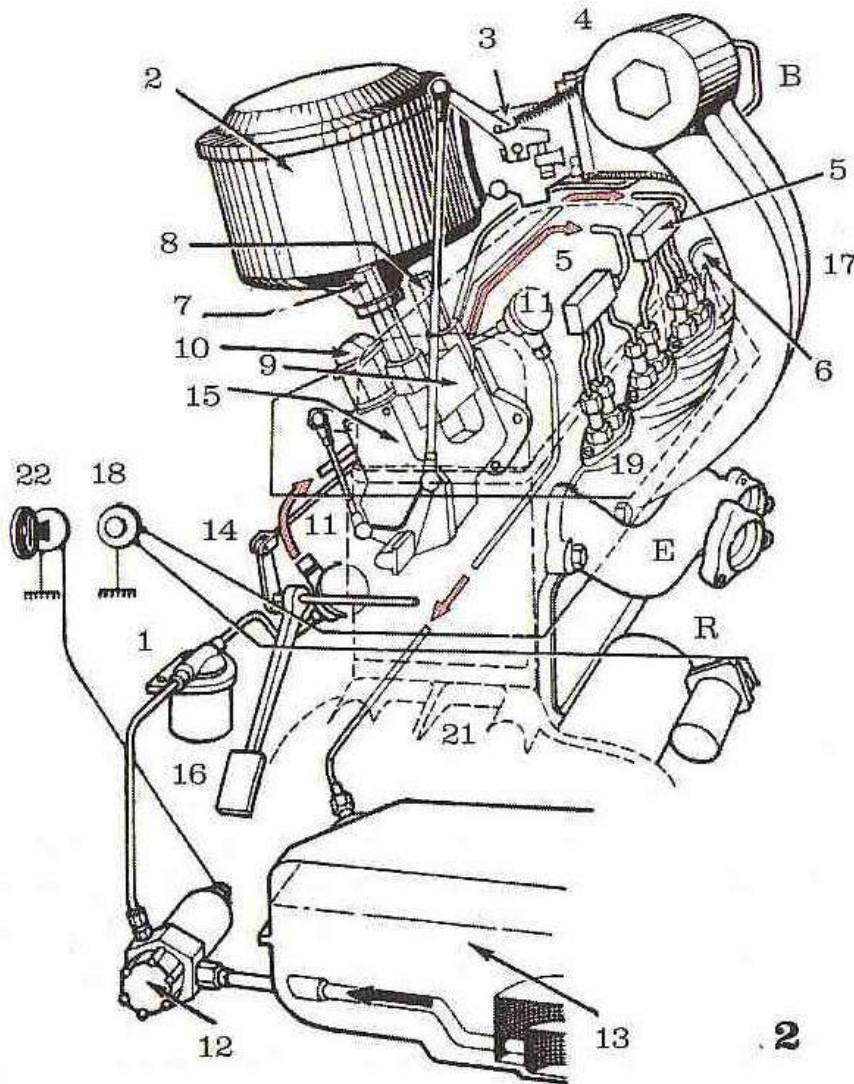


Para dosificar correctamente las proporciones de aire y gasolina están los termostatos 7 del aire de admisión y 8 del agua de refrigeración, así como la cápsula barométrica 9, que actúan sobre la regulación de la bomba inyectora 15. Si la presión es baja, por ejemplo en una carretera de alta montaña, el aire es más ligero y hay que disminuir la cantidad de gasolina para conservar la proporción; pero en cambio hay que dar más mezcla. Con la temperatura ocurre lo mismo. Si la temperatura del agua del sistema de refrigeración baja de 50°, el termostato 8 actúa sobre la corredera para enriquecer ligeramente la mezcla y aumentar la alimentación del motor.



1. Filtro principal de la gasolina que, por la bomba eléctrica de alimentación 12, viene desde el depósito 13. La presión del suministro se regula por los limitadores de presión 11, uno en la tubería de envío y otro en la que manda el sobrante al depósito 13.
 2. Filtro del aire cuyo paso al colector de reparto 4 se gradúa con la mariposa interior del tubo de enlace 3.
 5. Distribuidores de la gasolina que, llegada de la bomba 15, sigue a los seis inyectores 19, uno para cada cilindro.
 6. Interruptor termostático accionado por el agua de refrigeración: por bajo de 40-50° se cierra, y la corriente derivada en el botón de arranque 18 pasa al electroimán 10 (véanse las líneas que indican los cables) para enriquecer la inyección de arranque.
 7. Termostato de aire de admisión.
 8. Termostato del agua de refrigeración.
 9. Cápsula barométrica correctora (toma la presión del aire en el colector 4 por medio de la tubería B).
 10. Corrector para arranque en frío.
 14. Varillaje de mando al regulador mecánico de la bomba de inyección 15 y a la mariposa 3 desde el acelerador 16.
 17. Tubos de aire largos (de resonancia), uno para cada cilindro.
 18. Pulsador del arranque.
 19. Inyectores, en los extremos de los tubos 17.
 21. Cuerpo del motor.
 22. Interruptor del encendido que acciona también a la bomba 12.
- B, Tubo que lleva el aire al barómetro 9.
E, Colector de escape.
R, Arrancador.

Figura 6-2

Cuando se levanta el pie del acelerador se corta el suministro de gasolina, pero vuelve a inyectarse poco a poco y automáticamente, en cuanto el motor gira a menos de 1.500 rpm. para alimentar el ralentí.

6.4. INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Los primeros sistemas de inyección electrónica pretendían aprovechar las enormes ventajas que ésta pone al servicio de cualquier automatización que quiera realizarse.

Como se ha visto anteriormente, existen distintos sensores que a partir de los datos de temperatura, presión y aire de admisión, actúan sobre la corredera de la bomba inyectora, regulando las proporciones de la mezcla así como la cantidad de mezcla a ingresar en los cilindros. En este caso cada uno de esos sensores actuaba en forma independiente sobre el sistema de inyección. La variación que tiene la inyección electrónica respecto al caso anterior es que todas esas medidas de los sensores se combinan en un pequeño ‘cerebro’ que regula la inyección. Este cerebro recibe los siguientes datos:

- ✘ Temperatura de aire de admisión.
- ✘ Presión del aire en el colector de admisión.
- ✘ Aceleración en dicho colector.
- ✘ Temperatura del agua del sistema de refrigeración.
- ✘ Calidad del llenado de los cilindros.
- ✘ Arranque en frío, riqueza del ralentí y marcha económica, entre otros.

Una cápsula medidora apropiada toma el valor correspondiente y lo envía al ‘cerebro electrónico’, que combina todos esos valores con la señal dada por el conductor a través del pedal del acelerador y ordena el recorrido adecuado para la corredera de la bomba de inyección

7. EMBRAGUE

7.1. FUNCIÓN DEL EMBRAGUE

Es preciso interponer entre el motor y la transmisión un *embrague*, cuya función es acoplar y separar ambos a voluntad.

Si se pretendiese iniciar el movimiento de un vehículo sin disponer de embrague para que puede girar libremente el motor, no se podría lograr, pues éste, hasta que no alcanza un cierto número de revoluciones no adquiere el ‘par’ necesario para vencer la inercia del vehículo y, por otro lado, una vez alcanzado el par motor necesario, el motor no puede acoplarse bruscamente a los órganos de transmisión del movimiento que, al estar parados, ofrecen gran resistencia. Es necesario un órgano, el embrague, capaz de resbalar en los momentos iniciales del acoplamiento y realizar éste de forma progresiva.

En los vehículos con cajas de cambio con engranajes, es necesario desacoplar el motor de las ruedas motrices para conseguir ponerlo en marcha, lo mismo que para realizar los cambios de velocidad.

El embrague, colocado en prolongación del cigüeñal, está intercalado entre el motor y la caja de velocidades, a quienes separa o acopla según se pise o no el pedal por parte del conductor. Normalmente el motor está ‘embragado’ y su rotación llega al cambio de marchas; cuando el conductor pisa el pedal, el motor queda desembragado y su giro no se comunica a la transmisión.

A la salida del embrague, el giro del motor pasa a la caja de cambios donde unos engranajes lo transmiten hacia las ruedas, bien en su totalidad o desmultiplicado, o bien queda cortado en ella, según la posición que ocupe la palanca de cambio que manda los engranajes. Para realizar los cambios es necesario desembragar el motor, y esa es la principal finalidad del embrague, por lo que casi se puede decir es un órgano auxiliar para el manejo de la caja de cambios.

7.2. TIPOS DE EMBRAGUES

Los embragues pueden clasificarse en:

- ✘ De *disco*, o *fricción*: monodisco, de muelles o de diafragma; multidisco, en baño de aceite o en seco; automático (mecánico) y semiautomático.
- ✘ *Hidráulico* (automático).
- ✘ *Magnético*.

Los embragues no automáticos, por su accionamiento, pueden ser de tres sistemas de mando: mecánico, hidráulico y neumático.

7.2.1. Embragues de disco

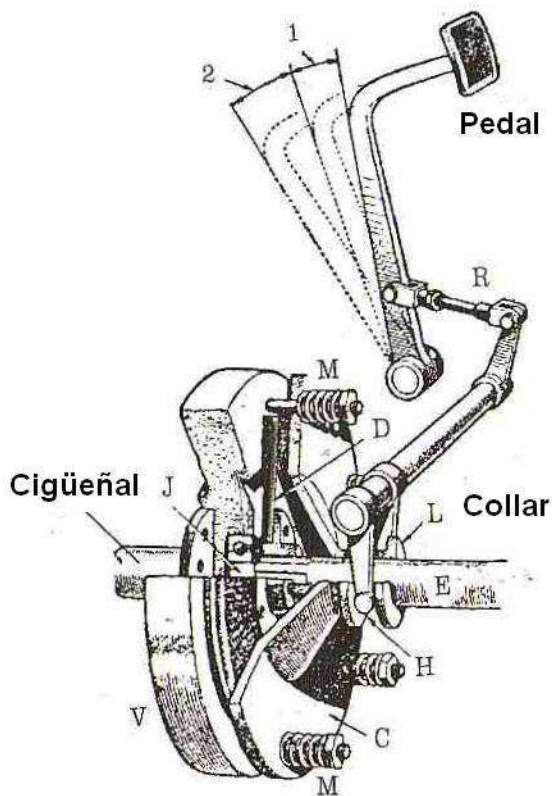


Figura 7-1 – Embrague de disco.

El embrague de disco es el usado en la mayoría de los automóviles, y su esquema de funcionamiento se muestra en la Figura 7-1.

El volante V lleva varios espárragos M, con resortes repartidos por su alrededor, o un solo resorte central, que lo aprietan contra el plato conductor C, que termina en el collar L, y va montado suelto sobre el eje E.

Cuando no está accionado el pedal del embrague, los resortes presionan el plato C contra el volante, comprimiendo el disco D. Dicho disco, puede moverse en el sentido longitudinal del eje E, pero no rotar respecto al mismo, y por tanto al estar comprimido entre el plato C y el volante, se mueve solidario a este último, y transmite el movimiento al eje E.

Al presionar el pedal del embrague la horquilla H tira del plato C, venciendo la acción de los resortes M, por lo que el disco D queda libre y no hay transmisión del par motor desde el volante al eje E.

