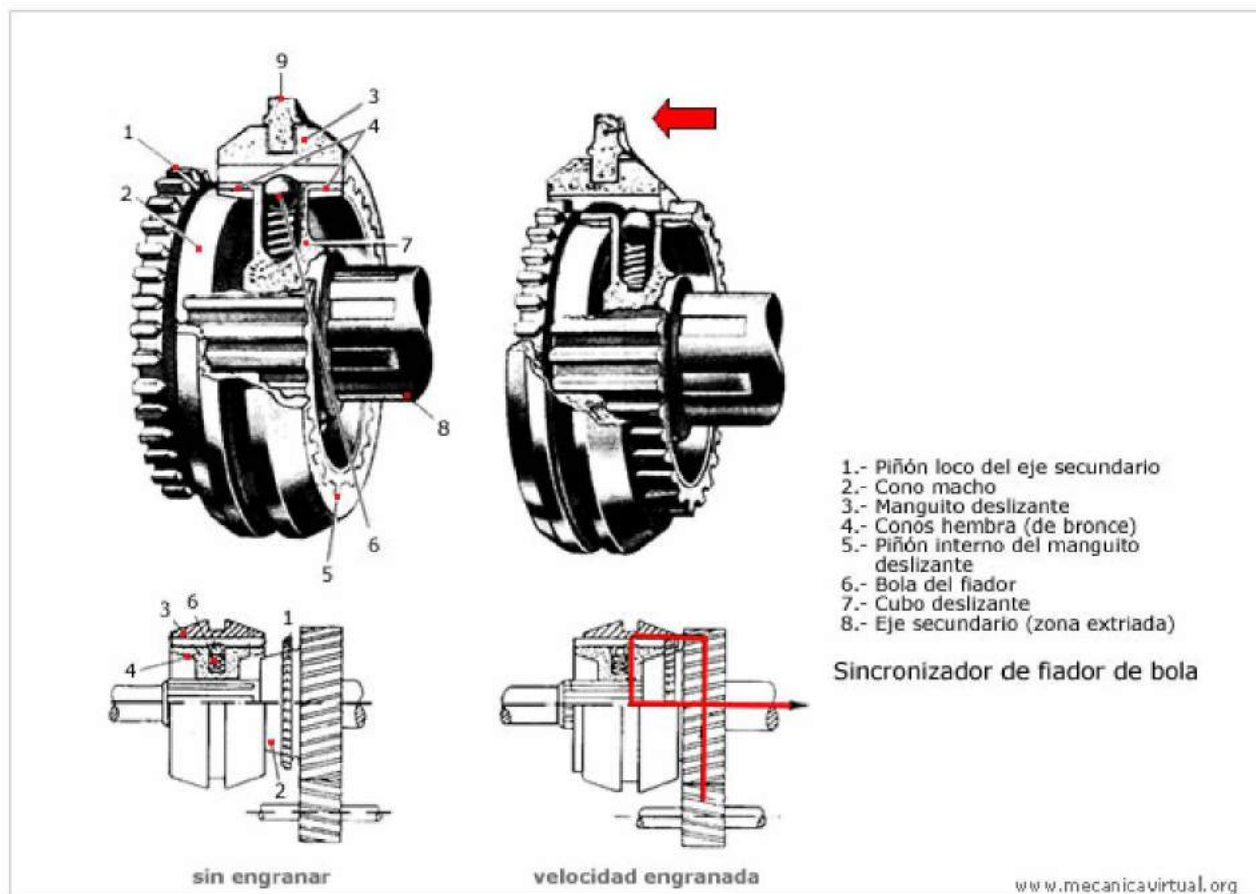
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

desembragando el motor, para volver a embragar progresivamente una vez lograda la selección de la nueva relación deseada.



En la figura inferior tenemos un sincronizador con "fiador de bola", donde puede verse el dentado exterior o auxiliar (1) del piñón loco del eje secundario (correspondiente a una velocidad cualquiera) y el cono macho (2) formado en él. El cubo deslizante (7) va montado sobre estrías sobre el eje secundario (8), pudiéndose deslizarse en él un cierto recorrido, limitado por topes adecuados. La superficie externa del cubo está estriada también y recibe a la corona interna del manguito deslizante (3), que es mantenida centrada en la posición representada en la figura, por medio de un fiador de bola y muelle (6).

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



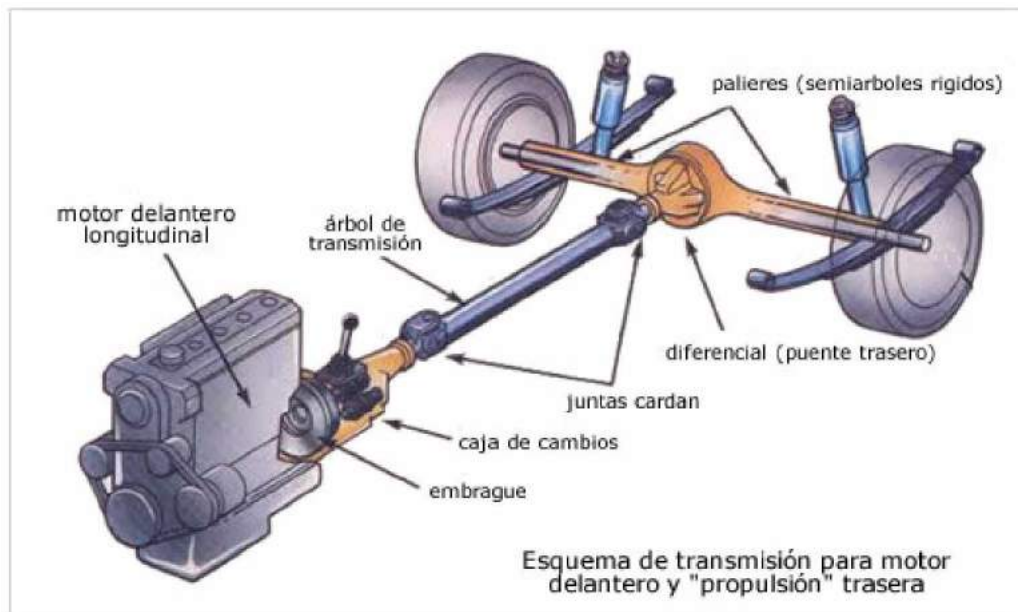
Para realizar una maniobra de cambio de velocidad, el conductor lleva la palanca a la posición deseada y, con esta acción, se produce el desplazamiento del manguito deslizante, que por medio del fiador de bola (6), desplaza consigo el cubo deslizante (7), cuya superficie cónica interna empieza a frotar contra el cono del piñón loco que, debido a ello, tiende a igualar su velocidad de giro con la del cubo sincronizador (que gira solidario con el eje secundario). Instantes después, al continuar desplazándose el manguito deslizante venciendo la acción del fiador, se produce el engrane de la misma con el dentado auxiliar del piñón loco sin ocasionar golpes ni ruidos en esta operación, dado que las velocidades de ambas piezas ya están sincronizadas. En estas condiciones, el piñón loco queda solidario del eje secundario, por lo que al producirse la acción de embragado, será arrastrado por el giro del motor con la relación seleccionada.

TRANSMISION

La transmisión del movimiento de la caja de cambios a las ruedas necesita de unos elementos que se van a encargar de este cometido. Estos elementos van a depender principalmente de la posición que ocupe el motor en el vehículo (delantero, trasero) y de la posición de las ruedas motrices ("tracción" delantera, "propulsión" trasera, tracción total 4x4). Estos elementos de transmisión están sometidos a esfuerzos constantes de torsión; en consecuencia, deben diseñarse para soportar estos esfuerzos sin deformación y ser capaces de transmitir todo el par motor a las ruedas.

Como el motor y caja de cambios van fijos al bastidor y las ruedas van montadas sobre un sistema elastico de suspensión, éstas se hallan sometidas a continuos desplazamientos de vaivén por las irregularidades del terreno. Por lo tanto el enlace entre la caja de cambios y las ruedas no puede ser rígido, sino que ha de estar preparado para adaptarse a esas deformaciones. Según la situación del grupo motopropulsor y de las ruedas motrices en el vehículo, se emplean diferentes sistemas de transmisión, acoplando juntas y semiárboles adaptados al sistema elegido.

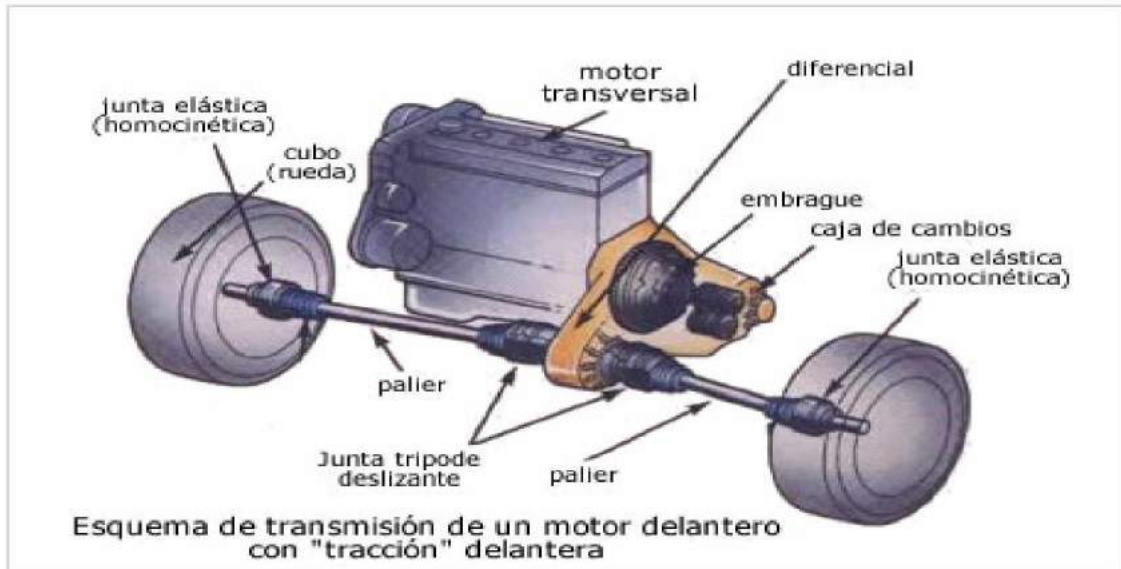
- En los vehículos con motor delantero y propulsión trasera, el enlace caja de cambios puente trasero con diferencial se realiza por medio de un árbol de transmisión que lleva adaptado un sistema de juntas elásticas para absorber las deformaciones oscilantes del puente. En este sistema, el enlace del diferencial con las ruedas se realiza por medio de unos semiárboles rígidos llamados palieres, alojados en el interior del puente trasero.



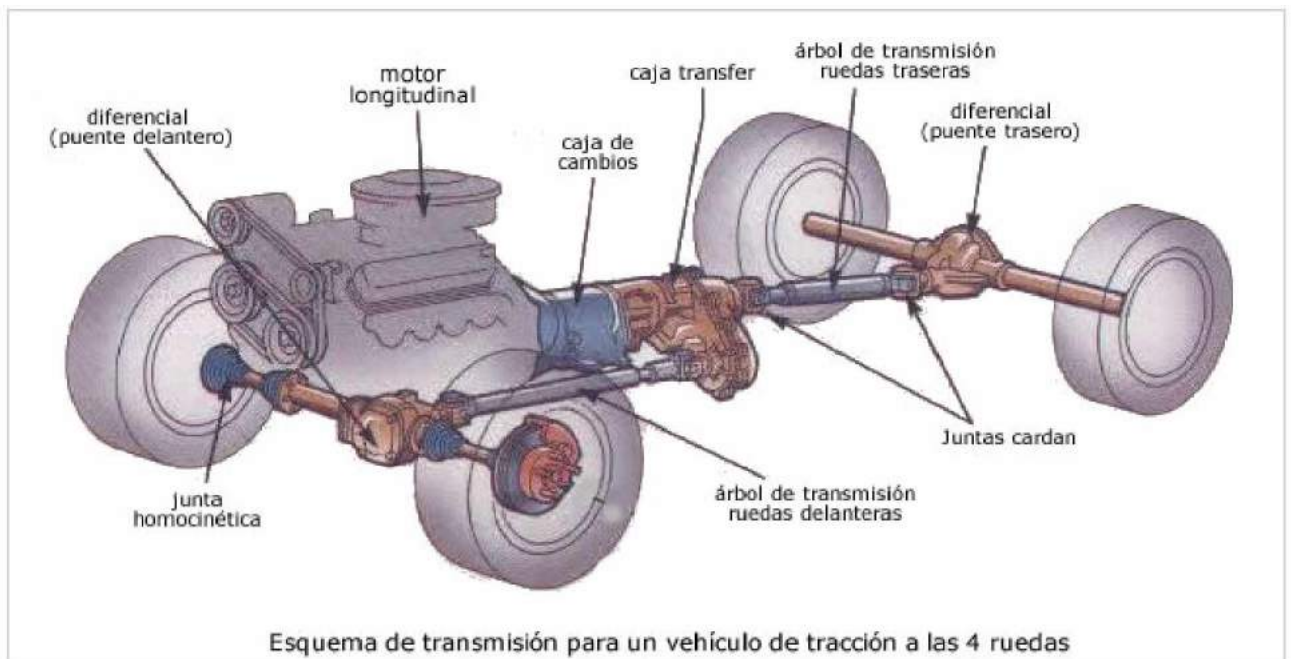
- En los vehículos con motor y propulsión traseros o motor y tracción delanteros, la transmisión se realiza directamente desde la caja de cambios a las ruedas. En este caso no existe puente diferencial ni árbol de transmisión. El diferencial esta formando conjunto con la caja de cambios y la unión de este conjunto con las ruedas se hace por medio de un enlace que no puede ser rígido. Con este fin se usan semiárboles con interposición de juntas elásticas que permitan el movimiento oscilante de la rueda cuando el vehículo esta en movimiento. Cualquiera que sea el sistema de juntas empleadas en la transmisión, estas deben cumplir

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

la condición de ser oscilantes y deslizantes, para permitir los desplazamientos de la rueda y a la vez adaptarse a las variaciones de longitud producidas en los semiarboles por causa de esos desplazamientos.

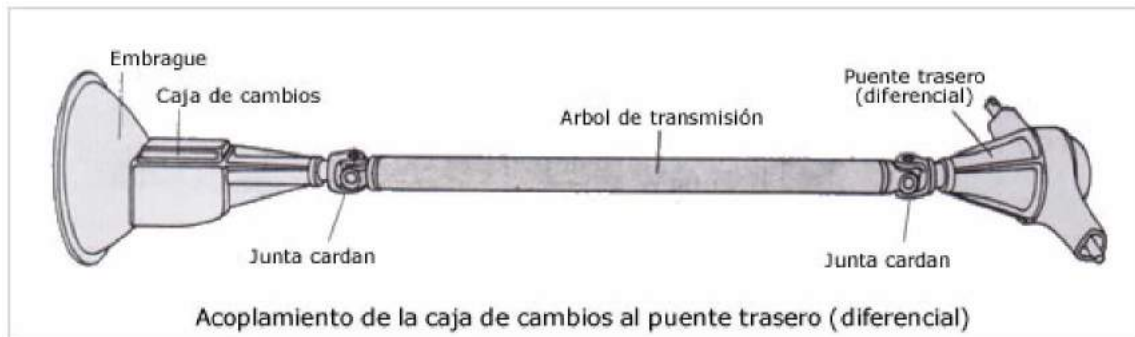


- En los vehículos con tracción a las 4 ruedas (4x4), la transmisión del movimiento a las ruedas se complica ya que se necesitan mas elementos, como otro árbol de transmisión que transmita el movimiento generalmente a las ruedas traseras, esto viene acompañado con el uso de otro diferencial.