El disco D, en las operaciones de embrague, resbala frotando unos momentos entre la cara del volante y el platillo conductor C a causa de las diferentes velocidades del órgano conductor y el eje conducido; y como una vez embragado debe estar fuertemente sujeto, sin resbalamiento posible, su superficie debe ser rugosa y adherente, ya que por ella se transmite todo el par motor. Por esto el disco D se reviste en ambas caras con forros que generalmente eran de un tejido prensado de amianto a veces con armazón de hilo de cobre, aunque actualmente se han sustituido por compuestos básicamente de fibra de vidrio, de mayor resistencia y mayor estabilidad térmica.

En el momento de embragar, por ejemplo cuando se arranca el vehículo aplicando el giro del motor a las ruedas inmóviles, conviene que el acoplamiento sea progresivo, para que no sea un arranque brusco.

La progresividad del embrague se consigue dando flexibilidad al acoplamiento en dos sitios del disco conducido (Figura 7-2). El disco D (mostrado en la Figura 7-1) está formado por tres placas, la primera gira solidaria al eje E, la tercera se mueve solidaria al volante desde el momento en que se embraga, y la segunda, recibe el par desde la tercera, y la va transmitiendo a la primera a medida que los resortes se van comprimiendo.

Este sistema brinda un primer método de amortiguación.

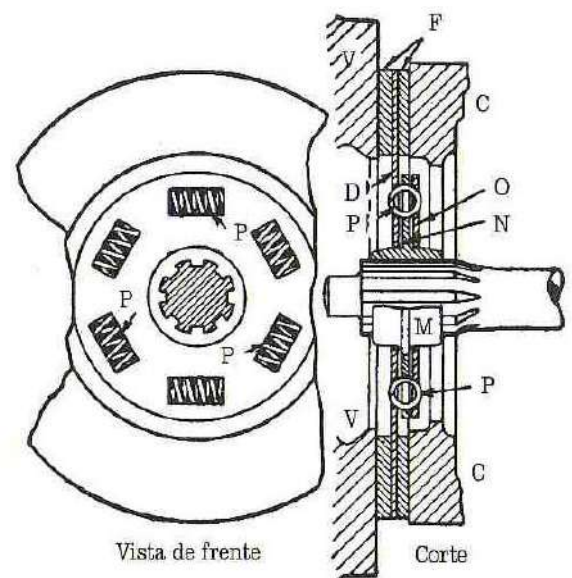


Figura 7-2 – Detalle de amortiguación

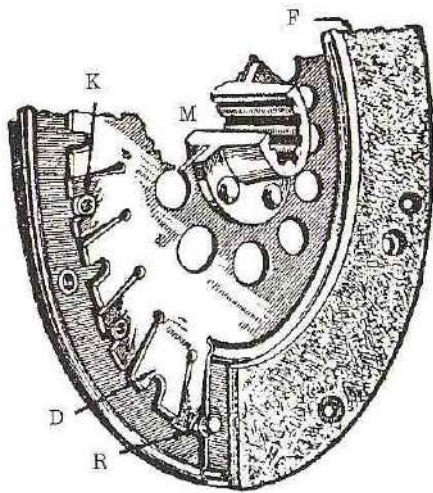


Figura 7-3 – Amortiguación de forros de embrague.

El otro sitio donde se inserta un dispositivo de amortiguación es en los forros (Figura 7-3), para lo cual el disco, que es de acero, tiene el borde seccionado, inclinándose los dientes D alternadamente a uno y otro lado.

Al ser comprimido el disco entre el plato de apriete y el volante, el embrague resulta progresivo por la acción de los dientes ligeramente inclinados D.

Muchas veces se coloca este sistema de amortiguación al mismo tiempo que el anteriormente explicado. Con los dos se consigue suavidad al embragar, pero con el primero a la vez uniformidad en el esfuerzo motor, pues el mismo no es uniforme a pesar del efecto regulador del volante.

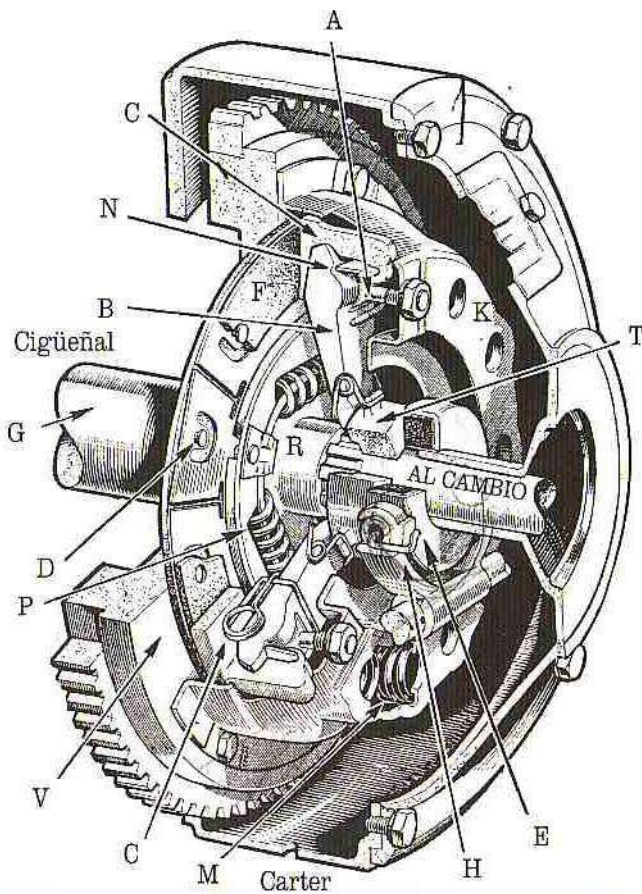


Figura 7-4 - Embrague de disco moderno.

En la Figura 7-4 se muestra un embrague de disco utilizado actualmente. El mecanismo va encerrado en un cárter que se une al bloque motor. La progresividad se obtiene por el combado de los sectores o dientes D del disco conducido. El amortiguamiento lo dan los resortes P.

En la actualidad es más frecuente el uso del embrague de 'diafragma', más sencillo y eficaz.

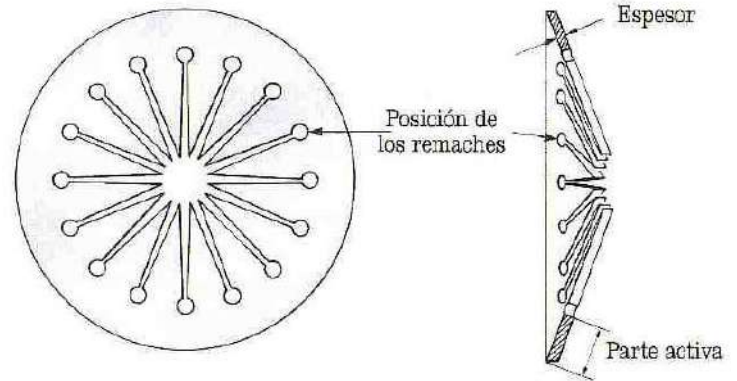


Figura 7-5 – Embrague de diafragma.

El diafragma (Figura 7-5) de acero tratado, consiste en una arandela cónica en cuyo interior están cortados los 'dedos' del diafragma. Cuando están en posición de 'embragado', ejerce toda su fuerza sobre el plato de fricción, el cual comprime el disco de embrague contra el volante motor, haciendo efectiva la unión motor- caja de cambios.

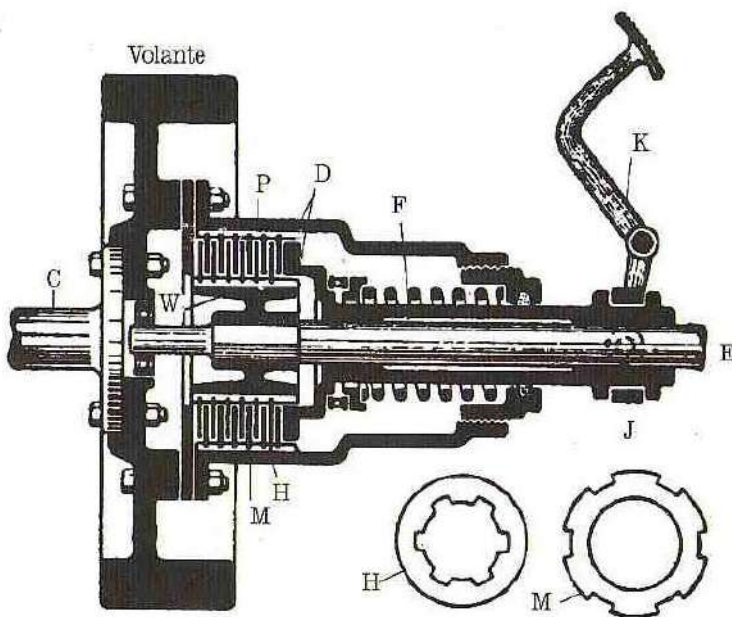


Figura 7-6 – Embrague de discos múltiples.

El embrague de *discos múltiples o multidisco* (Figura 7-6) está basado en el funcionamiento del embrague de disco único.

Sobre el extremo del eje conducido E va el mandril W, cuyos nervios soportan los discos metálicos hembras H; entre estos están intercalados los discos machos M, que por su periferia son llevados por las ranuras interiores de la campana P (Figura 7-7).

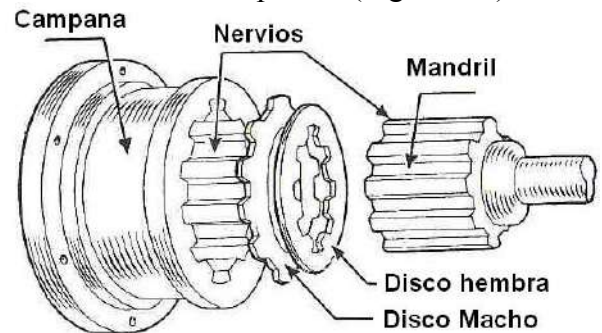


Figura 7-7 – Ensamblaje de discos machos y hembra

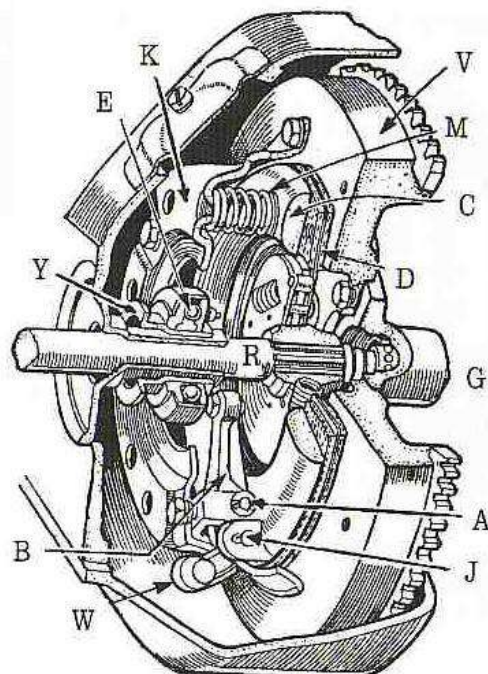
La campana P está unida al volante.

El pedal de embrague, por la horquilla J (Figura 7-6), tira del collar y del plato de apriete D, venciendo la fuerza del resorte central F, con lo que los discos quedan desacoplados, resbalando las hembras entre los machos y el motor desembragado de la transmisión.

Este embrague, formado al principio por discos metálicos, generalmente se sumergía en aceite. Luego se pasó al de varios discos conducidos en seco, forrándolos con ejido de amianto, hasta llegar al de disco único, usado hoy con pocas excepciones.

Embrague semiautomático:

El conductor para desembragar ha de vencer con el pedal la resistencia de los muelles que aseguran el apriete del disco entre el volante y el plato conductor. Con el objeto de hacer más suave esa resistencia en los embragues ‘semicentrífugos’ se colocan resortes de tensión mínima, y el apriete fuerte se confía (Figura 7-8) a los contrapesos W. A velocidades bajas del motor, el esfuerzo de rotación es bajo y puede ser transmitido solamente por los resortes. A partir de ciertas velocidades, la fuerza centrífuga lanza hacia fuera los contrapesos W y su soporte oprime con fuerza el disco conductor.



- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Y- Collar | D- Disco Forrado |
| E- Tope de bola | G- Cigüeñal |
| K- Campana | A- Apoyos de las palancas B |
| V- Volante | J- Cojinetes de los cotrapesos W |
| M- Muelle de embrague | |
| C- Plato de apriete | |

Figura 7-8 – Embrague semiautomático

Embrague automático:

Se han construido actualmente embragues de funcionamiento automático, o aparatos que los hacen funcionar automáticamente, sin intervención del conductor.

El embrague automático propiamente dicho es el centrífugo, análogo al de la Figura 7-8, pero sin resorte, y confiando toda la fuerza del apriete a mayores contrapesos W.

7.2.2. Embrague hidráulico o turbo-embrague

El fundamento es el mismo que hace mover un molinillo de papel cuando se le sopla (Figura 7-9): la corriente de aire incide en las aspas inclinadas, que se ponen a dar vueltas rápidamente.

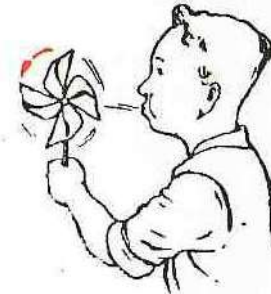


Figura 7-9 – Esquema del embrague hidráulico

Lo mismo ocurre si se enchufa un ventilador eléctrico y frente a él se coloca otro desconectado: el primero I envía una corriente de aire cuya velocidad obliga a girar las aspas del R. El I actúa de bomba o impulsor mientras que el R gira como lo hace el rotor de una turbina cuando recibe una corriente de agua entre sus paletas.

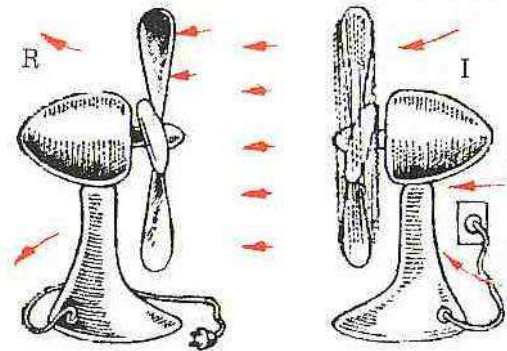


Figura 7-10

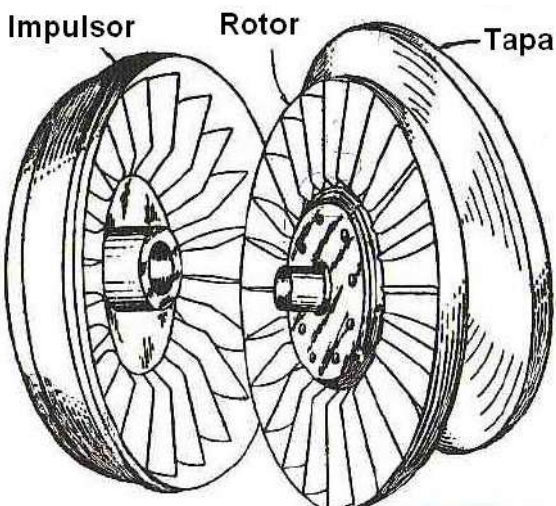


Figura 7-11 – Impulsor – Rotor.

Si en lugar de aires se supone que las hélices están sumergidas en agua o aceite, el líquido que impulsa I obligará lo mismo a girar a R, y esto sin que haya enlace mecánico entre aquéllas: es el fluido en movimiento lo que comunica el giro de I a R, estableciendo como un embrague entre ambas hélices o paletas.

Esto es lo que ocurre en el turbo-embrague, por ello llamado 'embrague hidráulico' o 'transmisión hidráulica'.

El impulsor y rotor tienen la forma que se muestra en la Figura 7-11.

El mecanismo está formado como se muestra en la Figura 7-12. El cigüeñal M termina en un volante hueco en cuyo interior está la bomba impulsor I y el rotor-turbina R. La bomba-impulsor I forma parte del volante, y sus álabes o paletas son los de la izquierda de la figura, distribuidos en un semianillo. La turbina rotor R tiene la forma de otro semianillo, colocado frente al anterior, y unido al eje T que va a la caja de velocidades.

El espacio interior del volante se llena de aceite mineral fluido. Al girar el motor, los álabes del volante-impulsor obligan a pasar el líquido hacia su periferia, de 'a' hacia 'n', formándose una corriente líquida a través de las celdas del rotor, de éste otra vez al impulsor, etc.

El rotor se ve obligado a girar como una turbina y comunica el movimiento del motor a los órganos de la transmisión por T.

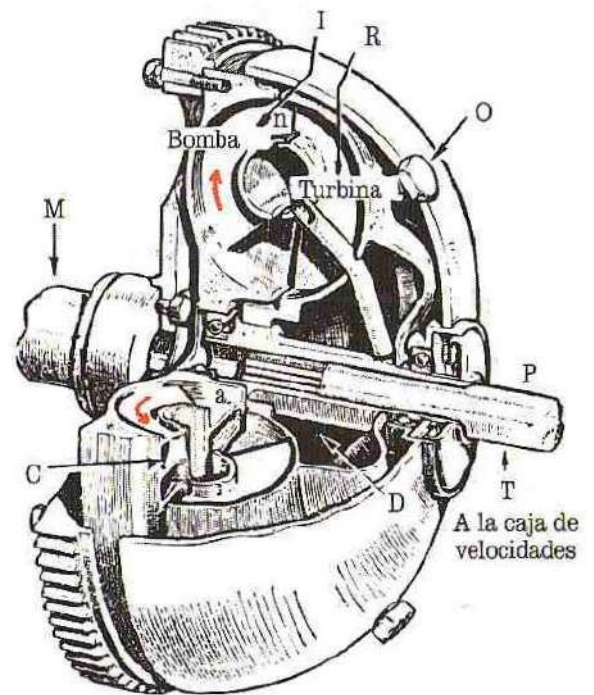


Figura 7-12 – Turbo embrague.

La circulación del líquido a través del conjunto impulsor-rotor se realiza según la forma de un torbellino tórico (Figura 7-13)

Entre el impulsor y el rotor hay un espacio de entre 4 y 5 milímetros, no necesitando que sea menor, y pudiendo ser mayor sin alterar el funcionamiento del embrague.

Las características del turbo-embrague son:

- ✘ Siempre hay un cierto resbalamiento entre las partes conductora y conducida.
- ✘ Se comprueba en la práctica, que siempre el *par motor* es transmitido íntegramente a la transmisión, cualquiera sea el resbalamiento.
- ✘ Por debajo de 500 rev./min. el resbalamiento es total (porque el torbellino tórico no es lo bastante fuerte como para arrastrar el rotor venciendo la resistencia del automóvil a moverse) y el motor puede girar en ralentí estando un cambio puesto, sin que la transmisión reciba movimiento alguno. Para arrancar simplemente hay que apretar el acelerador, al aumentar la velocidad del motor disminuye el resbalamiento y el vehículo se pone en movimiento en forma suave.
- ✘ No impide usar el *motor como freno*, siendo esto más suave que con otros embragues.

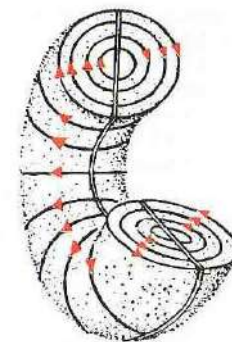


Figura 7-13 – Esquema de circulación

El principal inconveniente es que *el embrague hidráulico no es apto para ser acoplado directamente con una caja de cambios del tipo generalmente usado*. Esto es porque, aunque el resbalamiento sea total, no se obtiene un desembrague absolutamente completo, pues el líquido en circulación por los álabes de la turbina oprime la oprime, aunque no la haga girar, y por tanto los dientes de los piñones engranados en la caja de cambios resultan fuertemente oprimidos de costado unos contra otros, y no se pueden desengranar con la palanca. Por esta razón el turbo-embrague se combina con un cambio de velocidades de engranajes epiciclodados (*Caja Wilson*) del cuál se hablará más adelante. Para acoplar el turbo-embrague a una caja de cambios ordinaria se precisa el empleo de un embrague auxiliar del tipo usual

7.2.3. Embrague magnético con hierro en polvo

Si se sumerge un imán C (Figura 7-14) en una mezcla de aceite y polvo de hierro A, la mezcla líquida se convierte en sólida B, tanto más rígida cuanto mayor sea el magnetismo. Lo mismo ocurre si el lubricante es un polvo, grafito, sulfuro de molibdeno, etc., y es así como se aplica a los embragues de automóviles.

En la Figura 7-14, el volante D, montado en el extremo del cigüeñal G, lleva una bobina anular E, a la que llega corriente desde los anillos M y L sobre los que se apoyan las escobillas frotadoras que se ven en la pieza alimentadora K. Sobre el árbol de la transmisión R, a modo de disco de embrague, va la armadura circular F de acero, y encerrada en el compartimiento formado por las chapas H y J, en el que va el polvo mezcla de lubricante y hierro. Al llegar corriente por K se solidifica el polvo y embraga, al bajar la corriente se desembraga.

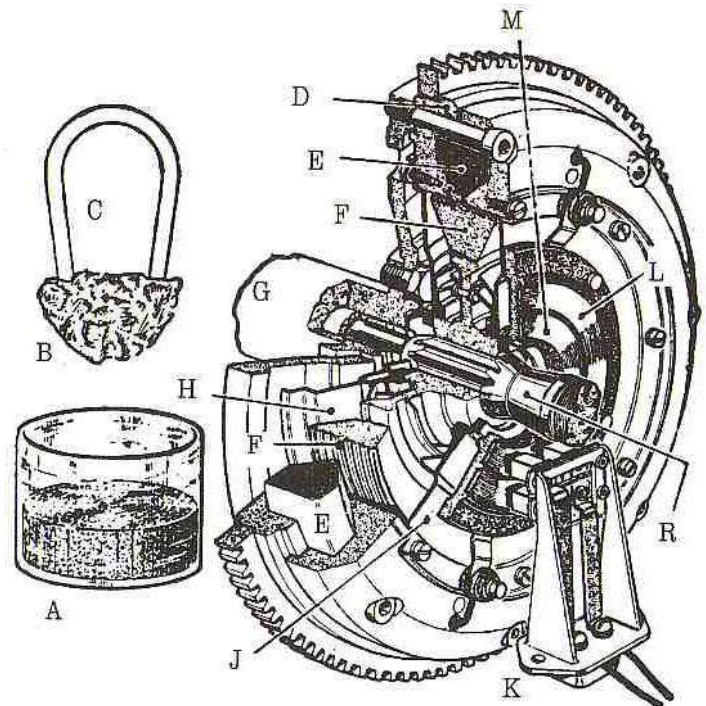


Figura 7-14 – Embrague magnético

8. LA CAJA DE CAMBIOS

8.1. INTRODUCCIÓN

La potencia de un motor de explosión aumenta con el número de revoluciones por minuto hasta que se alcanza la *velocidad de régimen*, pues el número de vueltas crece en forma proporcional a las explosiones. Rebasada esa velocidad de régimen, la potencia del motor vuelve a decrecer; si se piensa en el tiempo de compresión, al girar el motor muy rápidamente no se da un correcto llenado del cilindro, por lo cual disminuye la potencia. Por lo tanto, **la máxima potencia de un motor de explosión se obtiene cuando éste gira a su velocidad de régimen**, que es distinta para cada motor, pero que siempre es elevada.