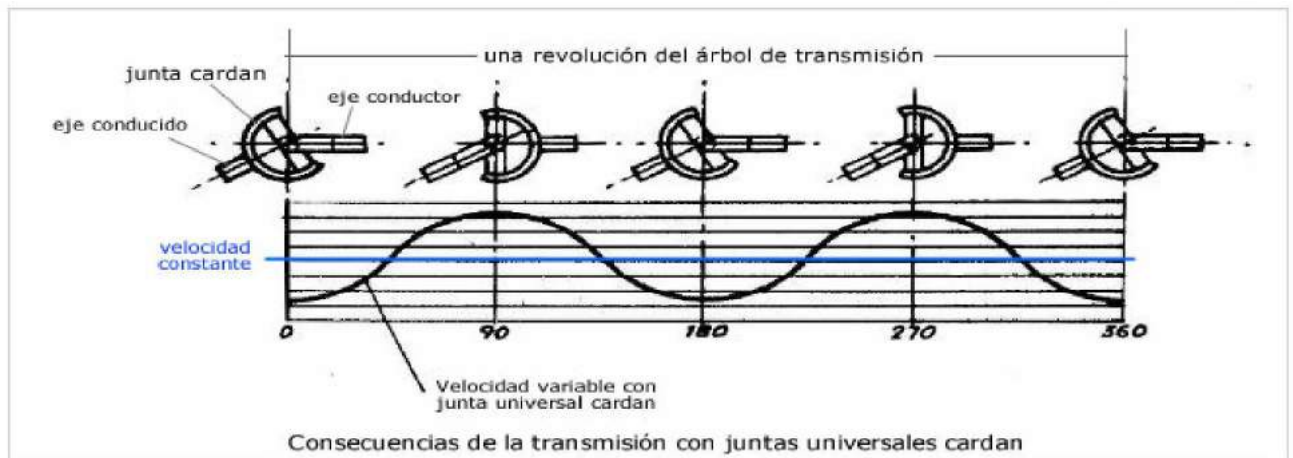
Árboles de transmisión

Están sometidos en su funcionamiento a esfuerzos constantes de torsión que son contrarrestados por la elasticidad del material. Por este motivo están diseñados para que aguanten el máximo de revoluciones sin deformarse. Se fabrican en tubo de acero elástico, con su sección longitudinal en forma de uso (mas grueso en el medio que en los extremos) y perfectamente equilibrados para no favorecer los esfuerzos en ningún punto determinado. Además del esfuerzo de torsión, el árbol de transmisión está sometido a otro de oscilación alrededor de su centro fijo de rotación. Debido a este movimiento de oscilación se modifican continuamente las longitudes de las uniones, dando como resultado un movimiento axial del árbol de transmisión



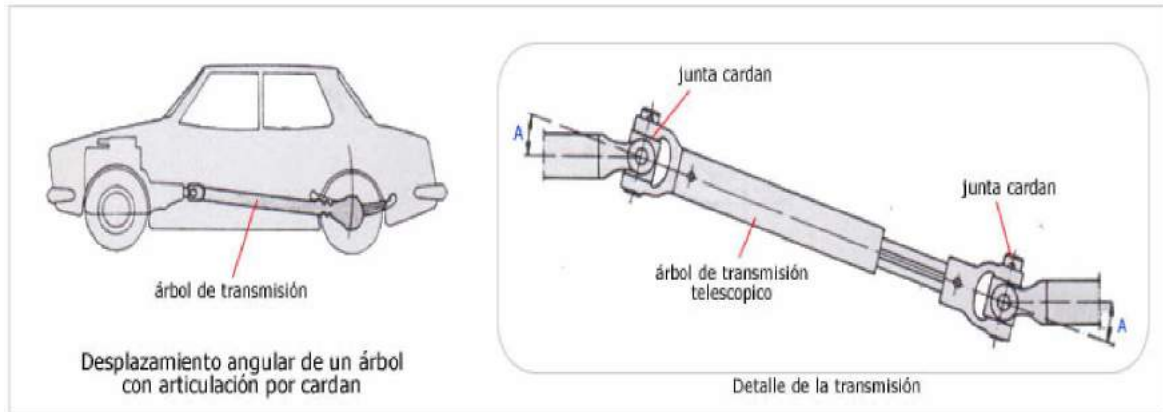
Arboles de transmisión con juntas universales cardan

Las juntas cardan son las más empleadas en la actualidad, ya que pueden transmitir un gran par motor y permite desplazamientos angulares de hasta 15° en las de construcción normal, llegando hasta los 25° en las de construcción especial. Tienen el inconveniente de que cuando los ejes giran desalineados quedan sometidos a variaciones de velocidad angular y, por tanto, a esfuerzos alternos que aumentan la fatiga de los materiales de los que están contruidos.

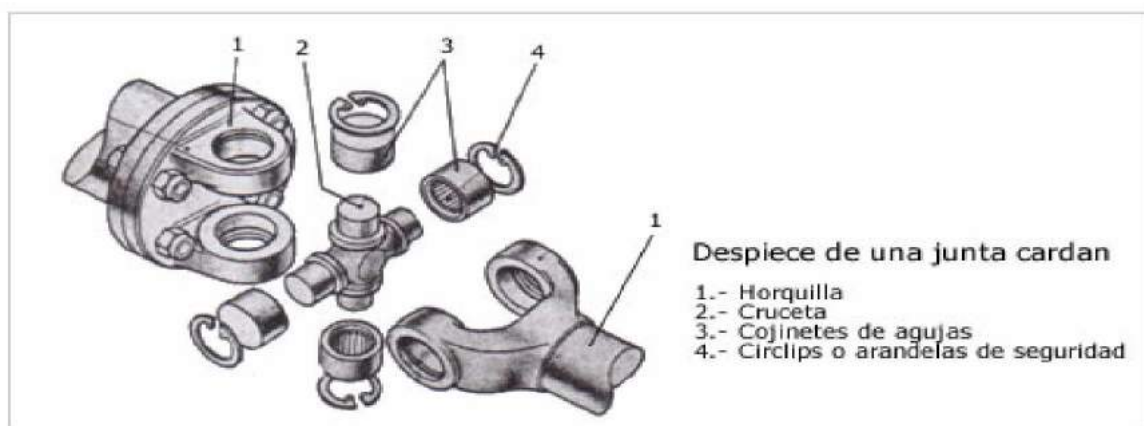


MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

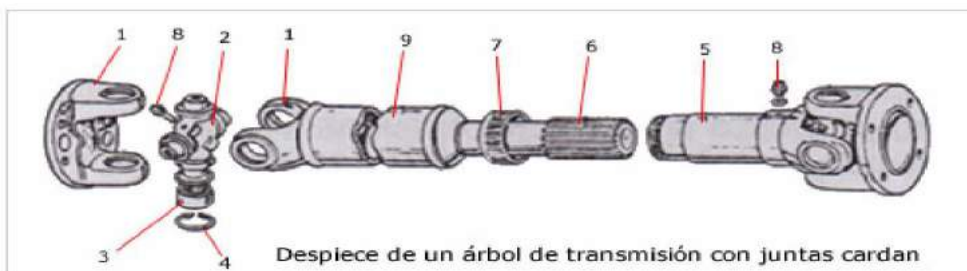
La oscilacion de la velocidad es mayor cuanto mayor sea el ángulo (A , de la figura inferior) aunque, normalmente, este ángulo en los vehículos es muy pequeño y, por tanto, las variaciones de velocidad son prácticamente despreciables.



La junta cardan esta constituida por dos horquillas (1) unidas entre si por una cruceta (2), montada sobre cojinetes de agujas (3) encajados a presión en los alojamientos de las horquillas y sujetos a ellas mediante circlips o bridas de retención (4).



Una de las horquillas va unida al tubo de la transmisión (9) y la otra lleva la brida de acoplamiento para su unión al grupo propulsor del puente. En el otro lado del tubo, la junta cardan va montada sobre una unión deslizante, formada por un manguito (5) estriado interiormente que forma parte de una de las horquillas, acoplándose al estriado (6) del tubo (9). El conjunto así formado constituye una unión oscilante y deslizante.

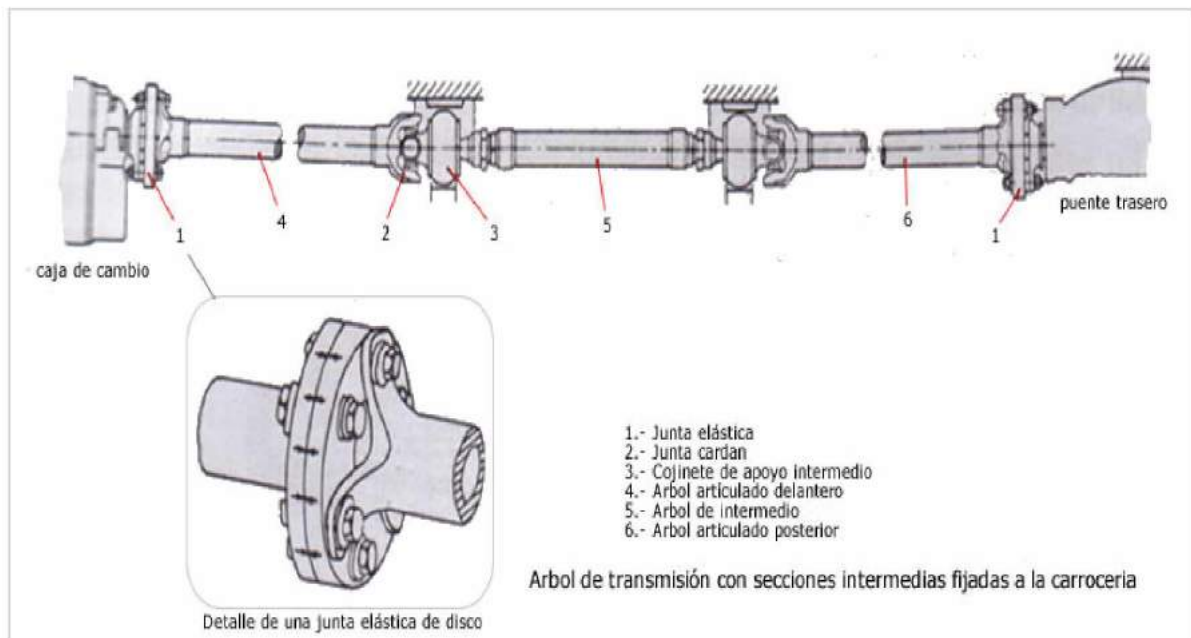


MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

Estos árboles no sufren, generalmente, averías de ningún tipo, salvo rotura del propio árbol, en cuyo caso hay que cambiar el conjunto, ya que no admite reparación. El único desgaste que pueden sufrir esta en los cojinetes de la cruceta, en cuyo caso se sustituyen éstos o se procede a cambiar la cruceta. La protección del acoplamiento estriado la asegura el casquillo guardapolvo (7) y el engrase de las articulaciones de la junta cardan se efectúa con grasa consistente por los engrasadores (8).

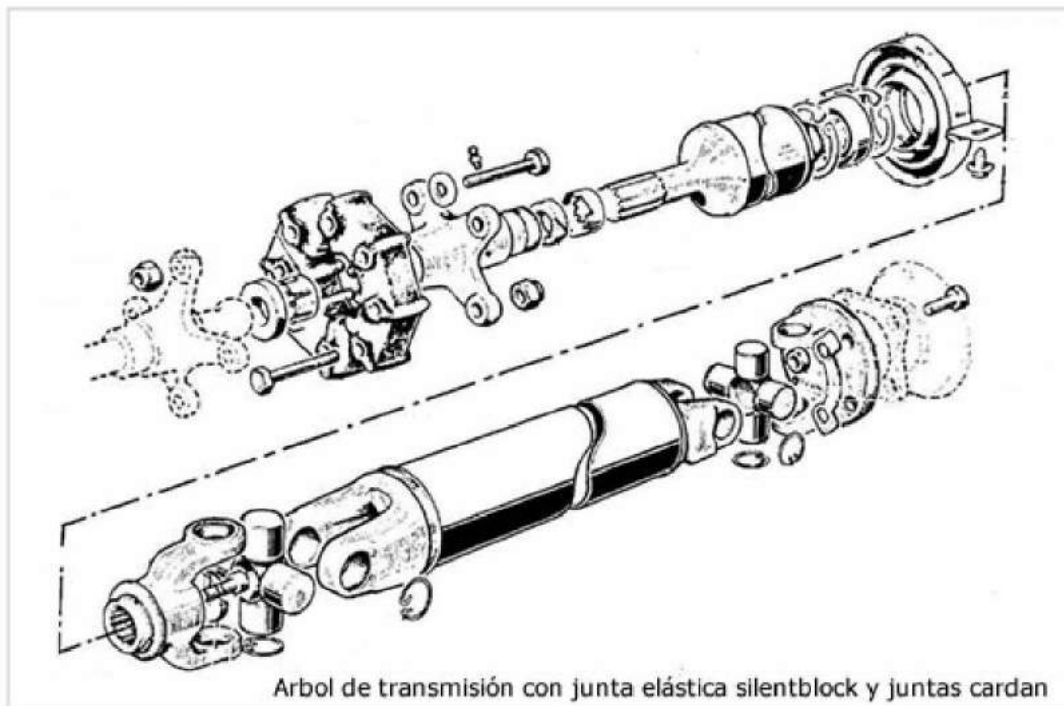
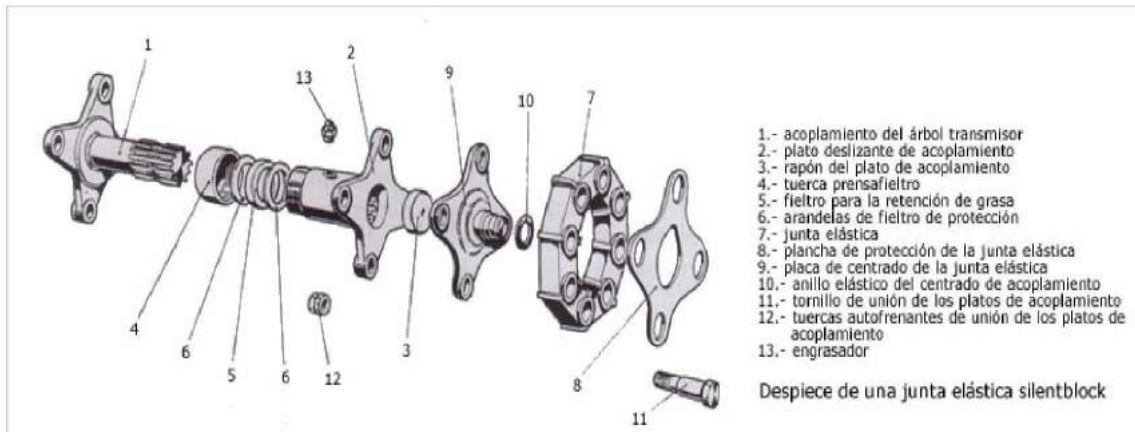
Arboles con juntas universales elásticas

Estos árboles se emplean cuando el puente trasero va fijo a la carrocería o para secciones intermedias de transmisión; por tanto, no necesitan transmitir el giro con grandes variaciones angulares. Como juntas se emplean discos de tejido o articulaciones de goma interpuesta entre dos bridas sujetas con pernos de unión. Las juntas de disco, permiten un ángulo de desviación de 3 a 5° y están constituidas por uno o dos discos elásticos (tejido de tela engomada), interpuestos entre la brida del puente o caja de cambios y la brida de transmisión.



Las juntas con articulaciones de goma (silentblock), al ser mas elasticas que los discos, permiten desviaciones angulares de 5 a 8°. Tienen la ventaja de amortiguar las oscilaciones y ruidos en la transmisión; además, pueden eliminar el elemento deslizante, debido a su propia elasticidad transversal, cuando va montada entre elementos fijos.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

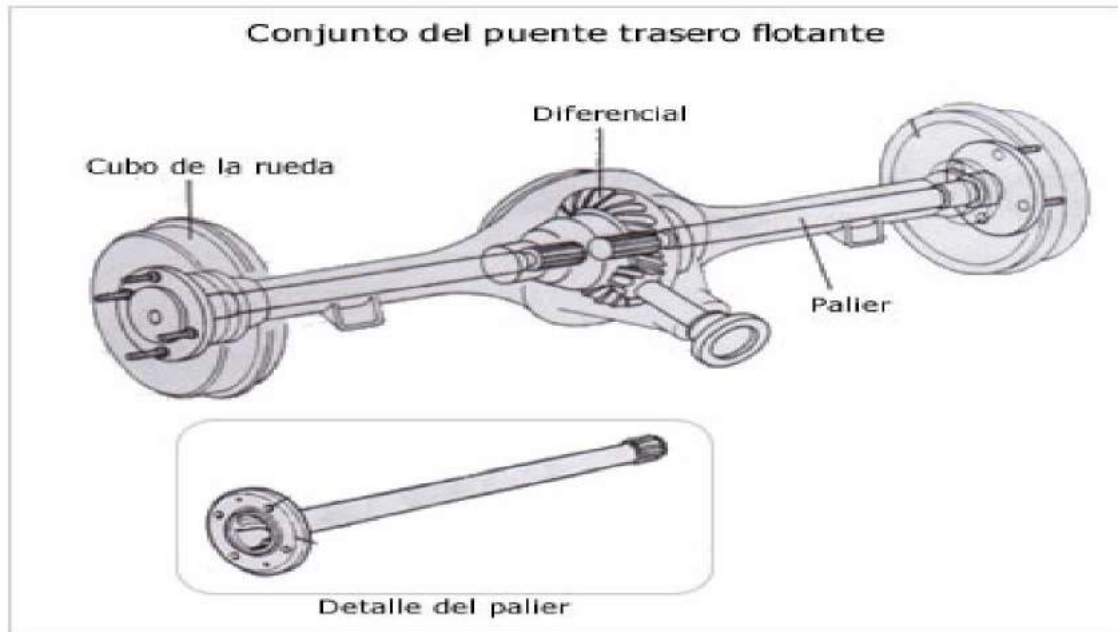


Semiárboles de transmisión o palieres

Los semiárboles o palieres pueden ser rígidos o articulados (para suspensiones independiente) tienen la misión de transmitir el movimiento desde el diferencial a las ruedas. Están constituidos por un eje de acero forjado, uno de sus extremos se acopla al planetario del diferencial y, el otro extremo se acopla al cubo de la rueda.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

En vehículos con motor delantero y propulsión trasera dotada de puente trasero flotante (sin suspensión independiente) se emplean para el montaje de estos semiárboles, varios sistemas:

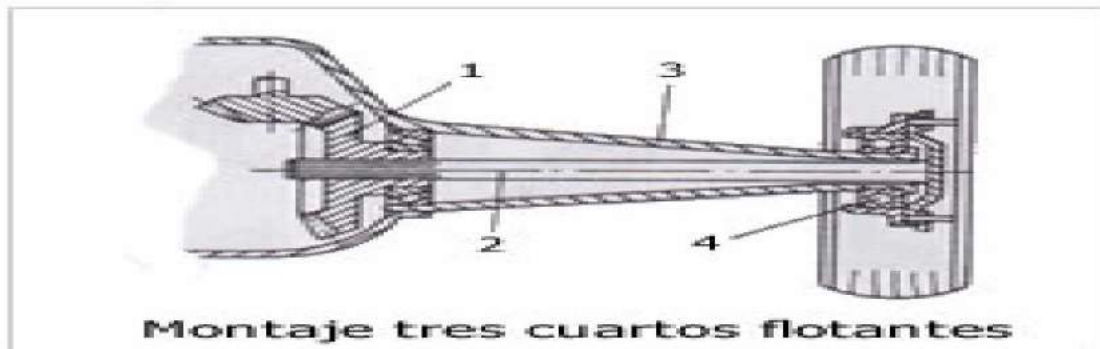


- **Montaje semiflotante:** En este sistema el palier (1) se apoya por un extremo en el planetario (2) del diferencial y, por el otro lado, lo hace en la trompeta (3) del puente, a través de un cojinete (4). Con este montaje, el peso del vehículo descansa en (P) y queda totalmente soportado por el palier que, además, transmite el giro a la rueda; queda, por tanto, sometido a esfuerzos de flexión y torsión; por esta razón, estos palieres tienen que ser de construcción más robustos.

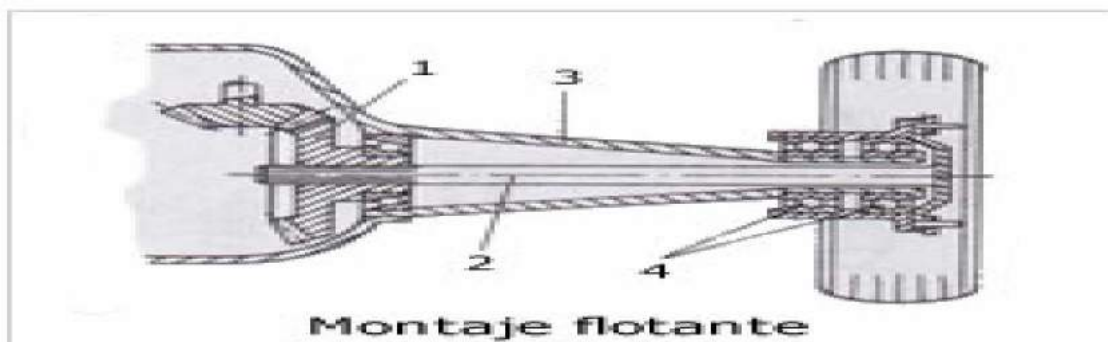


- **Montaje tres cuartos flotante:** En este montaje el palier se une al cubo de la rueda, siendo este el que se une al mangón (3) a través de un cojinete (4). En este caso, el peso del vehículo se transmite desde la trompeta del puente al cubo de la rueda y el palier queda libre de este esfuerzo, teniendo únicamente que mantener el cubo alineado y transmitir el giro.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



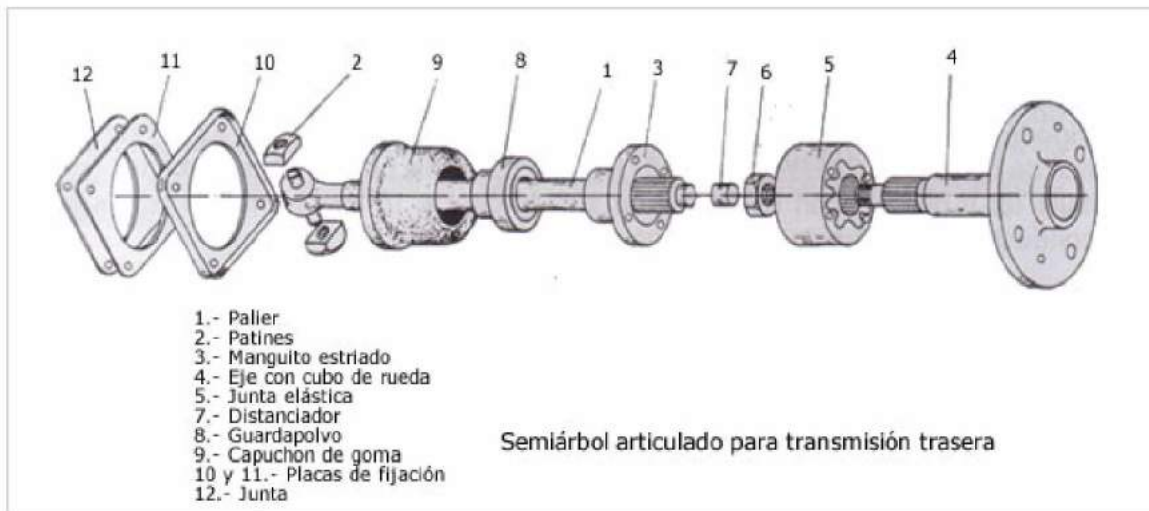
- **Montaje flotante:** En este montaje (el mas utilizado en los camiones) el cubo de la rueda se apoya en el mangón del puente (3) a través de dos cojinetes (4), quedando así alineada la rueda que soporta el peso del vehículo. El palier queda liberado de todo esfuerzo, ya que solamente tiene que transmitir el giro de las ruedas. En los montajes semiflotantes y tres cuartos flotante, el palier no puede ser extraído del puente sin haber antes liberado a la rueda del peso del vehículo, cosa que no ocurre con este ultimo sistema en el que, como puede verse, el palier queda totalmente libre.



Semiárboles para transmisión con motor y propulsión traseros y suspensión independiente

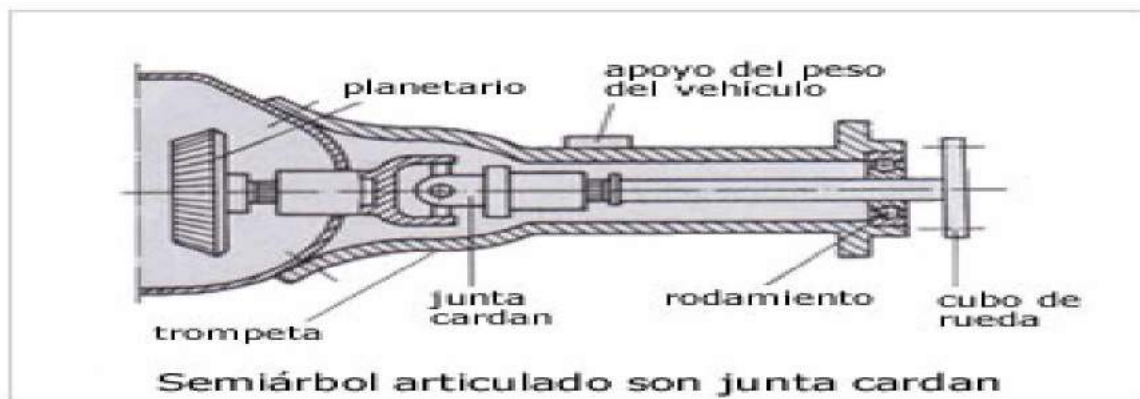
Uno de los mas empleados es el que se ve en la figura inferior, donde el palier (1) se une por un extremo al planetario por medio de los patines (2) alojados en el cajeado del mismo. Su form esferica les permte deslizarse en el cajeado y adaptarse perfectamente a cualquier posición del palier. Por el otro extremo se acopla el manguito (3) por medio del estriado de ambos y que permite el deslizamiento del palier dentro del mismo, ajustando así la longitud diferencial-rueda por muy accidentado que sea el terreno.

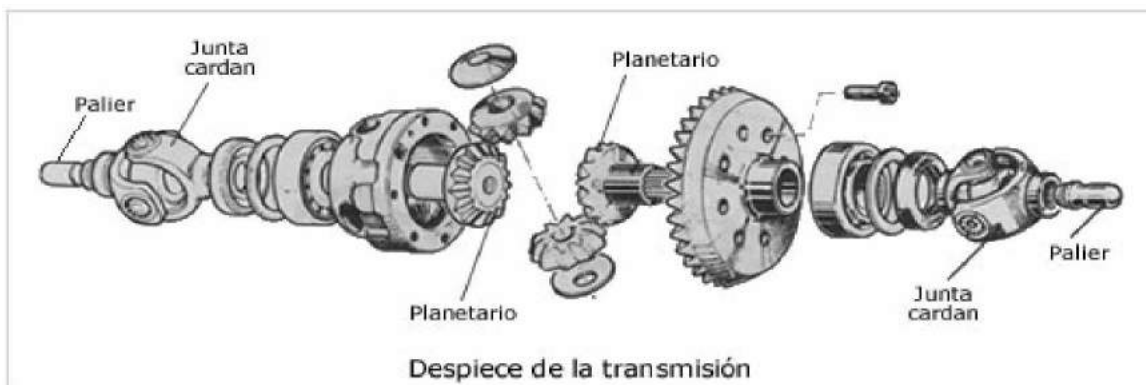
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



El árbol (4) de la rueda se acopla por medio de su estriado a la junta elástica (5), que consiste en un manguito o taco de caucho con un estriado interior, para que su acoplamiento al árbol de la rueda sea elástico, sujeto al mismo con la tuerca (6). La junta elástica (5) se une al manguito (3) y transmite así el movimiento desde el planetario a la rueda montada en la cabeza del árbol (4). La junta elástica (5) y los patines (2) constituyen el sistema oscilante que hace que el giro pueda transmitirse a la rueda en cualquier posición de la misma, debido a las desigualdades del terreno. El sistema va montado al aire y lleva un protector de goma (9) para evitar que entre polvo en el interior de la caja de cambios.

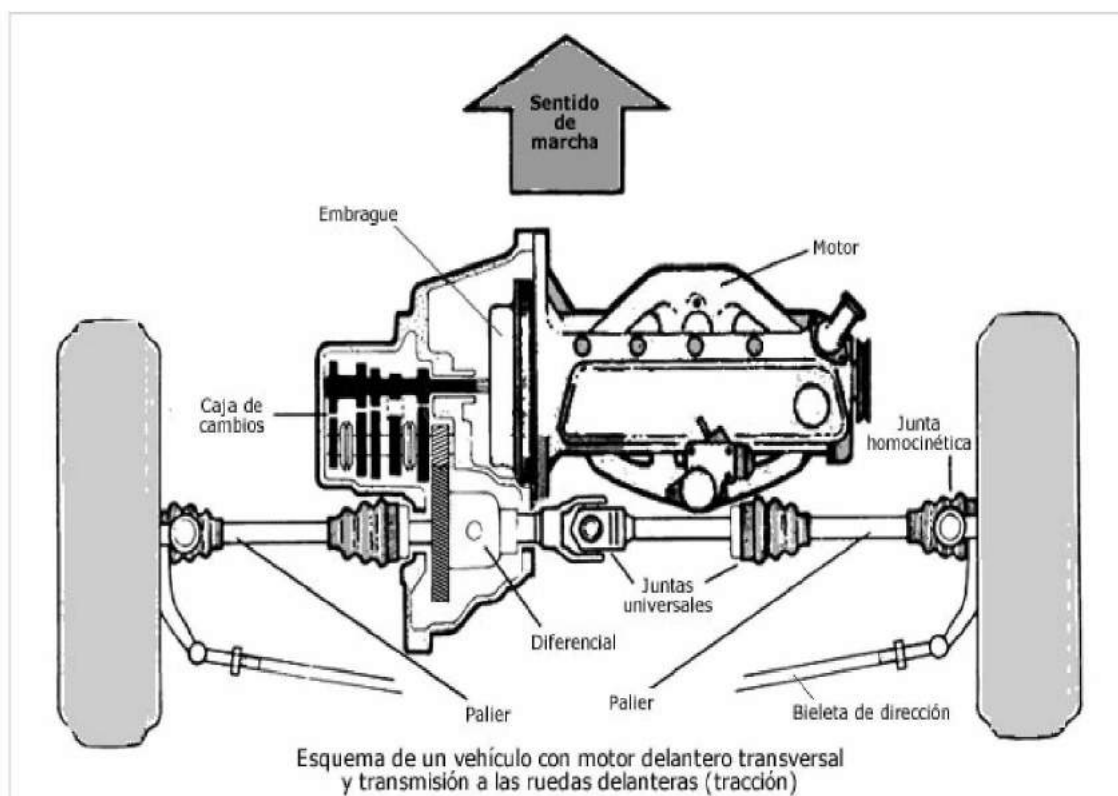
Otro tipo de semiárbol para motor y propulsión traseros es el que se ve en la figura inferior que consiste en interponer una junta cardan, la cual se une por uno de sus extremos al planetario y, por el otro lado, al palier y cubo de rueda. En este sistema el palier no va montado al aire, sino dentro de una trompeta que va unida al carter por un sistema que permite adaptarse a las incidencias del terreno, apoyándose al palier en esta trompeta con interposición del rodamiento.