La función de la caja de cambios es variar el factor de desmultiplicación entre el motor y las ruedas del vehículo, de forma de permitir que para un amplio rango de velocidades del automóvil, el motor trabaje lo más cercano posible a su *velocidad de régimen*.

8.2. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA CAJA DE CAMBIOS ELEMENTAL

La Figura 8-1 muestra una caja de cambios de tres velocidades.

El giro del cigüeñal llega desde el embrague a la caja de velocidades por un árbol P, llamado **primario**, luego de la caja de cambios sale un eje S, llamado **secundario**, el cual recoge el movimiento y lo transmite a las ruedas. El eje P, al entrar en la caja de cambios, lleva un piñón 1, en engranaje constante con otro 2, unido al árbol **intermediario** o **contraeje** I, el cual recibe continuamente el movimiento del eje primario, sobre el que van los piñones 3 y 4, con los que respectivamente engranará los ejes 6 y 7 ubicados en el árbol S, pudiéndose desplazar sobre el mismo.

El eje primario y el secundario también pueden engranar por medio de los dientes T en el piñón 1, que engranan con los dientes interiores del piñón 7 ubicado en el secundario. En este caso habrá igual velocidad de rotación entre ambos ejes.

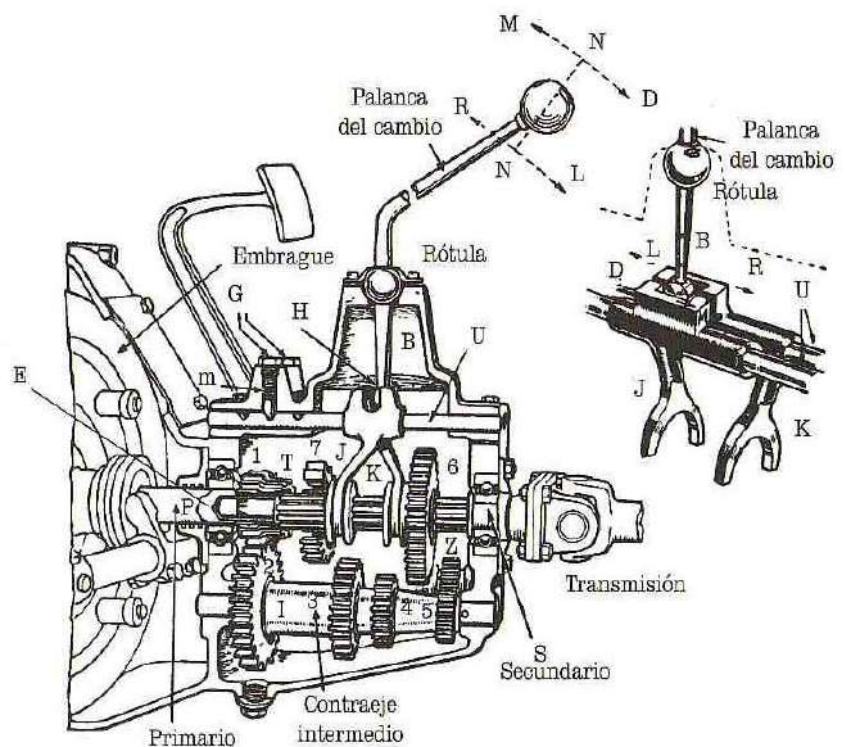


Figura 8-1 – Caja de cambios elemental.

Unidos a los ejes desplazables van unos collares abrazados por las horquillas J y K, movidas por la palanca de cambio. En la posición izquierda de la palanca de cambios se puede mover hacia delante y atrás el piñón 7 y en la posición derecha se mueve el piñón 6.

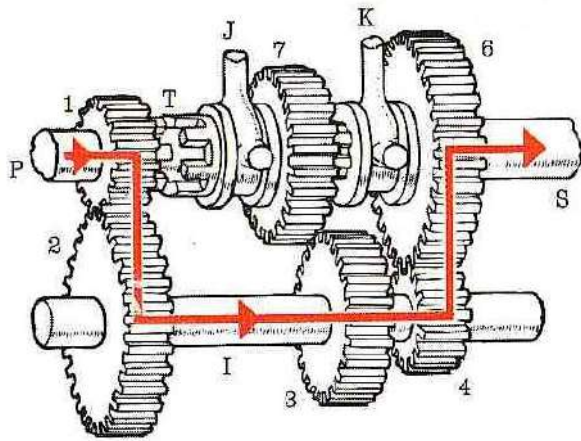


Figura 8-2 – 1º Velocidad.

Cuando se pasa la palanca a la posición M (Figura 8-1) se engrana la *segunda (2ª) velocidad*, de esta forma se mueve la otra horquilla, de forma que el piñón 7 engrane con el 3.

En esta posición el movimiento del cigüeñal se transmite al eje intermedio a través de los piñones 1 y 2, el del intermedio al secundario a través de los ejes 3 y 7 (Figura 8-3)

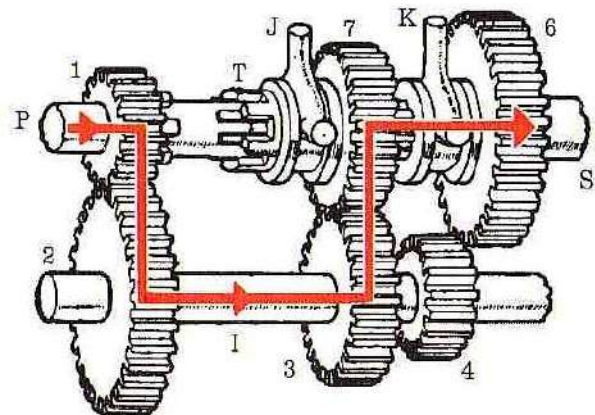


Figura 8-3 – 2º Velocidad.

Si la palanca de cambios pasa a la posición D (Figura 8-1), arrastra al mismo piñón 7 hacia el primario, desengranándolo del 3, y realizándose la unión del eje primario con el secundario por el piñón T.

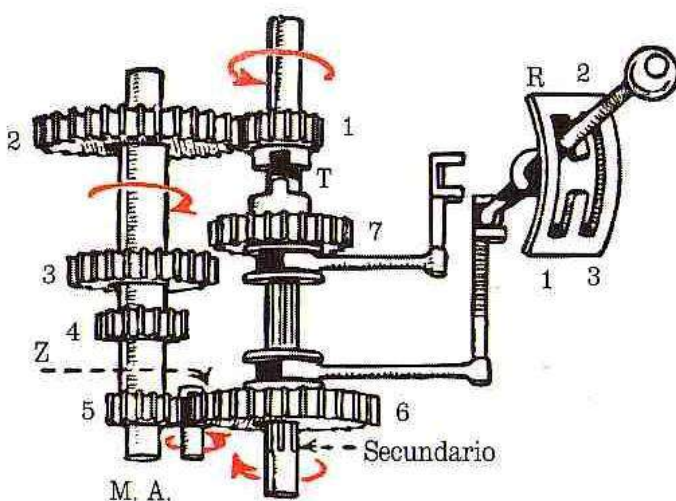


Figura 8-4 – Marcha atrás.

La *primera (1ª) velocidad* se obtiene cuando se lleva la palanca de cambios a la posición L (Figura 8-1). Esto hace que el piñón 6 engrane con el 4.

En esta posición el movimiento del cigüeñal se transmite al eje intermedio a través de los piñones 1 y 2, el del intermedio al secundario a través de los ejes 4 y 6 (Figura 8-2).

En las tres posiciones descritas anteriormente el eje secundario gira en el mismo sentido que el primario, y el vehículo anda hacia delante. Para poder colocar la marcha atrás se necesita que dichos ejes giren en sentidos opuestos. Esto se logra interponiendo un tercer piñón entre el eje intermedio y el primario.

Colocando la palanca en la posición R (Figura 8-4) se mueve la horquilla que gobierna el piñón 6 de forma que dicho piñón vaya hacia atrás, y engrane con el piñón Z, el cual a su vez engrana con el 5. De esta forma el eje intermedio recibe el giro del primario, girando en sentido opuesto al mismo, el piñón 5 lo transmite al Z, el cual girará entonces en el mismo sentido que el eje primario, y luego lo transmite al piñón 6, el cual girará entonces en sentido opuesto al eje primario.

8.3. CAJA DE CAMBIOS CON TOMA CONSTANTE

El tener que engranar un piñón desplazable con otro fijo, y ambos girando a grandes velocidades distintas entre sí, produce choques y desgastes que hacen ruidosas las operaciones de toma de contacto y de funcionamiento, sobre todo esto último, pues por mucho cuidado que se tenga al montar la caja al tiempo sufre por las duras condiciones de trabajo.

Los engranajes de dientes rectos, como los mostrados en la Figura 8-1, ya poco empleados, si no están bien centrados y ajustados no harán contacto completo entre sus dientes, que sufren mayores presiones de las debidas, y cuando engranan funcionan con un ruido constante.

Una solución parcial la proporcionan los engranajes oblicuos o helicoidales (Figura 8-5), pues permiten un mejor contacto lateral entre sus dientes, por lo que funcionan con menos ruido.

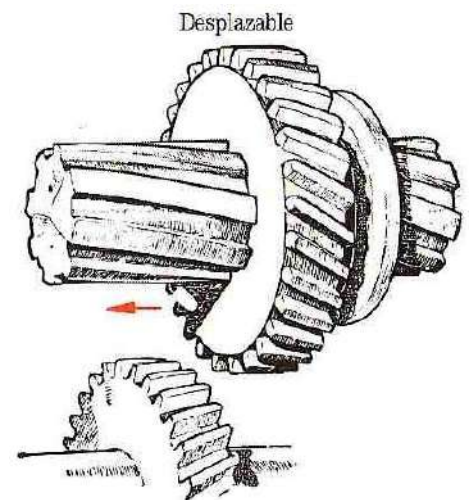


Figura 8-5 - Engranajes oblicuos.

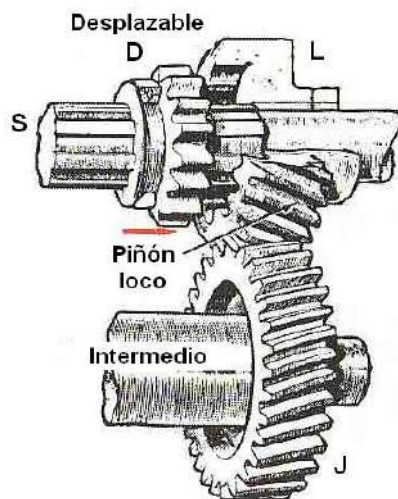


Figura 8-6 – Piñones en toma constante.

La solución más empleada actualmente es la de *piñones en toma constante* (Figura 8-6): el piñón J del eje intermedio engrana constantemente, y por lo tanto con fácil ajuste con el piñón L, montado loco sobre el eje secundario; sobre las estrías de éste se desliza el piñón desplazable D, que cuando se quiere que el secundario reciba el movimiento se corre a engranar interiormente con el piñón loco L, el giro se transmite de J a L y como ahora éste está solidario a D, el secundario girará con la velocidad del piñón L.