Semiárboles para vehículos con tracción delantera (palieres)

Los vehículos con motor y tracción delanteras deben utilizar para transmitir el movimiento de la caja de cambios (diferencial) a las ruedas, un sistema de transmisión con unas juntas que permitan tanto el movimiento oscilante de la suspensión como el movimiento de orientación de las ruedas, ya que estas ruedas además de ser motrices son directrices.



MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

Para este tipo de transmisiones no puede utilizarse juntas cardan, pues como ya se ha comentado anteriormente, las velocidades de los dos árboles unidos a este tipo de juntas, cuando están formando un cierto ángulo, no son iguales en todo momento. La velocidad de giro que reciben de la caja de cambios es regular, pero a la salida de la junta, en cada vuelta aumenta dos veces y disminuye otras dos, lo que significa un giro de impulsos cuando el ángulo formado por los dos ángulos es grande, como ocurre cuando el vehículo toma una curva. En una tracción delantera hay que tener presente que el árbol intermedio alcanza fácilmente ángulos del orden de 20° con el árbol de salida del diferencial como consecuencia de los desplazamientos de la suspensión. Por otra parte, el árbol conducido, que ataca a la rueda motriz y directriz, alcanza ángulos de unos 40° con el árbol intermedio como consecuencia del giro de orientación de las ruedas.

Para evitar los inconvenientes de las juntas cardan en transmisiones delanteras se utilizan juntas homocinéticas de las que existen varios diseños:

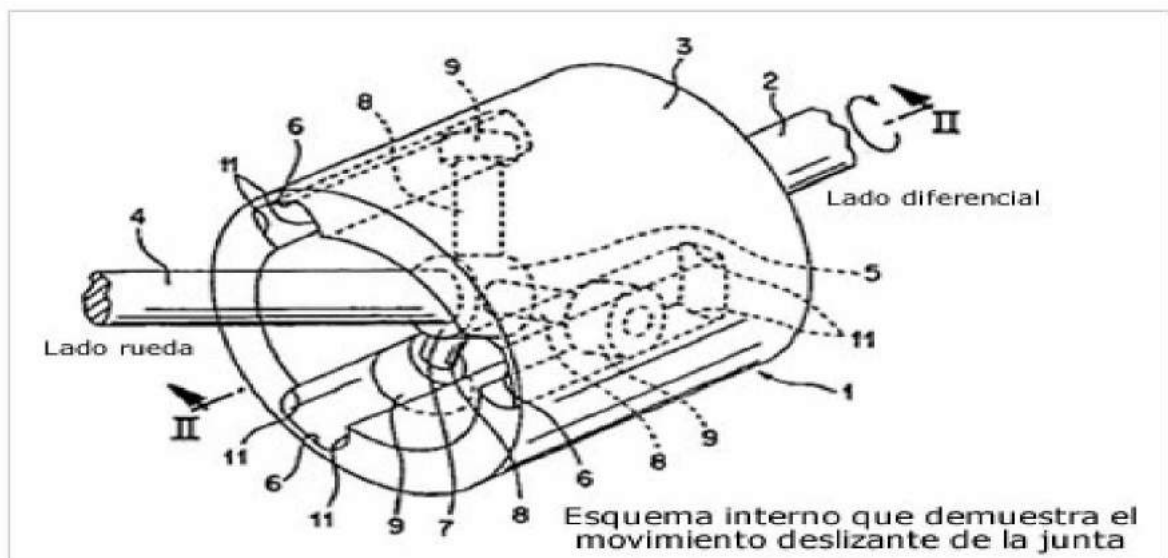
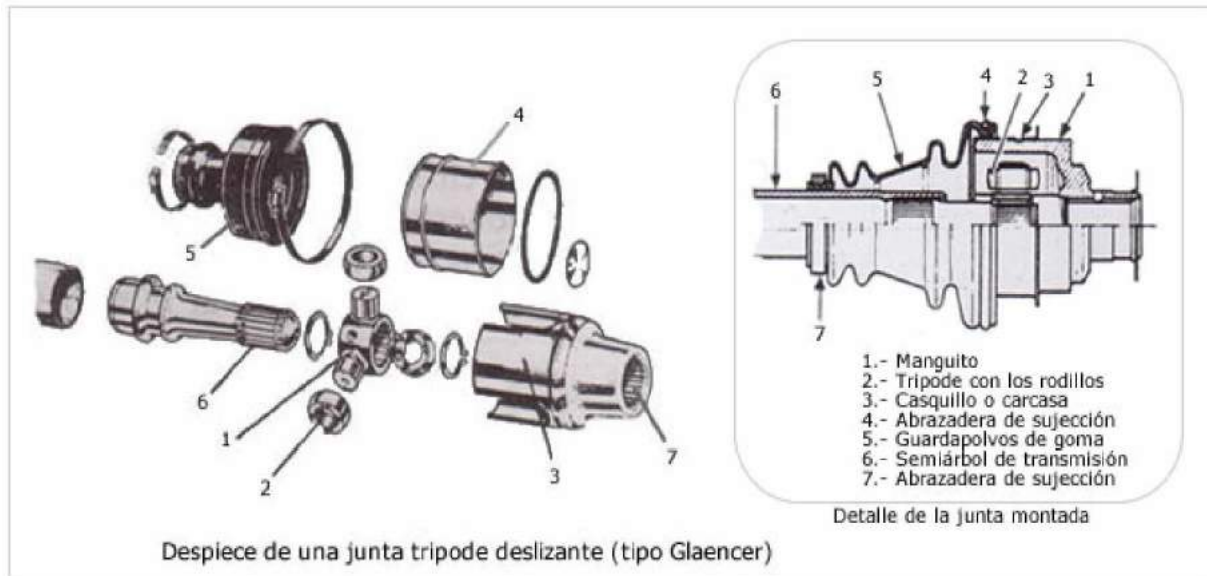
Junta homocinética Glaencer-Spicer

Consiste en dos juntas cardan unidas por una pieza de doble horquilla, de forma que el giro alterado por una de ellas es rectificado por la otra, transmitiéndose así un movimiento uniforme a las ruedas. Esta junta se puede decir que se compone de dos juntas cardan simples que se acoplan entre sí mediante un árbol muy corto. Además posee un dispositivo de centrado constituido por una rótula y una pequeña esfera, de manera que pueden deslizarse a lo largo del árbol conducido.



En el otro extremo del palier, o sea en la unión al diferencial, se acopla otra junta cardan deslizante, o bien en este lado del palier se dispone de una junta deslizante del tipo Glaencer. Esta junta está constituida por un trípode (1) donde se acoplan los rodillos (2) alojados en las ranuras cilíndricas del manguito (3) donde pueden deslizarse. En el interior del trípode (1) donde se acoplan los rodillos (2) alojados en las ranuras cilíndricas del manguito (3) donde pueden deslizarse. En el interior del trípode (1) se aloja el palier (6) y, en el casquillo (3), el planetario (7), resultando una junta homocinética deslizante. El casquillo (4) y el guardapolvos (5) sirven de tapa y cierre del conjunto.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

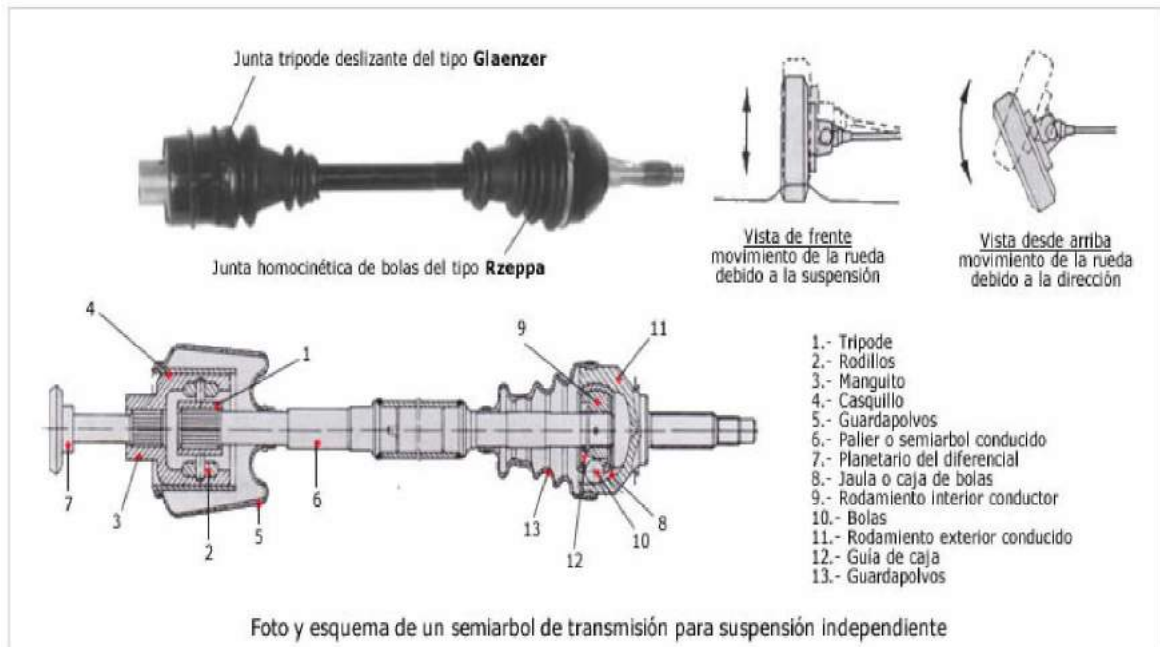


Esta junta es de engrase permanente y se caracteriza por su reducido volumen. Tiene un rendimiento muy elevado y muy poca resistencia al deslizamiento, la junta trípode deslizante Glaencer se comporta homocinéticamente bajo cualquier ángulo, con una gran capacidad para la transmisión de pares y un elevado rendimiento mecánico. A esta junta se le denomina G. I (interior) pues siempre se coloca en el lado del diferencial.



MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

En los vehículos con tracción delantera se suele acompañar la junta anterior con una junta homocinética Glaenzer-Spicer (G. E, por utilizarse en el lado rueda) o con una junta homocinética de bolas denominada Rzeppa.

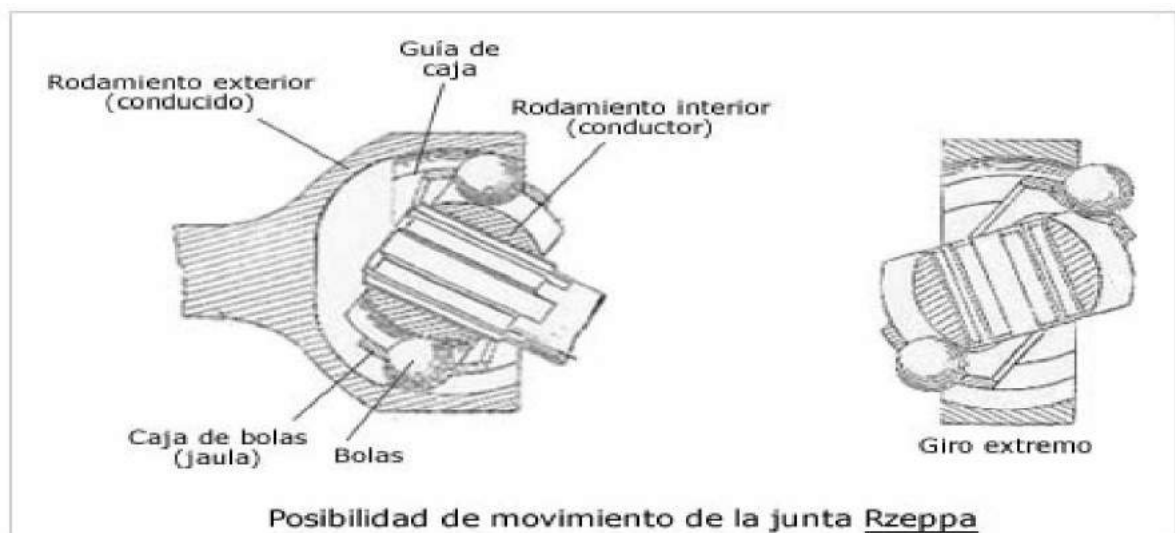
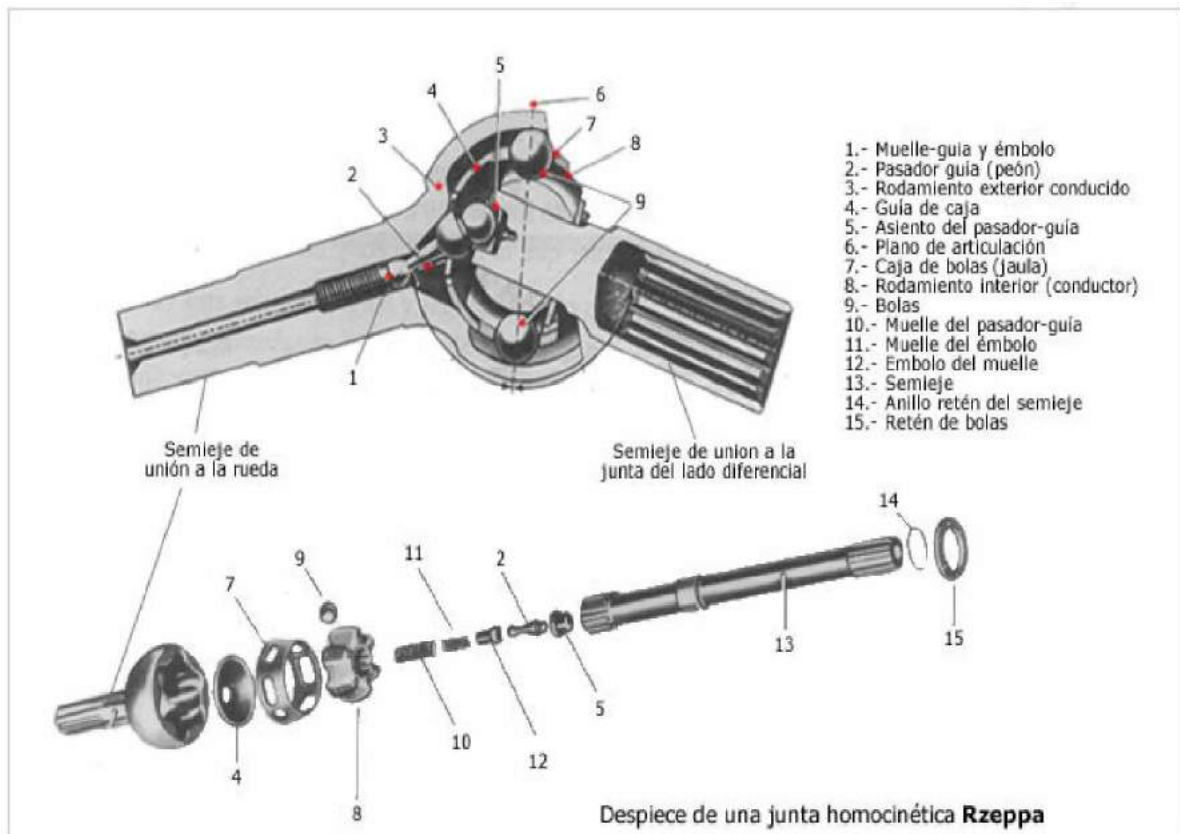


Junta homocinética Rzeppa

La junta del tipo Rzeppa o mas conocida por "junta homocinética de bolas" es la mas utilizada hoy en día. Esta junta suele utilizarse combinada con la Glaenzer trípode deslizante (ver figura superior), esta ultima montada en el lado caja de cambios y junta Rzeppa en lado rueda, pues trabaja perfectamente bajo condiciones de gran angularidad. Esta junta debido a su complejidad constructiva no se ha impuesto su utilización hasta no hace muchos años.

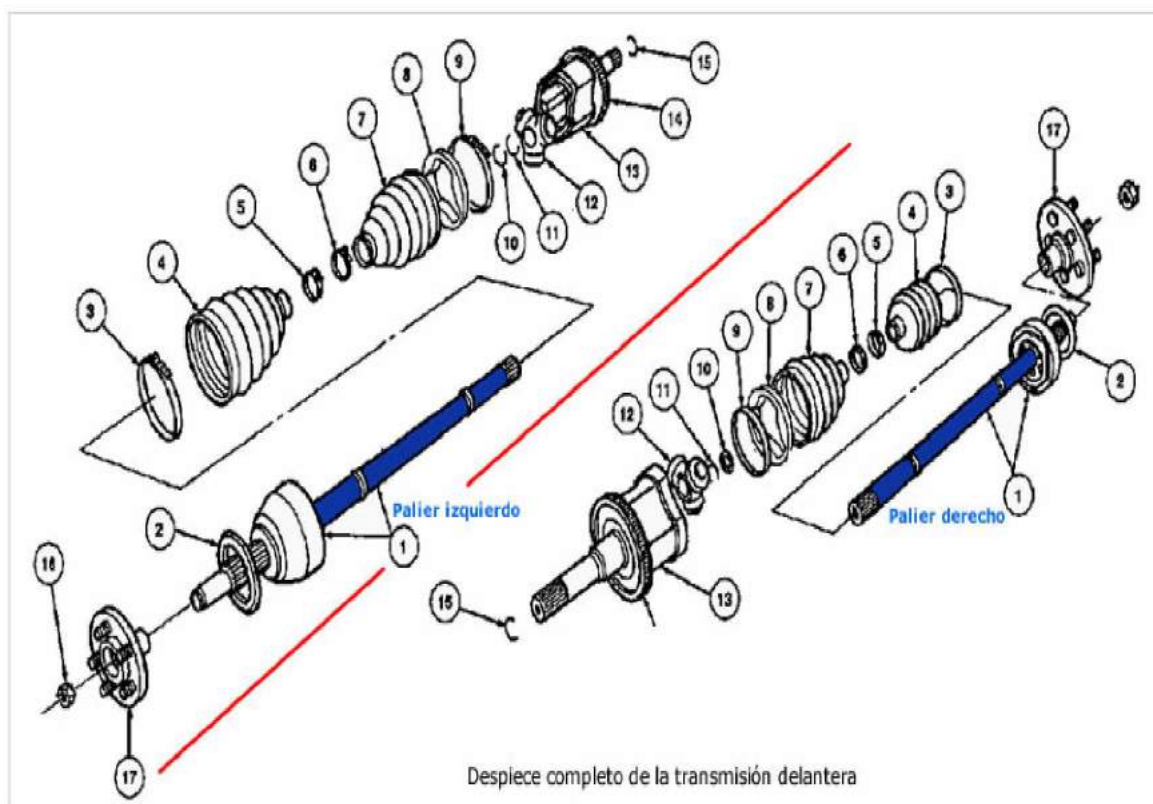
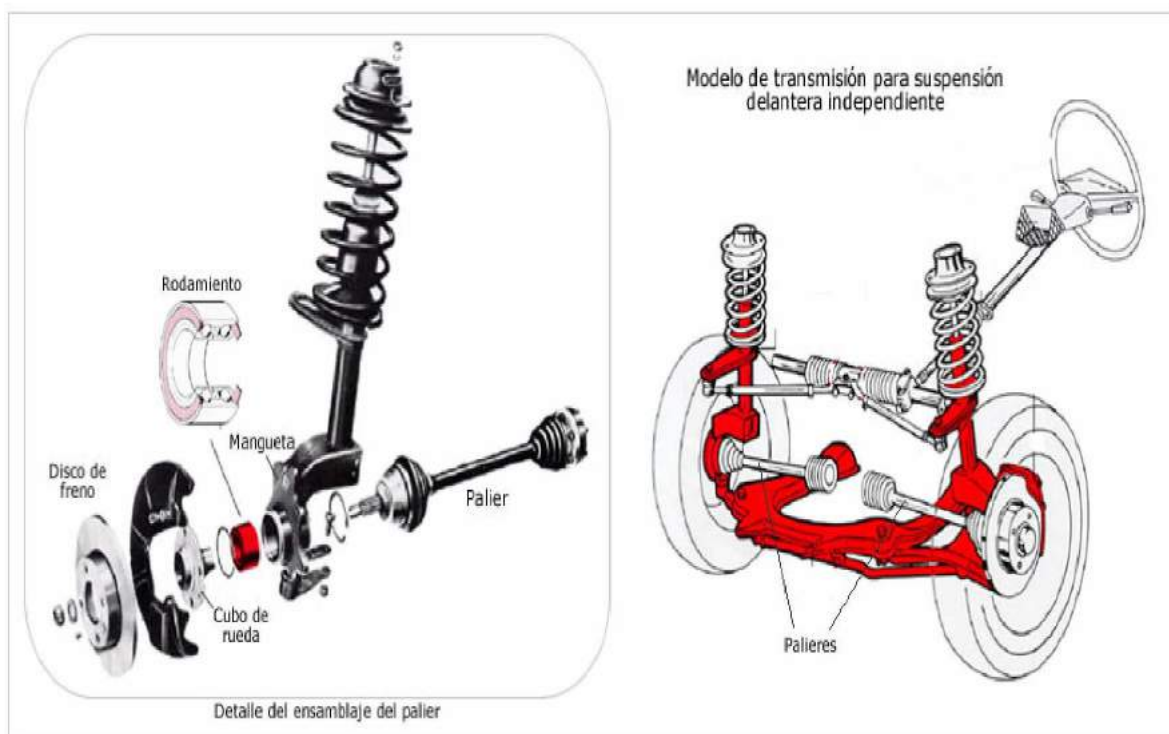
La junta Rzeppa consta de seis bolas que se alojan en una jaula especial o caja de bolas (7). A su vez, las bolas son solidarias del árbol conductor y del conducido; este acoplamiento se produce debido a que las bolas también se alojan en unas gargantas toricas, que están espaciadas uniformemente a lo largo de dos piezas interior y exterior. La pieza exterior (3), en forma de campana, esta unida al árbol conducido, en el lado rueda. La pieza interior (8) es el núcleo del eje conductor, eje que, a su vez, se une a la junta homocinética que sale de la caja de cambios. La disposición de las bolas y las gargantas hace que sean dos bolas las que transmiten el par, mientras que las otras cuatro aseguran el plano bisector. Tras una pequeña rotación, otras dos bolas son las que pasan a transmitir el par, mientras que las dos bolas que acaban de trabajar pasan al lado bisector. Una de las ventajas de la junta Rzeppa es su larga vida, superior generalmente a la del automóvil (esto es en teoría, por que en la practica vemos muchos automóviles tirados en la carretera debido a la perdida de la grasa que esta en el interior del guardapolvos y que provoca una avería en la junta homocinética).

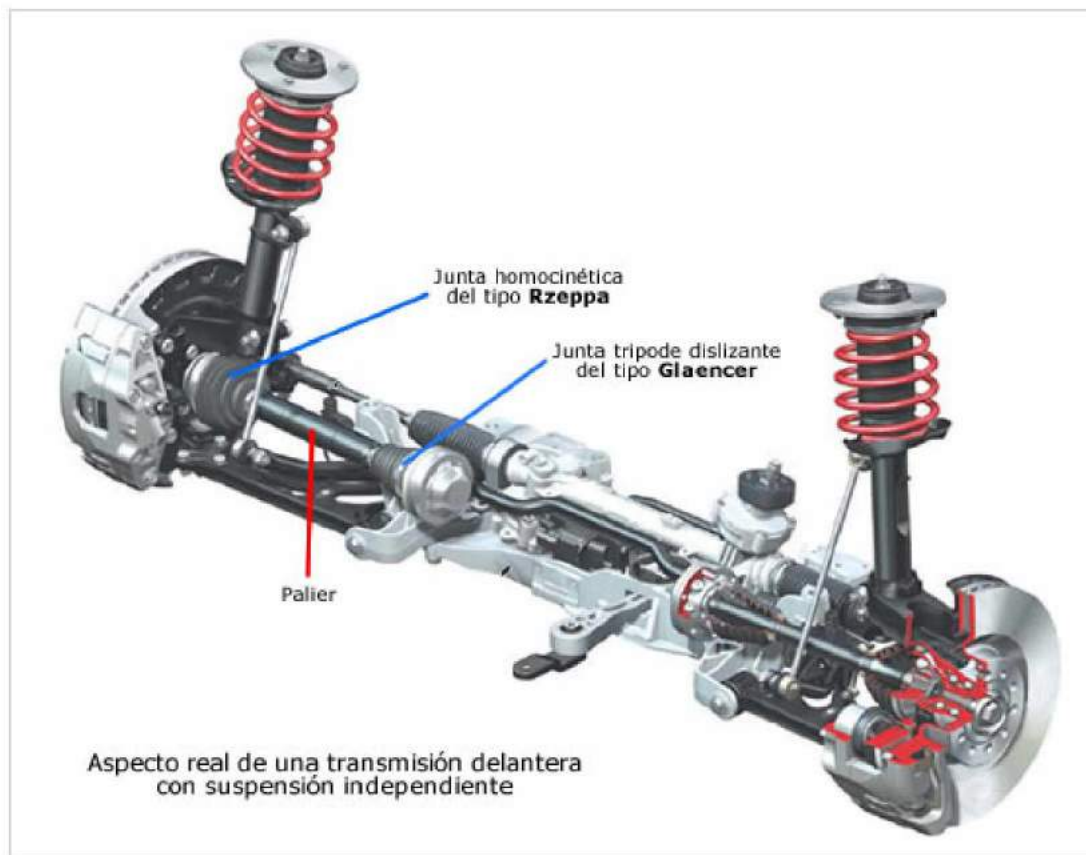
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



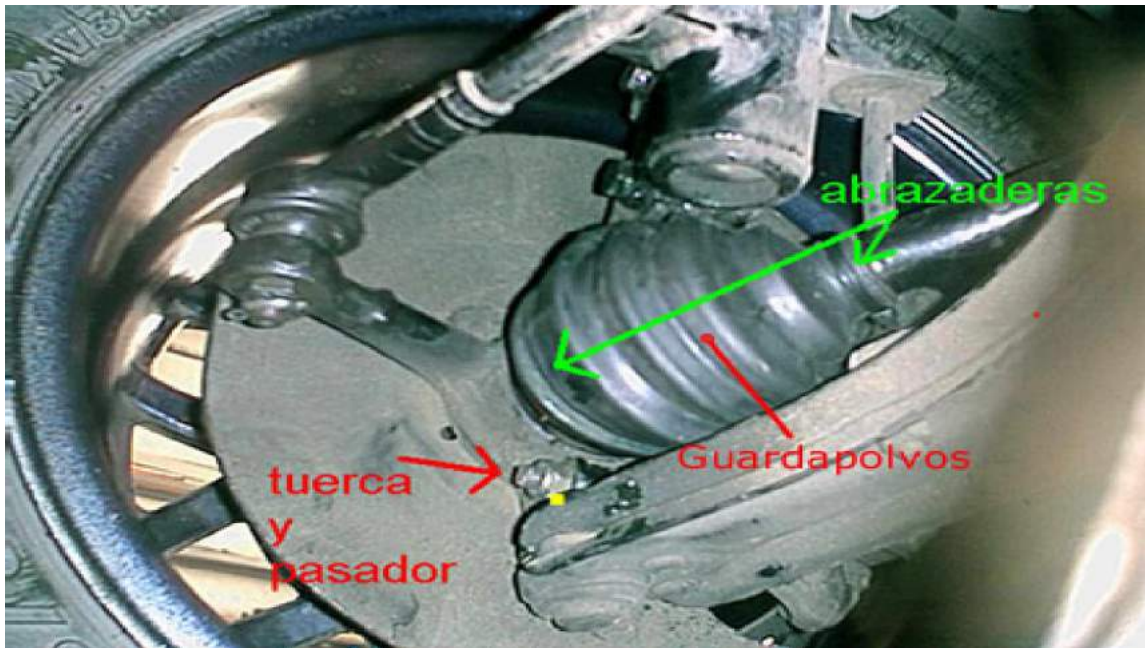
Vemos que la junta homocinética Rzeppa es uno de los componentes mecánicos del automóvil mas complejos y que juega un papel muy destacado dentro de su funcionamiento, controlando tanto la tracción como la dirección de las ruedas, de hay la gran precisión necesaria en el proceso de fabricación de la misma.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS





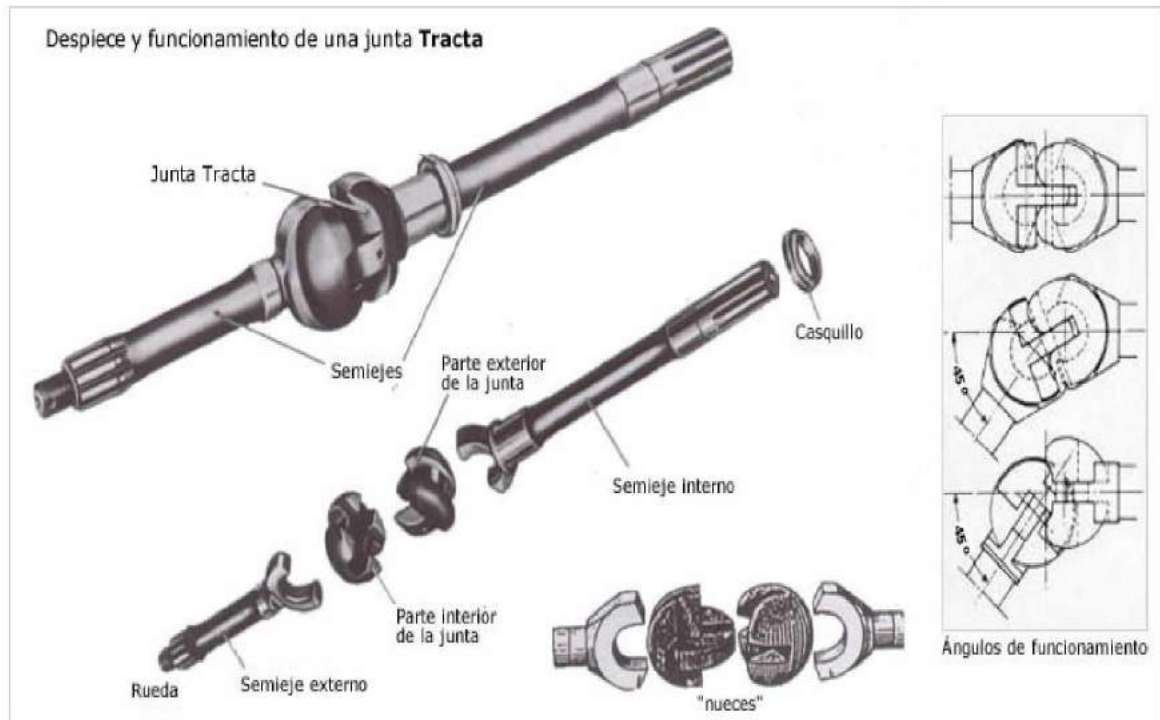
Una de las ventajas de la junta Rzeppa es su larga vida, superior generalmente a la del automóvil (esto es en teoría, por que en la practica vemos muchos automóviles tirados en la carretera debido a la perdida de la grasa que esta en el interior del guardapolvos y que provoca una avería en la junta homocinética). Los fabricantes de automóviles no aplican un mantenimiento preventivo de este elemento, simplemente se aconseja a los profesionales de la reparación (mecánicos) que realizen una inspección visual del guardapolvos del palier, cosa que no sirve para mucho, por que el guardapolvos a partir de un numero de km o un determinado tiempo de utilización del vehículo, se rasga, se rompe por que el guardapolvos es de goma y este material tiende a endurecerse perdiendo sus propiedades elásticas por lo que llega un momento en que se rompe, dejando salir la grasa consistente que lubrica la junta, por lo que esta se deteriora rapidamente ocasionando una avería grave en la transmisión. Para evitar este inconveniente seria recomendable cambiar el guardapolvos del palier entre los 100.000 o 150.000 km, con esto evitariamos una avería grave en el vehículo que en la mayor parte de las veces nos deja tirado en la carretera.