El montaje de los piñones en toma constante puede ser efectuado con toda precisión.

El funcionamiento de una caja con piñones en toma constante se muestra en la Figura 8-7. El eje primario X termina en el engranaje A-B, que da movimiento constantemente al eje intermedio Z, el piñón C engrana constantemente con el D, montado loco sobre el árbol secundario Y. Ambos engranajes son de dientes oblicuos. El desplazable S, montado sobre las estrías del secundario, toma movimiento o bien de A, posición de la figura para la marcha en directa, o bien de la parte de dientes rectos de D para la 2ª velocidad. En esta figura no se dibuja el desplazable de 1ª y marcha atrás.

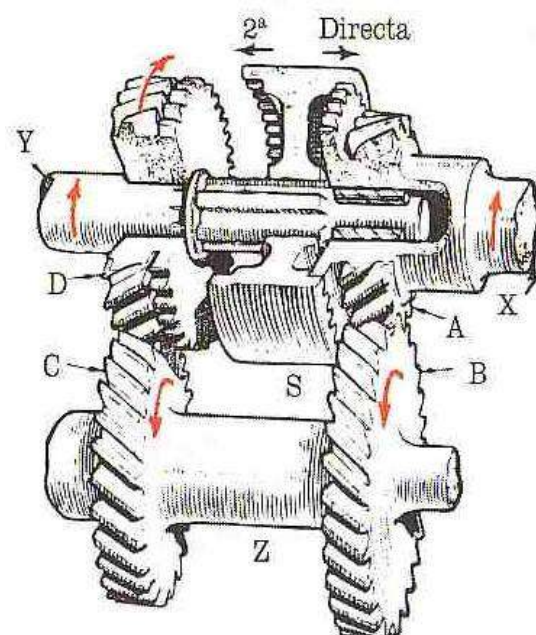


Figura 8-7 – Caja con piñones en toma constante.

8.4. CAMBIOS SINCRONIZADOS

El momento de engranar los piñones al efectuar el cambio sigue siendo ruidoso, aun en los cambios con engranajes de toma constante. Un perfeccionamiento a este sistema es el que se muestra en la Figura 8-8, el cual permite igualar, en el momento del cambio, las velocidades de rotación del desplazable S y de los engranajes de directa o 3ª, con lo que la toma de contacto y engrane será suave.

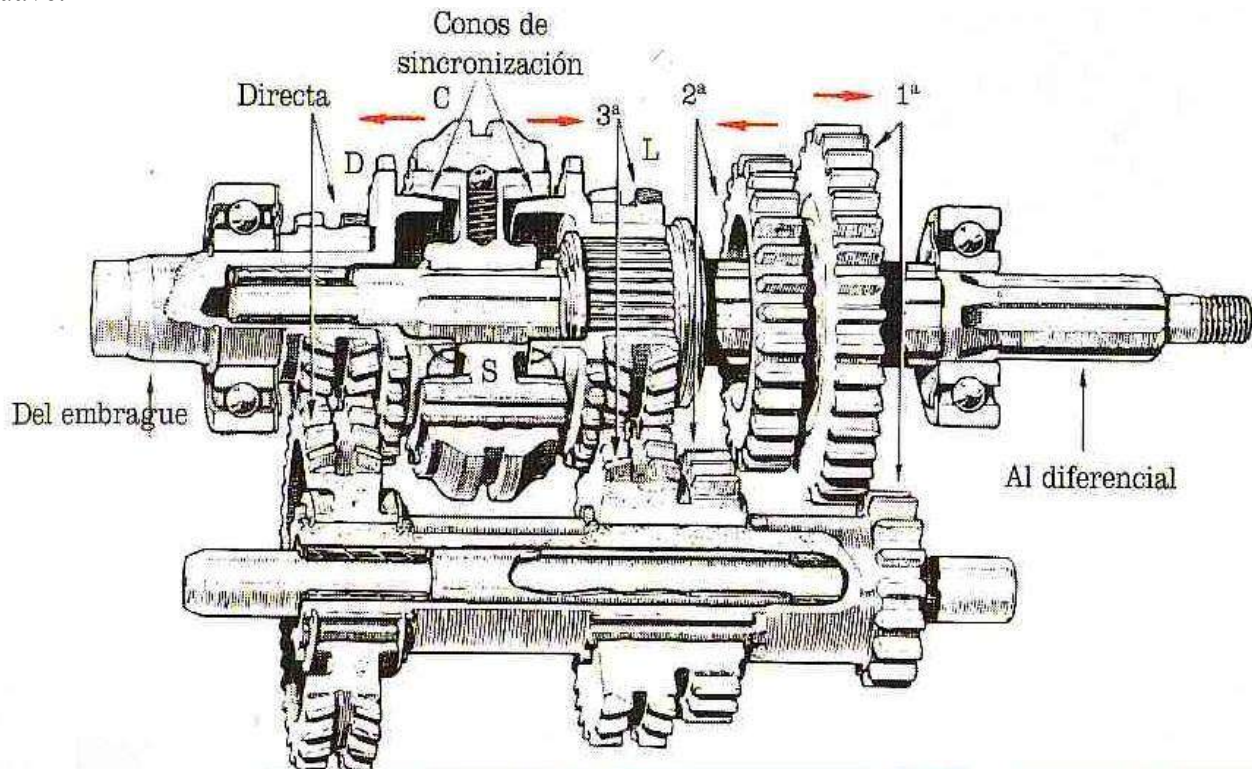


Figura 8-8 – Caja de cambios sincronizada.

La figura representa una caja de cuatro velocidades. El desplazable central que permite intercambiar directa con 3ª está formado por dos cuerpos: uno interior S, el cual se mueve solidario al eje secundario (al diferencial), que mediante un sistema de resortes se solidariza al cuerpo exterior C. La horquilla que manda el desplazable se encaja en el exterior de C (Figura 8-9).

Si se quiere por ejemplo poner la directa, con el eje primario desembragado, al mover la palanca de cambios, la horquilla traslada el desplazable hacia la izquierda y se pone en contacto el cono de sincronización del desplazable con el del disco D, para igualar las velocidades de ambos discos, al continuar el movimiento de la horquilla, los dientes del cuerpo exterior C encastran en los del disco D obteniendo así una transmisión directa entre D y C, la cual será luego transmitida entre C y S, obteniendo así la conexión entre el eje primario y el secundario.

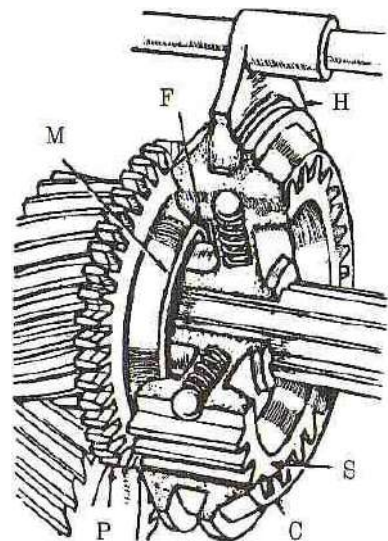


Figura 8-9 – Mando del sincronizador

El funcionamiento de los conos de sincronización se muestra en la Figura 8-10: En 1 está en punto muerto, el cono de sincronización (desplazable) no tiene contacto con el piñón. En 2 el cono desplazable se ha movido hasta que los conos han entrado en contacto, igualando las velocidades de rotación. Al seguir moviendo la horquilla, se vence el resorte de bola (fiador) y el cuerpo exterior C resbala respecto al interior S, engranando suavemente y quedando en esta posición final C engranado con el piñón y con el cuerpo central S.

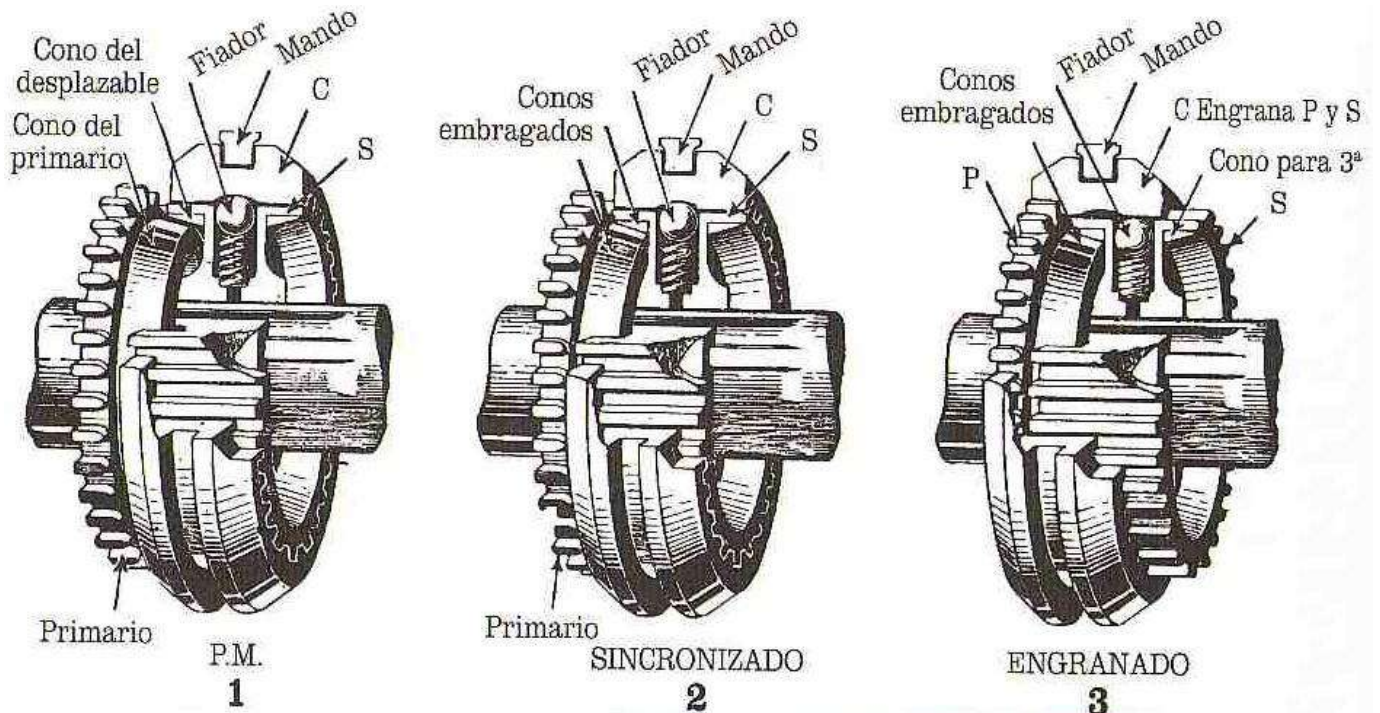


Figura 8-10 – Cono de sincronización.

8.5. NÚMERO DE MARCHAS

Con las mayores velocidades deseadas por los autos resultó necesario utilizar cajas con mayor número de marchas, debido a que ya no era posible en directa soportar rangos de velocidades tan grandes.

En realidad, el concepto de ‘directa’ está desapareciendo, pues en muchos automóviles, especialmente los pequeños, ninguna combinación del cambio es directa, o sea, que todas tienen engranajes que pasan el giro del motor a la transmisión disminuido en proporciones diversas para las marchas 1ª, 2ª y 3ª, y aumentando ligeramente la 4ª, que ya no es directamente la directa.

8.5.1. La sobremarcha (Overdrive)

Algunos vehículos potentes llevan a la salida de la caja de cambios un mecanismo que proporciona una nueva combinación de engranajes. Puede funcionar sólo cuando la palanca de cambios está en 2ª o en directa, quedando automáticamente anulado en 1ª y marcha atrás (M.A.).

El paso de marcha a supermarcha se hace accionando un interruptor, sin tener que usar un embrague, por lo que resulta muy práctico para el conductor.

El mecanismo dispone de una rueda libre y un engranaje planetario (Figura 8-11) compuesto por un planeta (aquí piñón fijo e inmóvil P), sobre el que ruedan varios satélites S, cuyos ejes se unen formando caja giratoria D, y que a su vez engranan con la corona dentada interiormente C, unida al árbol de transmisión a las ruedas.

Si D gira, los piñones S ruedan sobre P y arrastran en el mismo sentido a la corona C.

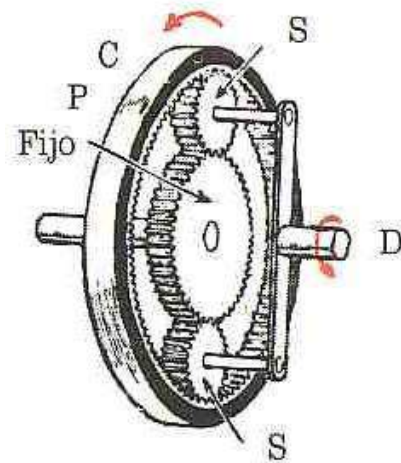


Figura 8-11 - Overdrive

El mecanismo de supermarcha se muestra en la Figura 8-12.

La continuación A del eje secundario de la caja de cambios (ver detalle 1) lleva una parte lisa y termina en otra dentada. Sobre la parte lisa se monta loco un manguito con dientes de engrane D y G.

Cuando se acciona el interruptor para anular el overdrive, el cable Y tira de la palanca X, moviendo el eje V a la derecha, entonces la horquilla T mueve el collar C a la derecha montando los dientes D en los E teniendo transmisión directa hasta la rueda M que transmite el movimiento a la campana exterior, la cual lo transmite al eje de transmisión.

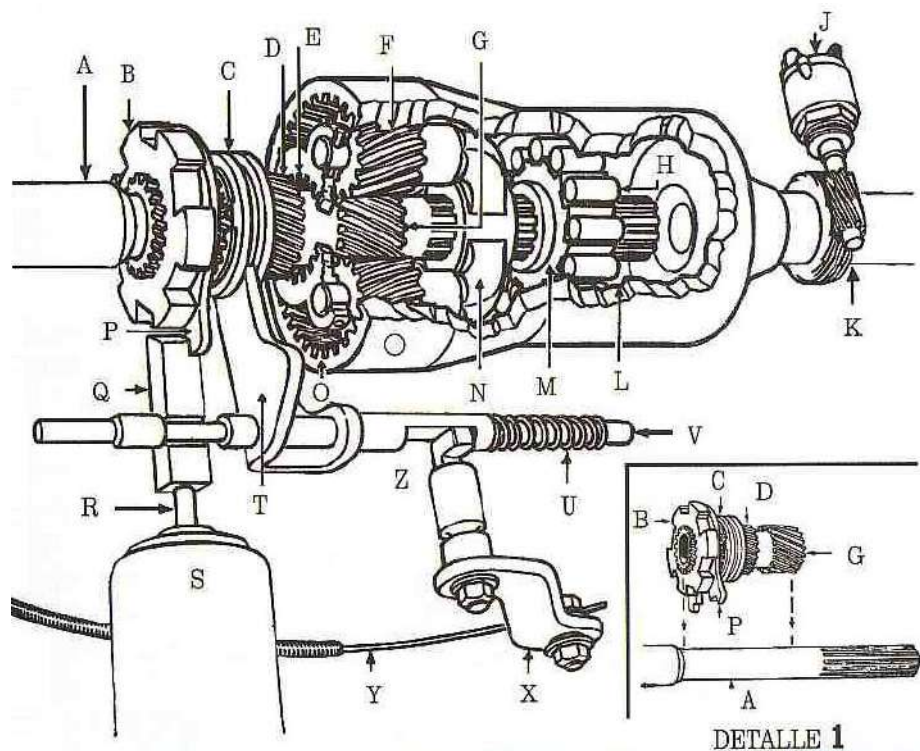


Figura 8-12 – Mecanismo de sobremarcha (Overdrive)

Cuando se suelta el cable y, el resorte libera el eje V, la horquilla T hace volver al collar C, haciendo que D vuelva a la izquierda, entonces actúa el sistema planetario haciendo que funcione el overdrive.

8.6. CAJA DE CAMBIOS CON ENGRANAJES PLANETARIOS (CAJA WILSON)

Las principales características de esta caja son:

- ✘ Posibilidad de prescindir del embrague: pues los efectos de resbalamiento y acoplamiento o embrague se obtienen aquí por medio de las cintas de freno de los tambores.
- ✘ Preselección de velocidades.

La Figura 8-13 muestra un esquema de la combinación de engranajes de una caja Wilson de 4 marchas adelante y una atrás. Consta de 4 tambores para 1ª, 2ª, 3ª y M.A. y un embrague D para la directa.

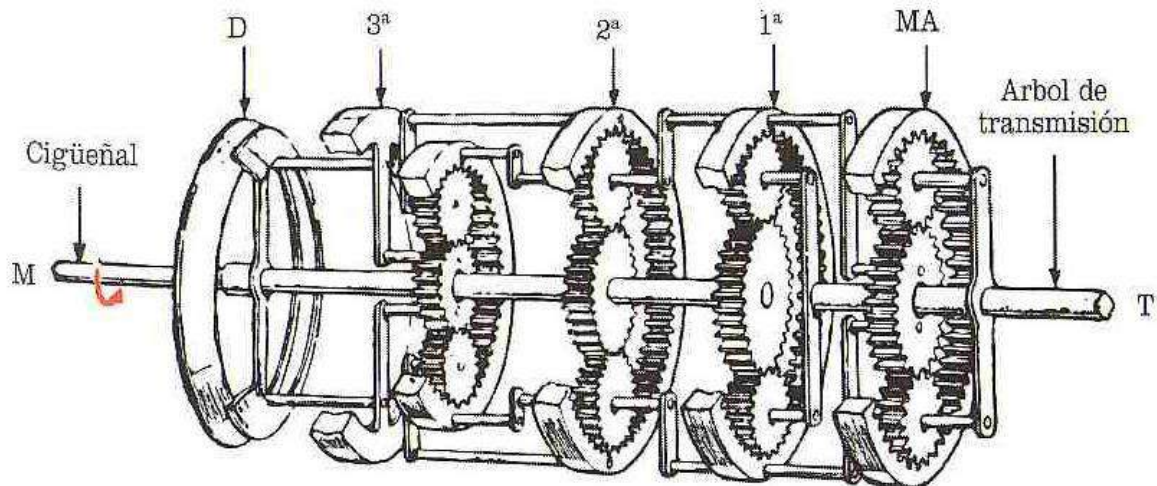


Figura 8-13 – Caja Wilson

Cada tambor puede inmovilizarse por medio de un freno de cinta que se aplica por el exterior y lleva su interior dentado en forma de corona en la cual engranan los satélites (en la figura se dibujan 2 satélites por tambor pero en la práctica se utilizan 3), los que a su vez engranan con el piñón central o planeta. El árbol T de salida de la caja está unido a los satélites de 1ª y M.A. y pasa libremente a través del planeta de M.A.

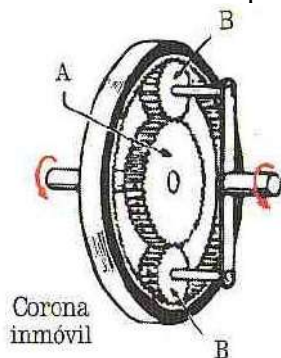


Figura 8-14 – 1ª velocidad

Para obtener una marcha se frena e inmoviliza la correspondiente corona, con lo que la rotación que llega por M obliga a girar el sistema de engranajes.

Por ejemplo; en 1ª se frena la corona de 1ª estando libre las demás y separado el embrague D. El motor, unido al planeta de 1ª obliga en su giro a que los satélites rueden sobre la corona, quieta girando su caja, que está unida al árbol de transmisión T. Para obtener 1ª no intervienen más engranajes que los correspondientes a su tambor inmovilizado (Figura 8-14)

Para obtener 2ª se frena su corona, el giro del piñón hace girar los satélites de 2ª alrededor del planeta, los que a su vez hacen girar la corona de 1ª, que transmiten el movimiento al planeta de M.A. y este a su vez al eje T.

Para obtener 3ª el procedimiento es análogo. Para obtener directa se cierra el embrague D y por tanto su giro arrastra los planetas de 3ª, 2ª y 1ª, entonces al no haber giros relativos, todo el sistema gira en su conjunto.

Para obtener M.A. se frena su tambor, el motor obliga a girar al planeta de 1ª con su misma velocidad. Los satélites de 1ª y M.A. girarán ambos a la misma velocidad que la M.A. pues están unidos al eje T. Dado que la corona de M.A. está fija el planeta de M.A. deberá girar y por tanto lo hará la corona de 1ª que está unida a dicho planeta

8.7. CAJAS DE CAMBIO AUTOMÁTICAS

8.7.1. Introducción

Los tres principales sistemas que se emplean son:

- ✘ Turbo embrague con caja de cambios por desplazables.
- ✘ Turbo embrague con caja de cambios enteramente automática de engranajes planetarios.
- ✘ Convertidor de par con caja de planetarios prácticamente automática.

8.7.1.1. Turbo embrague con caja de cambios por desplazables

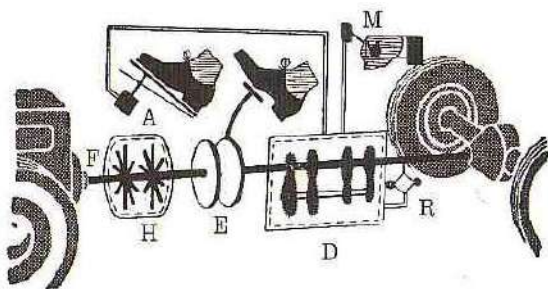


Figura 8-15

El esquema de la transmisión se muestra en la Figura 8-15. La fuerza del motor F pasa por el acoplamiento hidráulico H y sigue por el embrague mecánico E a la caja de cambios por desplazables D que da dos marchas adelante elegidas con la palanca de mano M, pero cada una de estas marchas se divide en otras dos mandadas automática y conjuntamente por el acelerador A y un regulador R que depende de la velocidad del vehículo.

8.7.1.2. Turbo embrague con caja de cambios enteramente automática de engranajes planetarios

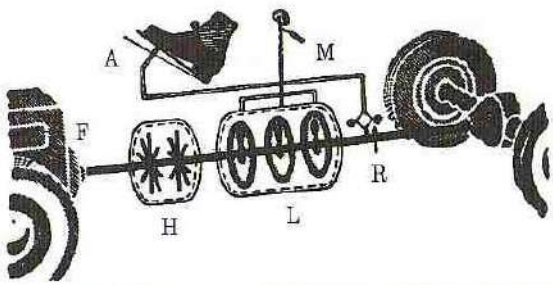


Figura 8-16

El esquema de la Figura 8-16 muestra el paso de la fuerza desde el motor F por el embrague hidráulico H a la caja de planetarios L en la que dos juegos de engranajes dan las cuatro marchas adelante automáticamente por la acción combinada del acelerador A con un regulador R gobernado por la velocidad del vehículo. En este sistema no se usa pedal de embrague.