Otras juntas homocinéticas menos utilizadas o ya en desuso son:

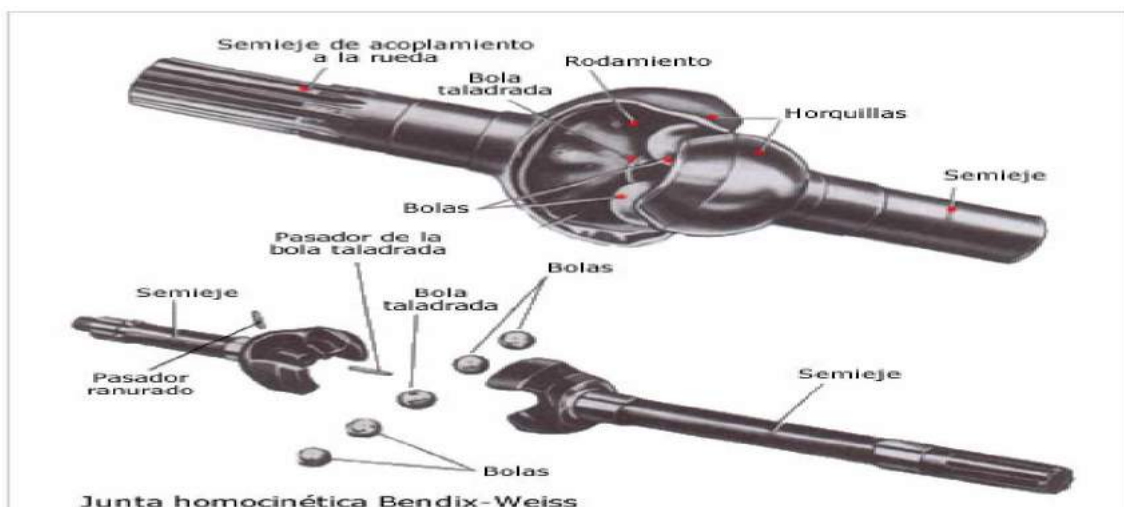
- **Junta homocinética Tracta**

Desarrollada en los años 20 del siglo pasado, se trata de una junta sencilla y relativamente fácil de fabricar. Los árboles de entrada y salida incorporan unas horquillas que se acoplan a dos piezas centrales, que hacen el efecto del árbol intermedio de las juntas. Estas dos piezas centrales, que denominaremos "nueces" por su enorme parecido con este alimento. Las nueces son macho y hembra, y se acoplan entre sí de manera que los elementos que transmiten el movimiento están siempre en el plano bisector. Los ángulos a los que puede trabajar esta junta son importantes; no obstante, cuando alcanzan valores del orden de 45° no permiten la transmisión de pares de elevado valor. La angularidad de la junta viene limitada por la geometría y la resistencia; en esas condiciones surgen movimientos relativos entre las piezas que dan lugar a rozamientos intensos que producen incrementos de temperatura. Ello limitará la vida de la junta, por lo que los pares a transmitir bajo ángulos fuertes tienen que ser mas bajos que los que podría transmitir con los árboles conductor y conducido en prolongación uno del otro.



• Junta homocinética Bendix-Weiss

Esta junta como la Rzeppa utiliza bolas que proporcionan los puntos de contacto propulsores, en ésta no hay jaula que controle las bolas, las cuales van perfectamente ajustadas en sus pistas entre las dos mitades del acoplamiento. Las cuatro bolas deslizantes son fijadas por una bola interior taladrada que gira sobre un pasador alojado en el semieje exterior. El plano de los puntos de contacto se mantiene en la bisectriz del ángulo de los dos semiejes, pero la posición de las bolas se consigue por el "roce del rodamiento" entre las cuatro bolas y sus pistas.



Tracción 4x4

Con este artículo queremos dar una visión del funcionamiento de la transmisión de los vehículos con tracción a las 4 ruedas, y mas en concreto, a la utilizada en los turismos. No queremos entrar en el funcionamiento de los todoterreno (offroad), aunque en algún momento haremos referencia a ellos.

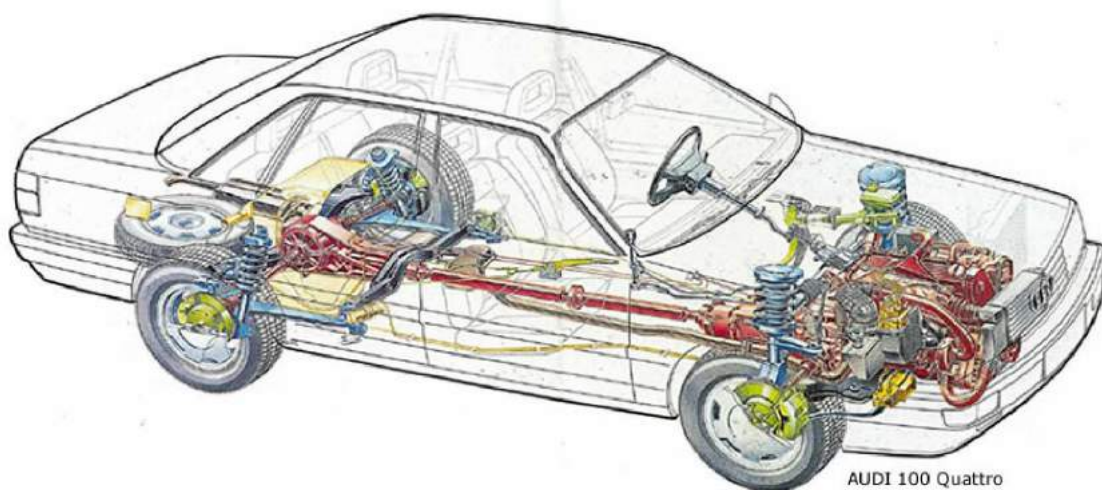
Los vehículos con tracción a las 4 ruedas se dividen en dos categorías:

- Tracción total opcional: tienen tracción permanente sólo en las ruedas posteriores, no tienen diferencial central y la tracción delantera se engancha con una palanca, quedando bloqueada. Esto quiere decir que permanentemente las 4 ruedas giran a la misma velocidad. Este tipo de tracción se utiliza mas en todoterrenos (offroad).
- Tracción total permanente: El sistema consiste en un diferencial central que distribuye la tracción a las 4 ruedas y puede tener un control de embrague viscoso que transmite mas tracción a uno de los ejes cuando el otro pierde adherencia. Este tipo de tracción se usa mas en turismos que circulan por carreteras que por caminos (offroad).

La gran diferencia entre los vehículos de tracción permanente y los enganchables es que estos últimos no se pueden mantener en carretera con tracción en las 4 ruedas porque se calientan. Sólo debe usarse cuando las condiciones del camino lo exigen. Los permanentes están diseñados para funcionar todo el tiempo y, si bien la distribución de tracción puede variar de acuerdo al terreno, nunca se desenganchan.

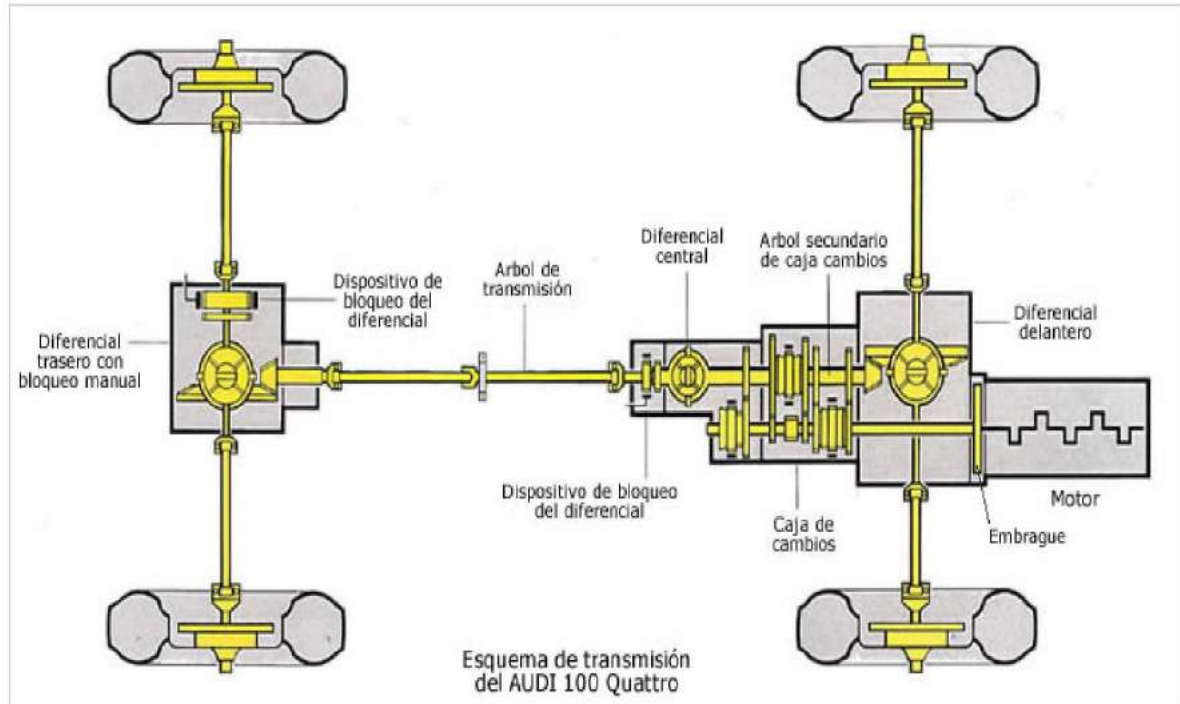
Tracción total permanente

Mas utilizada en los turismos, tiene la particularidad de utilizar un diferencial central, este diferencial es independiente del diferencial que tiene cada uno de los ejes (delantero y trasero).

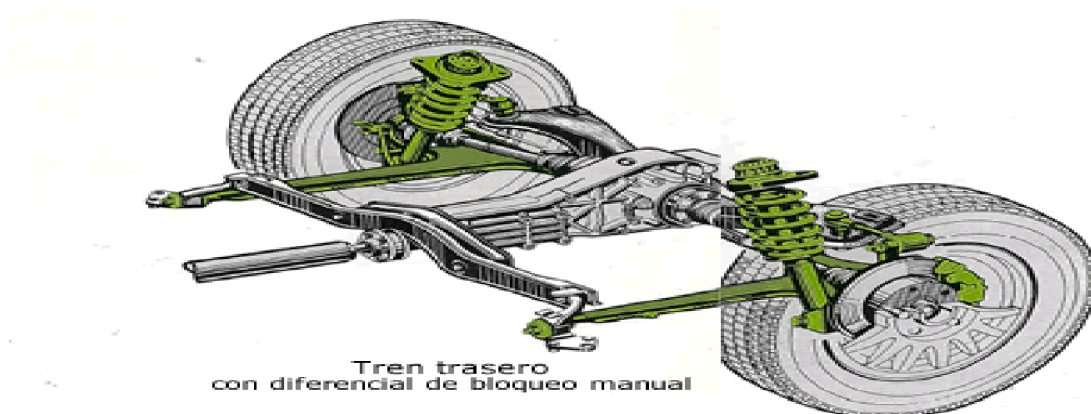


MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

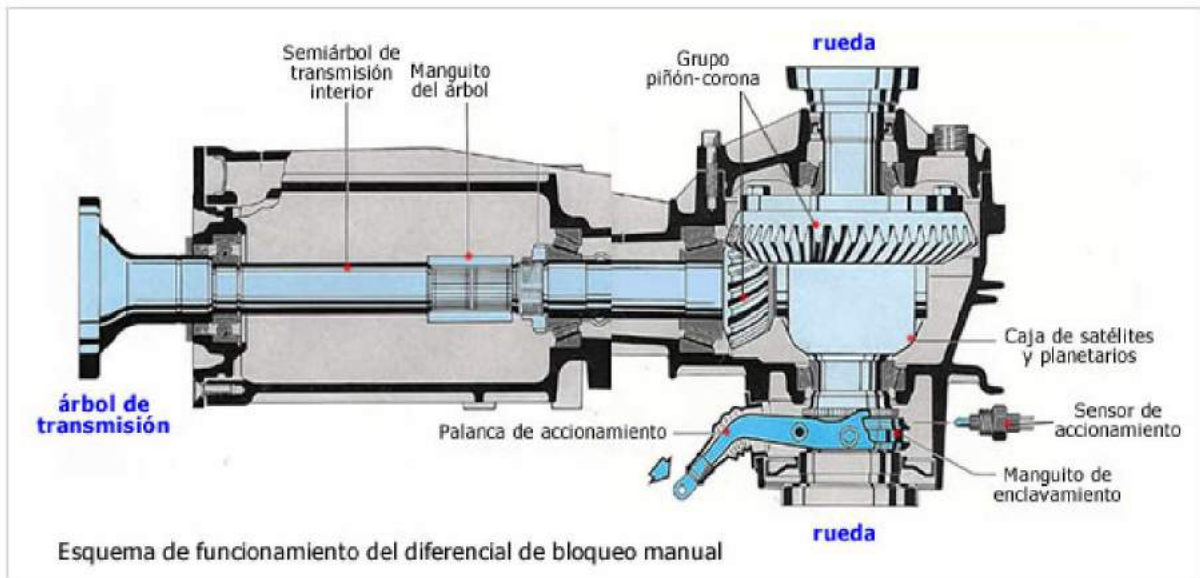
En la figura inferior tenemos un esquema del sistema de transmisión del Audi 100 Quattro. Este vehículo tiene un sistema de tracción permanente a las 4 ruedas, cuenta con un diferencial central que reparte el par motor a las ruedas de los dos ejes, dependiendo de la adherencia que tengan las ruedas al suelo en ese momento. El diferencial que se aplica al eje delantero es convencional y sufre los inconvenientes que tiene este tipo de diferenciales, que son la pérdida de tracción en el eje cuando una de las ruedas entra en una zona de suelo deslizante.



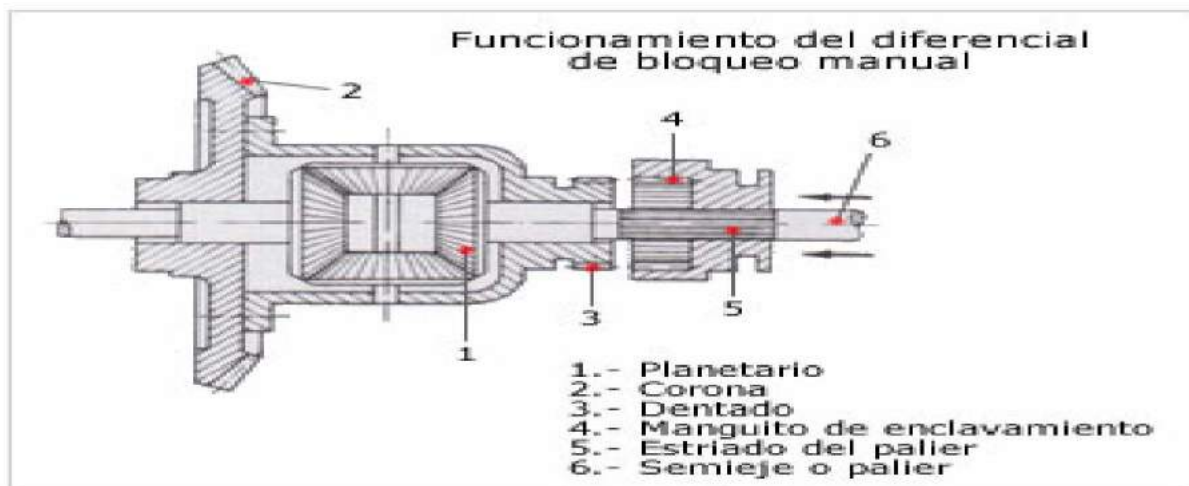
El eje trasero cuenta con un diferencial de bloqueo manual es decir no es "autobloqueante". Esto nos sirve para que en caso de que una rueda entre en una zona de suelo deslizante, tenemos la posibilidad de bloquear el diferencial para suprimir precisamente el efecto "diferencial" y convertir el eje trasero en un eje rígido que reparte el par de tracción a las ruedas por igual. El accionamiento del bloqueo puede ser mecánico ("manual" mediante palanca-cable), eléctrico e incluso neumático.

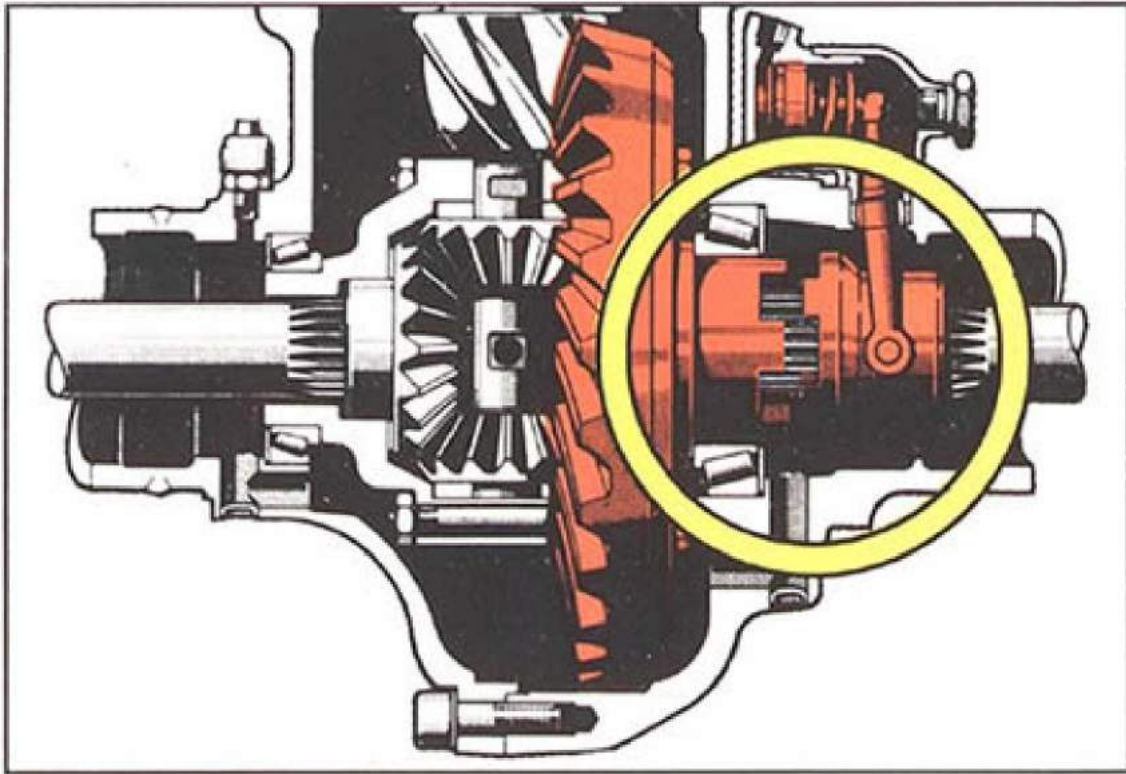


MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



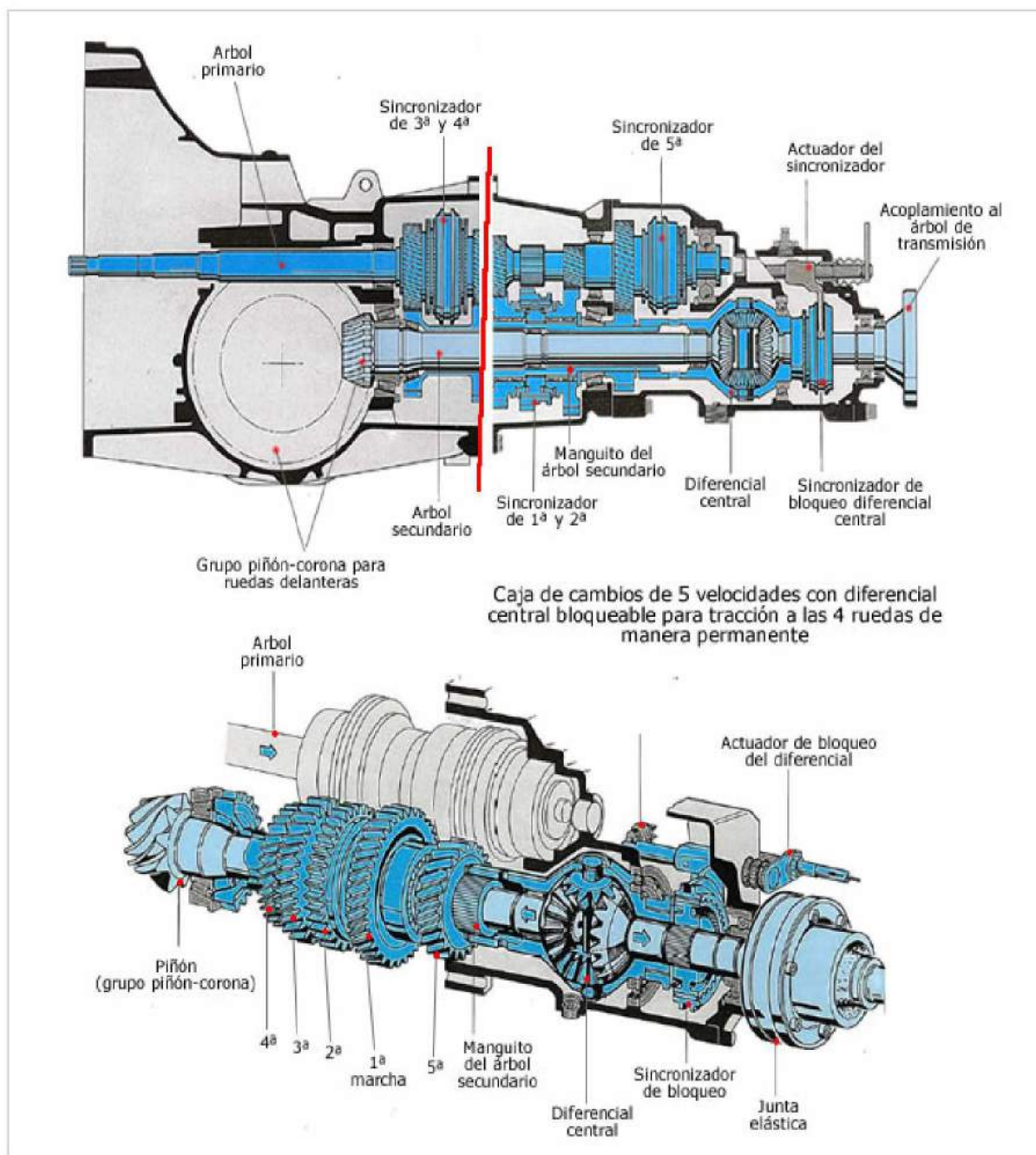
El funcionamiento de este sistema (también llamado diferencial bloqueable o controlado) consiste en enclavar uno de los planetarios (1) a la corona (2) del grupo piñón-corona, haciéndolo solidario con ella por medio del acoplamiento de un manguito de enclavamiento (4) que está unido por un estriado al palier que se une al planetario. De esta forma, al accionar el enclavamiento, se obliga a este planetario (1) a girar solidario con la corona (2), con lo cual el otro planetario no puede adelantarse ni atrasarse, quedando anulado el sistema diferencial y quedando el eje trasero como un eje rígido que hace girar a la misma velocidad a las dos ruedas. Se utiliza en los vehículos con tracción total, en todoterrenos, en vehículos industriales y agrícolas. Este tipo de bloqueo solamente puede utilizarse a bajas velocidades y en terreno con poca adherencia. En caso contrario la transmisión se resiente pudiendo incluso llegar a la rotura de algún palier.





Para estudiar el funcionamiento del "diferencial central" tenemos la figura inferior donde se ve la caja de cambios, que es igual a la utilizada en cualquier automóvil sin tracción a las 4 ruedas, la diferencia esta en la incorporación del diferencial central y la forma de como reparte el par de tracción a cada uno de los ejes (ruedas delanteras y ruedas traseras). Vemos que el árbol secundario de la caja de cambios se divide en dos arboles (si lo comparamos con una caja de cambios para vehículos sin tracción a las 4 ruedas). Uno sería un árbol en forma de manguito que gira solidario con los piñones de las marchas 3ª, 4ª y 5ª y el sincronizador de 1ª y 2ª, además mueve la carcasa del diferencial central que a su vez mueve sus satélites. El segundo árbol secundario sería el que empujado por un planetario del diferencial central transmite el par de tracción al piñón del grupo piñón-corona del diferencial delantero. Así se transmitiría la tracción a las ruedas delanteras pero para las ruedas traseras necesitamos de otro árbol, este partiría del otro planetario del diferencial central, para sacar el movimiento fuera de la caja de cambios y de aquí por medio de una junta elástica al árbol de transmisión que lleva el movimiento al diferencial trasero.

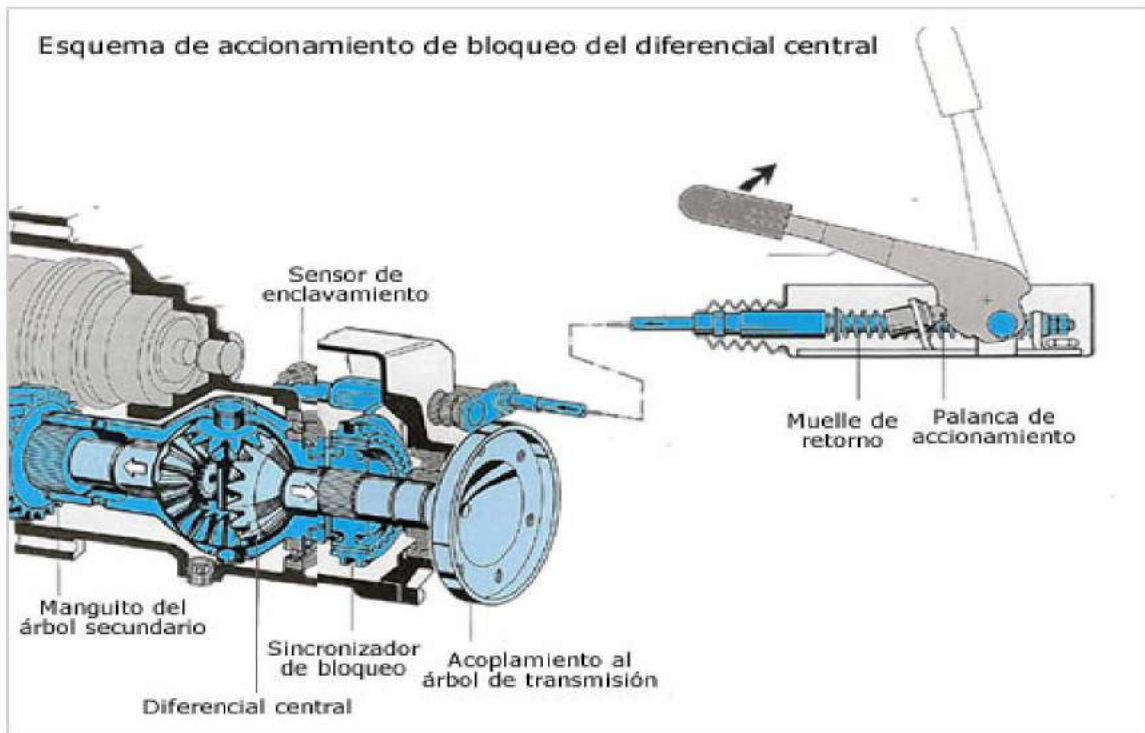
MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



El accionamiento del bloqueo del diferencial central en este caso es manual como vemos en la figura inferior, pero como hemos comentado antes: el accionamiento podría ser eléctrico, neumático, hidráulico.

Este tipo de bloqueo solamente puede utilizarse a bajas velocidades y en terreno con poca adherencia y se recomienda desconectarlo una vez que hemos pasado la zona de mala adherencia para las ruedas.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

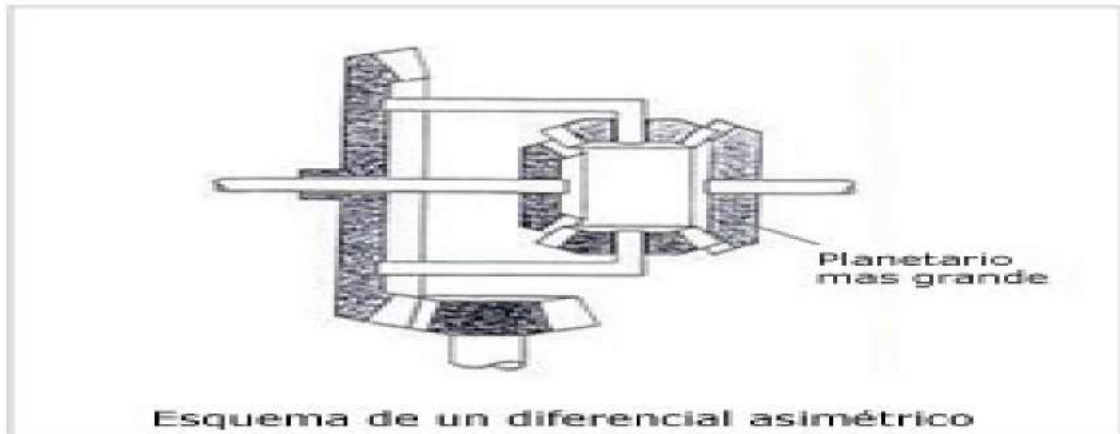


¿Por qué se utiliza un diferencial central?. Al tomar una curva las ruedas del tren delantero giraran con radio diferente al las del trasero, por llegar estas al cambio de dirección con antelación, si no dispusiéramos de un diferencial que reduzca la velocidad en el puente trasero para aumentarla en el puente delantero y así evitar que se genere una deslizamiento entre los neumáticos, y una marcada tendencia a seguir recto por parte del vehículo.

El diferencial central tiene un sistema de bloqueo igual que el diferencial trasero, de accionamiento manual. Este diferencial sirve como hemos dichos anteriormente para repartir el par motor al 50% a cada uno de los ejes (delantero y trasero), pero se adapta a las pequeñas diferencias de velocidad que puede haber entre ambos ejes, debido a las curvas, aceleraciones o deceleraciones fuertes. ¿Que ocurre cuando uno de los ejes entra en una zona de la calzada muy deslizante?. Lo que ocurre es que todo el par del motor se nos va a ese eje, acelerandose sus ruedas, mientras que las ruedas del otro eje se quedan paradas (no tienen tracción) por lo que el vehículo no se mueve o perdemos el control sobre él, lo mismo que nos pasaba con el diferencial trasero. Para solucionar este problema tenemos el bloqueo del diferencial que convierte la transmisión en un solo eje, mandando el 50% del para motor a cada eje (delantero, trasero) independientemente del estado de adherencia de la carretera.

Diferencial central asimétrico

Este diferencial tiene la particularidad de hacer un reparto asimétrico de par entre los dos ejes (delantero y trasero). Entregando mas porcentaje al eje que normalmente consideramos como "motriz". Para conseguir este efecto se le da un diametro diferente a los planetarios que forman el diferencial.