La palanca M sirve para mandar a mano la M.A., el punto muerto y el funcionamiento de 1ª y 2ª en terrenos malos.

8.7.1.3. Convertidor de par con caja de planetarios prácticamente automática

El convertidor es un embrague hidráulico al que por añadirle una o más coronas de álabes se consigue que convierta el resbalamiento en mayor esfuerzo de giro (par), es decir, que lo que pierde en velocidad se gana en fuerza. Esto ya equivale a un cambio automático continuo, no por escalones como cuando se pasa de una a otra combinación de engranajes.

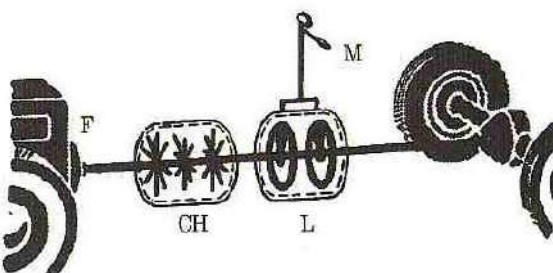


Figura 8-17

El esquema de la Figura 8-17 señala el paso de la fuerza del motor F por el convertidor hidráulico CH y caja de planetarios L gobernada por la palanquita M que da dos combinaciones únicas: 'marcha normal' y 'reducida'

8.7.2. Convertidores de par

8.7.2.1. Convertidor mecánico de par

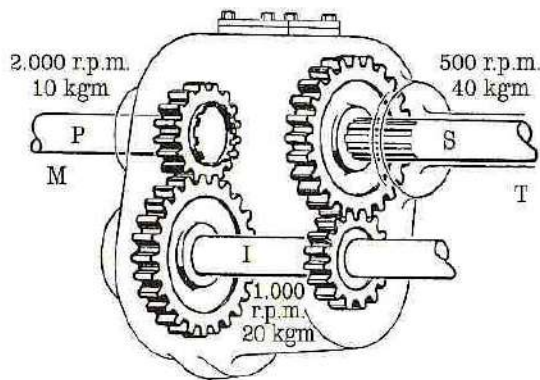


Figura 8-18 – Convertidor mecánico de par.

La conversión de par es precisamente lo que se realiza en una caja de cambios por engranajes, sean éstos desplazables o planetarios.

Suponiendo (Figura 8-18) que los piñones grandes tengan el doble de dientes que los pequeños, el eje intermedio girará a la mitad de velocidad que el primario, duplicándose así el par motor. De la misma forma el eje secundario girará a la mitad de velocidad que el intermedio con el doble de par, por lo que en resultado la velocidad del secundario es la cuarta parte de la del primario y el par queda multiplicado por cuatro.

8.7.2.2. Convertidor hidráulico de par

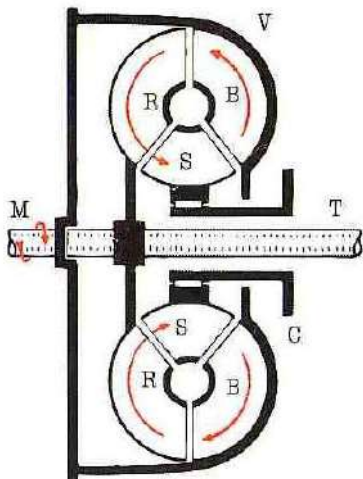


Figura 8-19 – Convertidor hidráulico.

El funcionamiento de un convertidor hidráulico es análogo al de un molino de agua, en el cual el agua que por su velocidad contiene cierta energía cinética, la transmite a las paletas del molino, que la girar la transforman en energía mecánica.

Una bomba B (Figura 8-19) parecida a la de los embragues hidráulicos, montada a modo de volante V en el extremo del motor M, gira y manda un chorro de aceite sobre los álabes R, solidarios del árbol de la transmisión T. El líquido forma, como ya se dijo, un torbellino tórico de la forma del mostrado en la Figura 7-13. Dicho torbellino adquiere la fuerza suficiente para transmitir potencias importantes.

El aceite así lanzado incide sobre los álabes del rotor R y le hace girar, comunicando la potencia del motor a las ruedas del vehículo.

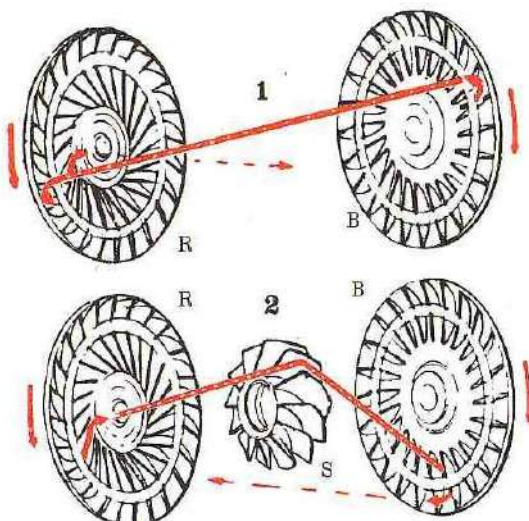


Figura 8-20 – Uso del estátor.

En el turbo-embrague ya explicado, cuando las ruedas tienen una fuerte resistencia que vencer, el rotor R resbala ante el impulsor B, sin que el par motor pueda aumentar.

Si se coloca una corona de álabes S, llamada *estátor* o *reactor* según que esté fija o pueda girar, entre la salida de R y la entrada de B, con la inclinación de sus paletas adecuadamente calculada, el aceite que sale cuando R gira más despacio que B, es guiado para entrar nuevamente en B con la orientación corregida, de forma que su velocidad se suma con la que le imprimirán nuevamente los álabes de B. De esta forma al llegar nuevamente a R lo hará con mayor velocidad que cuando R iba a igual velocidad que B. Esto se muestra en la Figura 8-20.

Los álabes de S han de ser curvos para cambiar la dirección del aceite, así como también lo serán los de B y R.

9. EL MOTOR DE DOS TIEMPOS

9.1. GENERALIDADES

Está basado también en el ciclo de explosión de Otto; sin embargo, la obtención de los tiempos y la forma de producirse es diferente.

En los motores de 4 tiempos había, en cada cilindro, 4 carreras del pistón dedicadas a las 4 distintas operaciones que componen el ciclo: admisión, compresión, explosión y escape, obteniéndose una carrera motriz a costa de tres auxiliares en dos vueltas del cigüeñal.

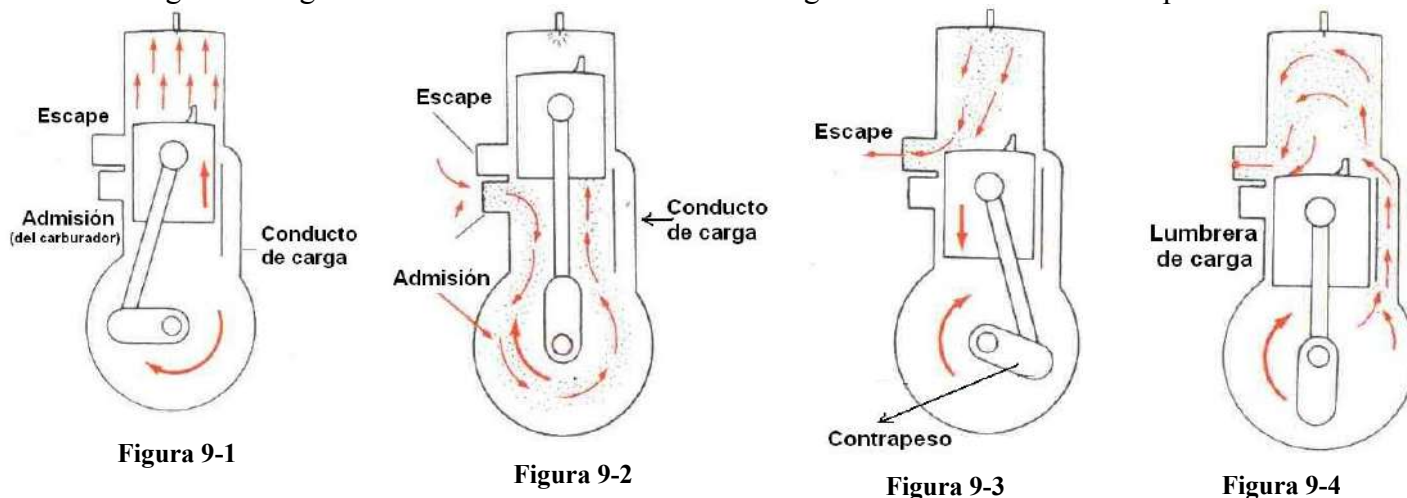
En los motores de 2 tiempos, las cuatro fases del ciclo se conservan, pero se realizan en sólo dos carreras del pistón, es decir, que se consigue una explosión o carrera motriz por cada vuelta del cigüeñal.

9.2. CONSTITUCIÓN Y FUNCIONAMIENTO

El motor de dos tiempos carece del mecanismo de distribución, de modo que no tiene árbol de levas, engranaje, taqués, válvulas, etc. Por ello no es tan necesaria la culata desmontable y puede fundirse, en una pieza, con el cuerpo del cilindro, sobre todo en motocicletas.

El cárter en general no se emplea como depósito de aceite, es de reducidas dimensiones, cuidadosamente calculadas, y está herméticamente cerrado porque se usa para la admisión y compresión preliminar de la mezcla.

En las siguientes figuras se describe el movimiento de los gases en un motor de 2 tiempos.



Al subir el pistón comprime la mezcla en el cilindro y por debajo el cárter aspira la mezcla desde el carburador.

Salta la chispa, baja el pistón trabajando. Siguen entrando gases al cárter por inercia.

Casi al final el pistón descubre la lumbrera del escape. Los gases frescos se precomprimen en el cárter.

Al final se descubre la lumbrera de carga, por ella irrumpen los gases frescos en el cilindro y empujan a los quemados.

El cilindro tiene dos *ventanas* o *lumbreras* en su parte baja que son descubiertas por el pistón en las proximidades del PMI, estando situada (Figura 9-1) la de escape frente a la de carga de gases. Más abajo que la de escape, está una tercera lumbrera, de admisión, por la que la mezcla del carburador llega al motor y entra en el cárter. Desde éste hasta la lumbrera de carga hay un conducto de carga por el que la mezcla carburada pasa en el debido momento al carburador.

Los gases frescos no entran directamente al cilindro, sino al cárter, que los aspira desde el carburador, y los transfiere al cilindro. Una vez en éste, y cuando van entrando, ayudan a salir a los gases quemados en la explosión anterior, operación esencial en estos motores; llamada *barrido*. En resumen, en la primera media vuelta se realizan la compresión y la explosión (Figura 9-1 y Figura 9-2), y en la segunda el escape y la admisión (Figura 9-3 y Figura 9-4).

Para ayudar a salir a los gases, según marcan las flechas de la Figura 9-4, se ha empleado tradicionalmente el *pistón con deflector* (Figura 9-5); este saliente guía los gases de admisión hacia la parte alta del cilindro, de modo que empujan los quemados hacia el escape.

Actualmente está entrando en desuso, y se está utilizando el pistón con cabeza plana. Para que los gases sigan el recorrido mostrado en la Figura 9-5 colocan los conductos de carga en la dirección más adecuada, logrando el efecto sin necesidad de deflector.