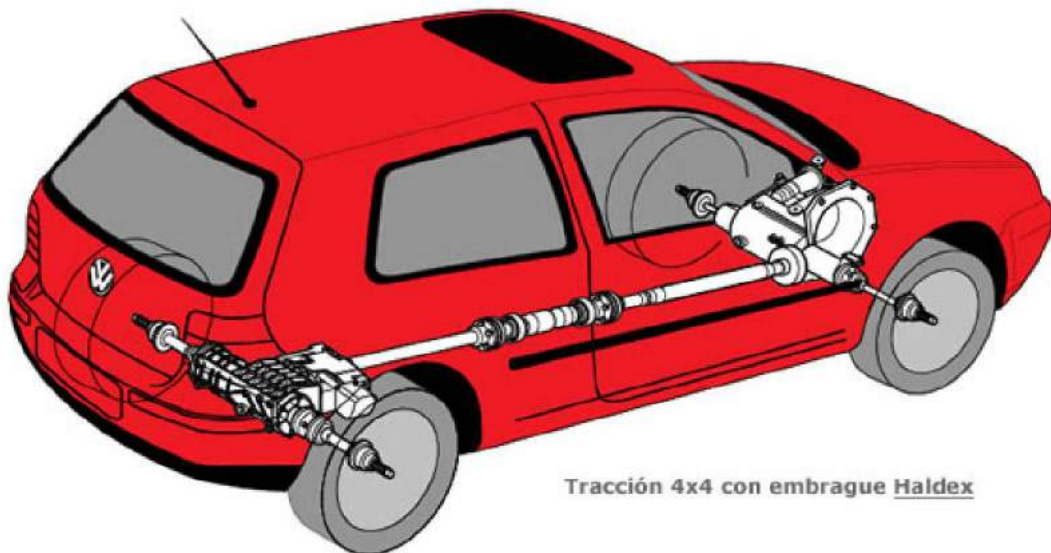


Existen otros tipos de diferenciales centrales

Otros diferenciales centrales son el: Ferguson o visco acoplador, el embrague multidisco o Haldex y el diferencial Torsen que se puede situar también como central. Si quieres saber mas sobre diferenciales centrales y tracción a las 4 ruedas visita la sección de [diferenciales autoblocantes](#).

Tracción permanente en vehículos de altas prestaciones

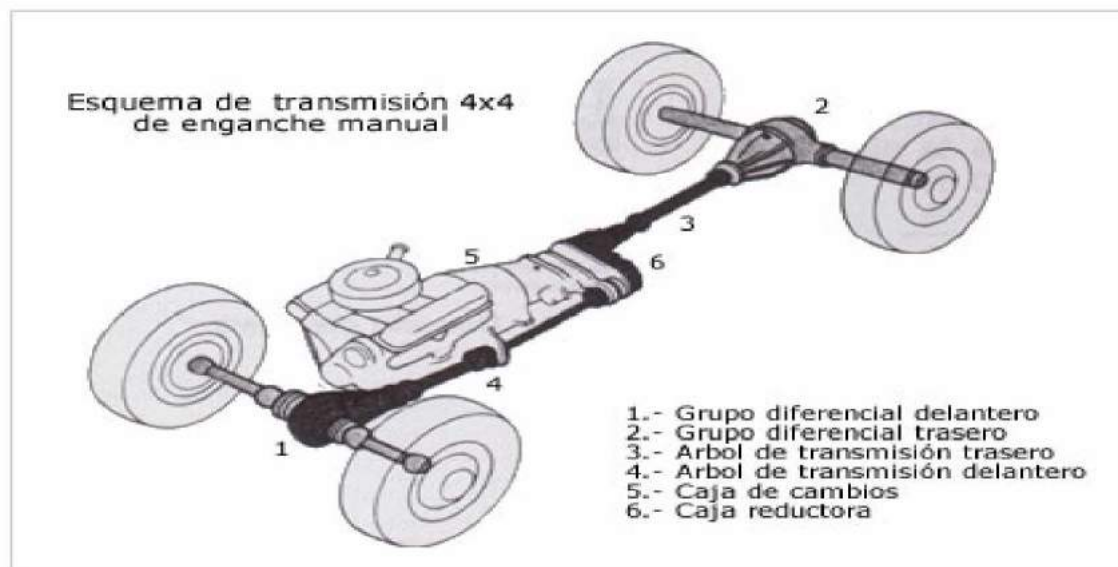
La tracción 4x4 en vehículos de altas prestaciones, se utiliza principalmente para poder transmitir toda la potencia que desarrolla el motor a las 4 ruedas, buscando siempre las máximas prestaciones del vehículo, así como la seguridad. Estas características se consiguen con la ayuda de una buena gestión electrónica. El embrague multidisco Haldex es uno de los sistemas que gestionado electrónicamente permite la tracción permanente del vehículo.



Tracción total opcional

Este tipo de tracción mas utilizada en vehículos todoterreno (offroad) que les permite circular por terrenos accidentados; si la ruedas de uno de los ejes pierde tracción, se puede trasladar la fuerza impulsora al otro eje de forma manual mediante una palanca. Hasta hace poco tiempo, este tipo de vehículos utilizaban en exclusiva la propulsión del tren trasero con conexión manual del tren delantero; pero actualmente se emplea tambien la transmisión integral permanente con diferencial central o con viscoacoplador. Sin embargo, lo que es común a cualquier vehículo todoterreno es la caja de transferencia o reductora. La reductora va acoplada a la caja de cambios, con salida para doble transmisión a ambos trenes. Esta caja es accionada por una palanca adicional situada al lado de la palanca de cambios y puede transmitir, según su posición, el movimiento a los dos ejes o solamente al trasero. La relación de marchas mas larga es la de "normal" o de carretera y la "corta" o reductora selecciona una desmultiplicación que oscila generalmente entre 2 y 3 a 1.

Los piñones de la caja reductora van dispuestos en pares de engranajes de forma que, cuando se utiliza la transmisión total, se reduce el giro de las ruedas para obtener un mayor par de tracción en las mismas. La función de la caja reductora o de transferencia es los vehículos todo-terreno es multiplicar el par de salida de la caja de cambios, para coronar fuertes pendientes, avanzar lentamente por terrenos muy accidentados y vadear rios con seguridad. De la caja de transferencia sale el par a las transmisiones delantera y trasera. Esta transmisión puede hacerse a través de piñones o cadena.

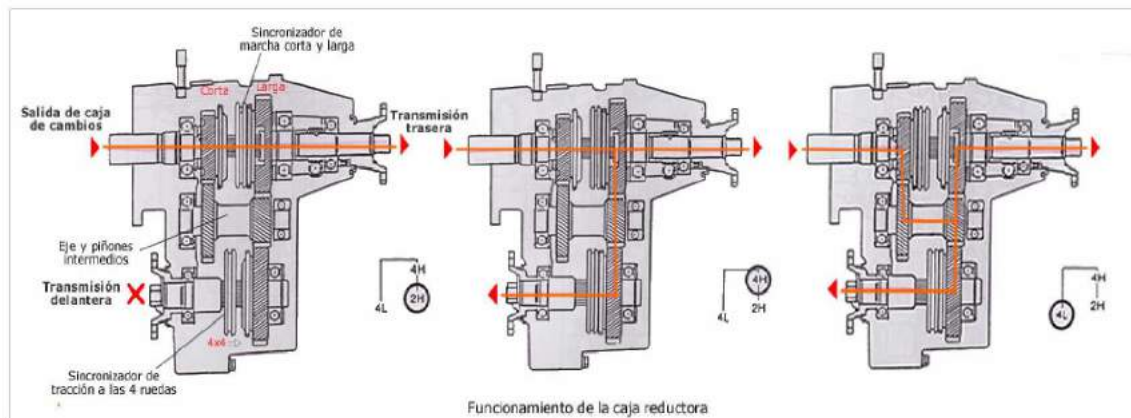


La caja reductora esta compuesta por 5 piñones de los cuales 2 están montados en el eje intermedio y los otros 3 son intervenidos por los sincronizadores que funcionan igual que los utilizados en la caja de cambios. La misión de la reductora es la de transmitir al vehículo una marcha normal a la que se le denomina "larga" y otra reducida a la que se le denomina "corta", su otra misión es la de dar tracción a 2 ruedas o a las 4 según el deseo del conductor, accionando la palanca de transfer.

Funcionamiento

En el funcionamiento de la caja de transferencia adopta las siguiente posiciones:

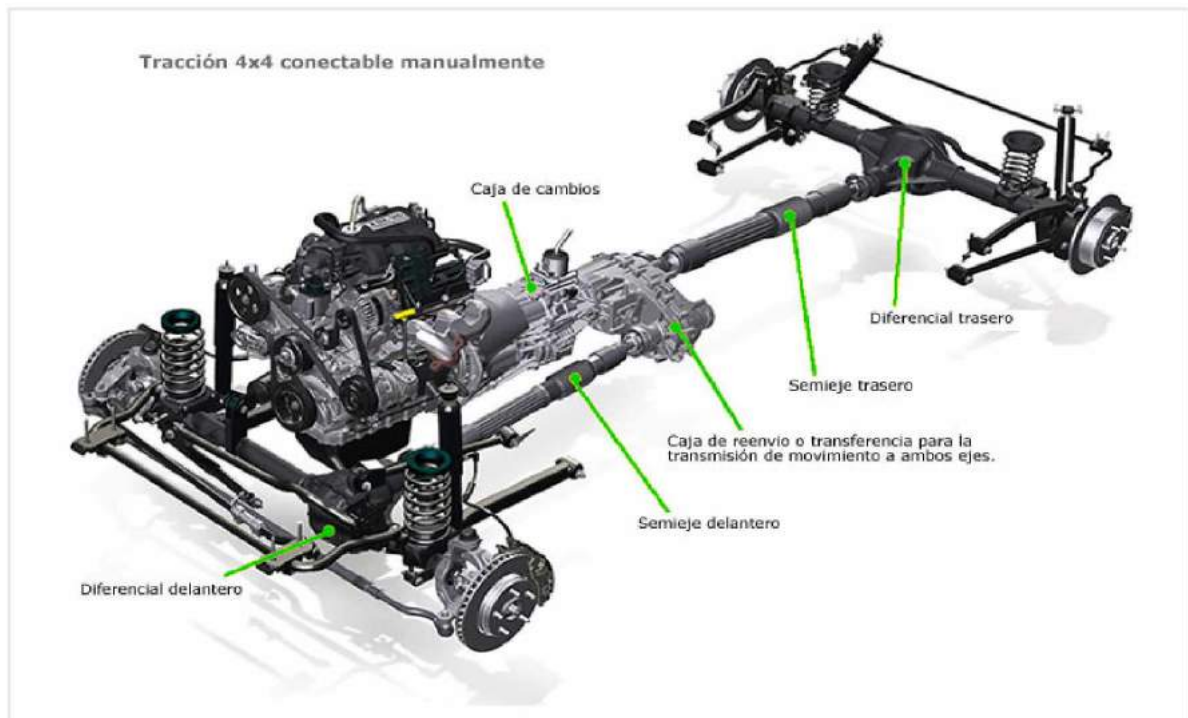
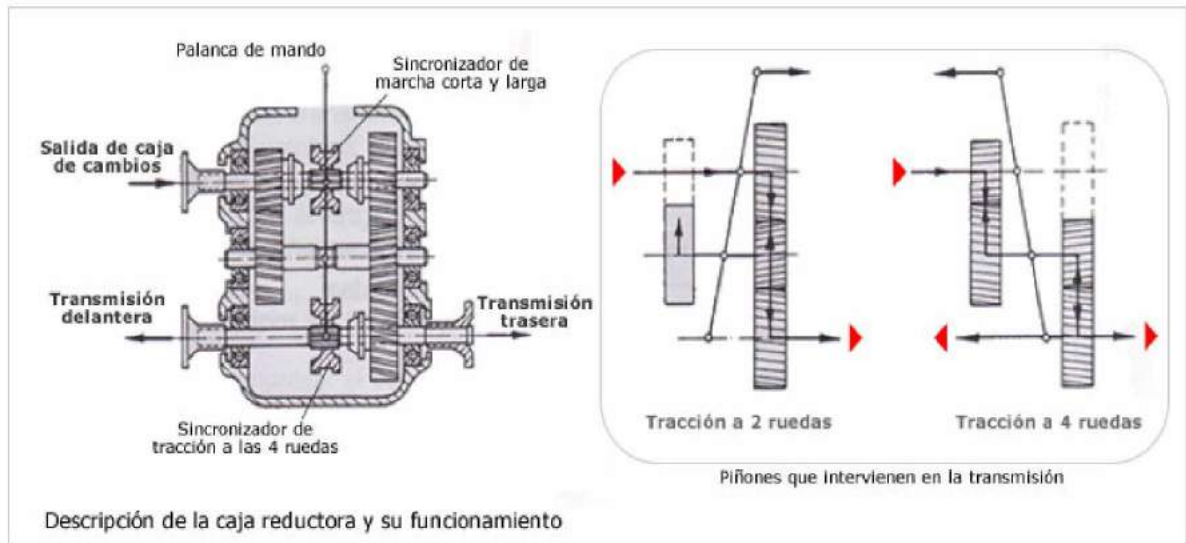
- **Posición 2H:** cuando arrancamos el vehículo con las velocidades normales, de la caja de cambios, y tenemos la palanca de transfer en 2H, quiere decirse que hemos arrancado el vehículo, solamente con tracción en las ruedas del eje trasero, para una conducción normal. Produciendo movimiento, al árbol trasero, el árbol de transmisión delantero, no tiene movimiento, ya que aunque los bujes están rodando, no existe movimiento en los palieres.
- **Posición 4H:** se pasa la palanca a la posición 4L, el sincronizado ha conectado con el piñón (4x4), que transmite movimiento, a la transmisión delantera, esta, comienza, a girar y los cubos delanteros, automáticamente se conectan produciendose la transmisión 4x4. Tenemos al vehículo con tracción 4x4 con una marcha normal (larga) o directa.
- **Posición 4L:** se pasa la palanca del transfer a la posición 4L, la tracción sigue estando en las 4 ruedas, pero ahora entra en funcionamiento el eje intermedio que va a reducir el numero de revoluciones (marcha corta) que se transmiten a las ruedas traseras y delanteras, como contrapartida vamos a tener un aumento de par que nos sirva para salir de situaciones difíciles cuando el terreno así lo requiera.



Alguien se puede preguntar el porque no hemos hablado de la posición 2L, esta posibilidad no se contempla debido a que una marcha corta para 2 ruedas, con el aumento de par tan importante que se produce, puede provocar averías en el grupo cónico y diferencial así como la rotura de palieres. Para evitar esto, los vehículos que lleven reductora y tracción a las 4 ruedas, llevan una dispositivo mecánico, que no permite meter la reductora sin antes meter la tracción total.

Otra disposición de caja reductora es la que se ve en la figura inferior, este sistema es mas sencillo que el anterior ya que solo nos permite dos posibilidades, propulsión al eje trasero con una marcha directa (larga), y tracción a las 4 ruedas con una marcha reducida (corta) que aumenta el par. La reductora es como una caja de cambios de dos velocidades, directa (larga) y reducida (corta), en esta divide por dos aproximadamente el giro que sale de la caja de cambios, con lo que el par se multiplica por el mismo factor que se divide la velocidad. La reductora cuenta también con un dispositivo para transmitir o no el giro al puente delantero, con lo que la fuerza se divide entre los dos ejes en lugar de uno.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS



Cubos de rueda

A diferencia que en los automóviles los todoterrenos tienen una particularidad que los hace diferentes. Hasta hace algún tiempo, en muchos vehículos conectar la doble tracción significaba dos pasos: conectar la doble tracción desde el interior del vehículo, con una palanca, y bajarse y conectar los cubos de las ruedas delanteras, para así enganchar las mazas de las ruedas a los palieres o semiejes. Este sistema luego fue reemplazado en muchos vehículos, aunque de maneras no siempre satisfactorias.

MANUAL DE TRANSMISIONES MECANICAS