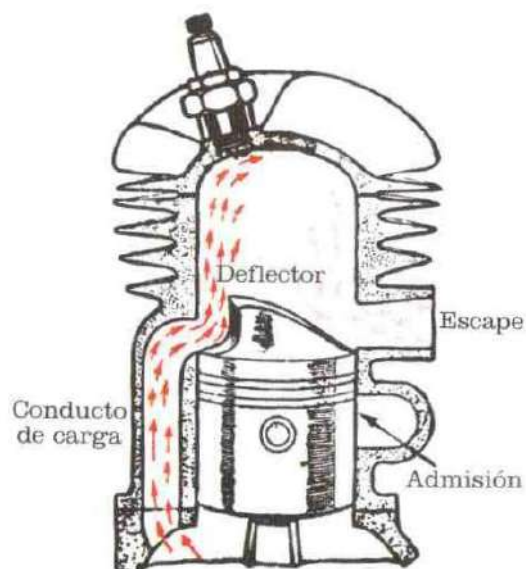


Figura 9-5 –Pistón con deflector.

9.2.1. El engrase

El engrase en estos motores es distinto, pues en lugar de llevar aceite en el cárter y mandarlo a presión por tuberías a todos los cojinetes y paredes de cilindro, aquí el cárter está seco, el aceite se mezcla con la gasolina y es introducido en el cárter durante la aspiración.

Como los gases entran con velocidad, y son frenados de golpe al llenarse el reducido espacio del cárter, las partículas de aceite, más pesadas, son precipitadas a las paredes y fondo, a la vez que el calor de la precompresión tiende a vaporizar la gasolina, más volátil que el aceite, éste se deposita en las superficies interiores, desde donde va a lubricar los cojinetes y órganos en movimiento. Al cilindro, pasa en la mezcla la parte necesaria para lubricar su pared superior.

9.3. **CARACTERÍSTICAS**

Cada motor está diseñado y construido de la forma más conveniente para obtener el máximo rendimiento. Esto es tan riguroso, que si por ejemplo, a un motor de dos tiempos se le suprime el silencioso, se le quita resistencia a la salida de los gases quemados, con lo que aumenta su velocidad y arrastran a los frescos que viene detrás, perdiéndose más parte de ellos por el escape. Esto traerá aparejado una pérdida de potencia.

Una característica del motor de dos tiempos es que es *reversible*, o sea, que lo mismo funciona girando a izquierdas que a derechas. Esto no ocurría en los motores de 4 tiempos, en el cual el funcionamiento está mandado por el árbol de levas. Si éste girara al revés abriría las válvulas en el orden inadecuado.

9.4. DIFERENCIAS ENTRE EL MOTOR DE 2 Y 4 TIEMPOS

En principio se podría pensar que un motor de dos tiempos, de la misma cilindrada que otro de cuatro, debe dar el doble de potencia porque hace el doble número de carreras motrices, pero en realidad no es así.

La sucesión de las operaciones – admisión, compresión, explosión y escape – en el motor de cuatro tiempos está perfectamente ordenada, cada una, en tiempo y espacio, con independencia de las otras, y las cotas de reglaje apenas influyen entre ellas graduándose independientemente, mediante el perfil de las levas, para conseguir el máximo rendimiento del combustible gastado. En cambio, el motor de dos tiempos ejecuta con dependencia mutua las mismas operaciones, siendo el pistón quien gobierna las aperturas y cierres de la carga y escape en el cilindro; ambas cosas empezarán y terminarán con simetría respecto a los puntos muertos. Esta imposibilidad de regular con independencia las aperturas y cierres redundará en un perjuicio del rendimiento.

El rendimiento de los motores de 2 tiempos es mejor que el de 4 tiempos a bajas velocidades, pero a altas velocidades rinde más el de 4 tiempos.

El motor de dos tiempos presenta algunos inconvenientes en la dificultad del frenado del motor al desacelerar, pero dichos inconvenientes se ven compensados por la sencillez mecánica, pues desaparecen el engranaje de distribución, árbol de levas, taqués, válvulas y resortes, suprimiéndose una complicación mecánica que es origen de averías, desreglajes y desgastes; se abarata la construcción, y queda un motor constituido por sólo tres robustas piezas en movimiento: pistón, biela y cigüeñal.

10. EL MOTOR DIESEL

10.1. GENERALIDADES

La organización de los elementos del motor diesel es similar a la de los motores a gasolina, pero hay algunas diferencias en cuanto al funcionamiento. En la Tabla 10-1 se muestran las principales diferencias entre un motor a gasolina y un motor diesel.

Diferencias	Tipo de Motor	
	Gasolina / Explosión	Diesel / Combustión
Tipo de Ciclo	Otto	Diesel
Queman...	Gasolina / Explosión	Gasoil
Se introduce mezcla de...	Aire y gasolina pulverizada	Sólo aspira aire puro
Inflamación por...	Chispa	Se inflama por si solo
Sistema de encendido	Si	No
Relación de compresión	De 6,5 a 11	De 12 a 22. Promedio 16
Carburador	Si	No
Explosión / Combustión	De toda la mezcla	A medida que entra gasoil
Equipo de inyección	A veces	Siempre
Construcción	Ligera y simple	Pesada

Tabla 10-1 – Comparación entre motores de gasolina y motores diesel.

Para que el gasoil entre en el cilindro, inyectado en el aire tan fuertemente comprimido y caliente, es necesario que se envíe a una presión elevada, en forma de un pequeñísimo chorro para cada carrera de ‘combustión’; esto se consigue con un *equipo de inyección* compuesto por una *bomba* que: dosifica, da presión y envía el gasoil al cilindro correspondiente, y un inyector que le da entrada a la cámara de combustión.

Cuando el acelerador está suelto se inyecta solamente el gasoil necesario para la marcha en vacío y del motor al ralentí, cuando se pisa a fondo pasa a quemarse la máxima cantidad de combustible que puede hacerlo con el aire que cabe en el cilindro, aproximadamente en una proporción de 1 gramo de gasoil por 18 a 20 de aire. El gasoil a diferencia de la gasolina no disminuye en la energía que proporciona aunque se queme en exceso de aire, sin los inconvenientes de lo que en los motores de explosión se llama ‘mezcla pobre’, y que aquí no existe.

Aunque el gasoil llegue a costar tanto como la gasolina, los motores diesel seguirán siendo más económicos no sólo porque el consumo es menor con respecto a los de explosión para una misma potencia, sino porque su rendimiento es superior a la de éstos, ya se dijo en la Tabla 1-1 (Pág. 6) en el motor a nafta sólo se tiene un aprovechamiento del 26% de la energía entregada luego del cigüeñal, mientras que en los motores diesel se tiene un 38%, dado que no se pierde tanto en los gases de escape y en el sistema de refrigeración.

10.2. EL GASOIL

Es el combustible utilizado en los motores diesel, es un producto más denso que la gasolina y que tiene algo más de poder calorífico para el mismo volumen. Ha sido creencia vulgar que el gasoil era un combustible de clase inferior, más basto que la gasolina, siendo la realidad presente más bien lo contrario. El gasoil es un producto refinado, que ha de estar muy bien filtrado, pues las impurezas físicas más pequeñas perturban el funcionamiento del equipo de inyección.

Algunas características importantes del gasoil es que tiene un punto de congelación que permite utilizarlo en tiempo frío, que da un buen rendimiento y que tiene cierto poder lubricante.

10.3. CICLO DE TRABAJO

El ciclo de trabajo de un motor diesel de 4 tiempos se muestra en la Figura 10-1.

- **1º Media vuelta – Admisión:** Se abre la válvula A de entrada de aire al cilindro; el pistón al bajar lo aspira a través del filtro del colector de admisión, sin mariposa que gradúe la cantidad, de modo que el cilindro queda lleno de aire puro.

- **2º Media vuelta – Compresión:** Al subir el pistón comprime el aire hasta dejarlo reducido a un volumen de 12 a 24 veces menor, con lo que alcanza una temperatura cercana a los 600°C, que permitirá la autoinflamación, a una presión de 36 a 45 Kg./cm².

- **3º Media vuelta – Combustión:** Por el inyector B penetra en el cilindro el pequeño chorro de gasoil cuya inyección, controlada por el pedal del acelerador, dura más o menos tiempo según la mayor o menor cantidad necesaria.

Dada la gran presión a la que entra y la forma del inyector, el gasoil se pulveriza en forma de finísimas partículas (niebla), cuyas primeras gotas en contacto con el aire a una temperatura muy elevada, se vaporizan e inflaman, comunicándose el fuego al resto del gasoil a medida que entra. El calor desarrollado dilata los gases y eleva la presión de trabajo a entre 50 y 90 Kg./cm².

- **4º Media vuelta – Escape:** Se abre la válvula de escape C y por ella son expulsados al exterior los gases residuales de la combustión.

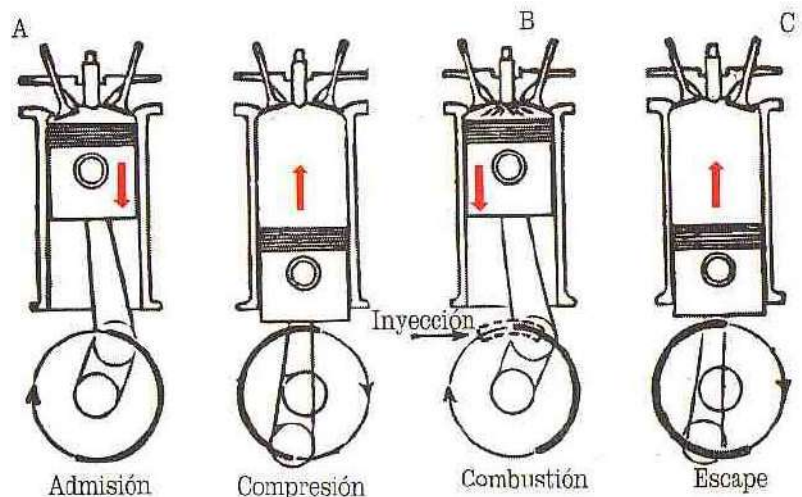


Figura 10-1 - Ciclo de trabajo de un motor diesel de 4 tiempos.

En la Tabla 10-2 se muestra una comparación de los procesos que se dan en los diferentes tiempos en motores a gasolina y motores diesel.

		Tipo de Motor	
		Gasolina / Explosión	Diesel / Combustión
T i e m p o	1º Tiempo Admisión	Aspiración de la mezcla de aire-gasolina en cantidad graduada por el acelerador.	Aspiración y llenado completo del cilindro con aire puro
	2º Tiempo Compresión	Moderada de la mezcla de 6,5 : 1 a 11 : 1	Elevada del aire puro de 12 : 1 a 24 : 1
	3º Tiempo Combustión	Encendido por una chispa en la bñija. Se produce la explosión de toda la mezcla.	Inyección de gasoil, en cantidad graduada por el calor de la compresión. Autoinflamación por el calor de compresión.
	4º Tiempo Escape	Igual en ambos sistemas.	

Tabla 10-2 – Comparación de los tiempos en motores a gasolina y diesel.

10.4. FUNCIONAMIENTO

Como se ha explicado, en el tiempo de admisión el cilindro aspira aire puro a través de un colector en cuya boca está el filtro de aire (Figura 10-2) Cada cilindro lleva las válvulas de admisión y escape, en general colocadas a la cabeza y mandadas por balancines.

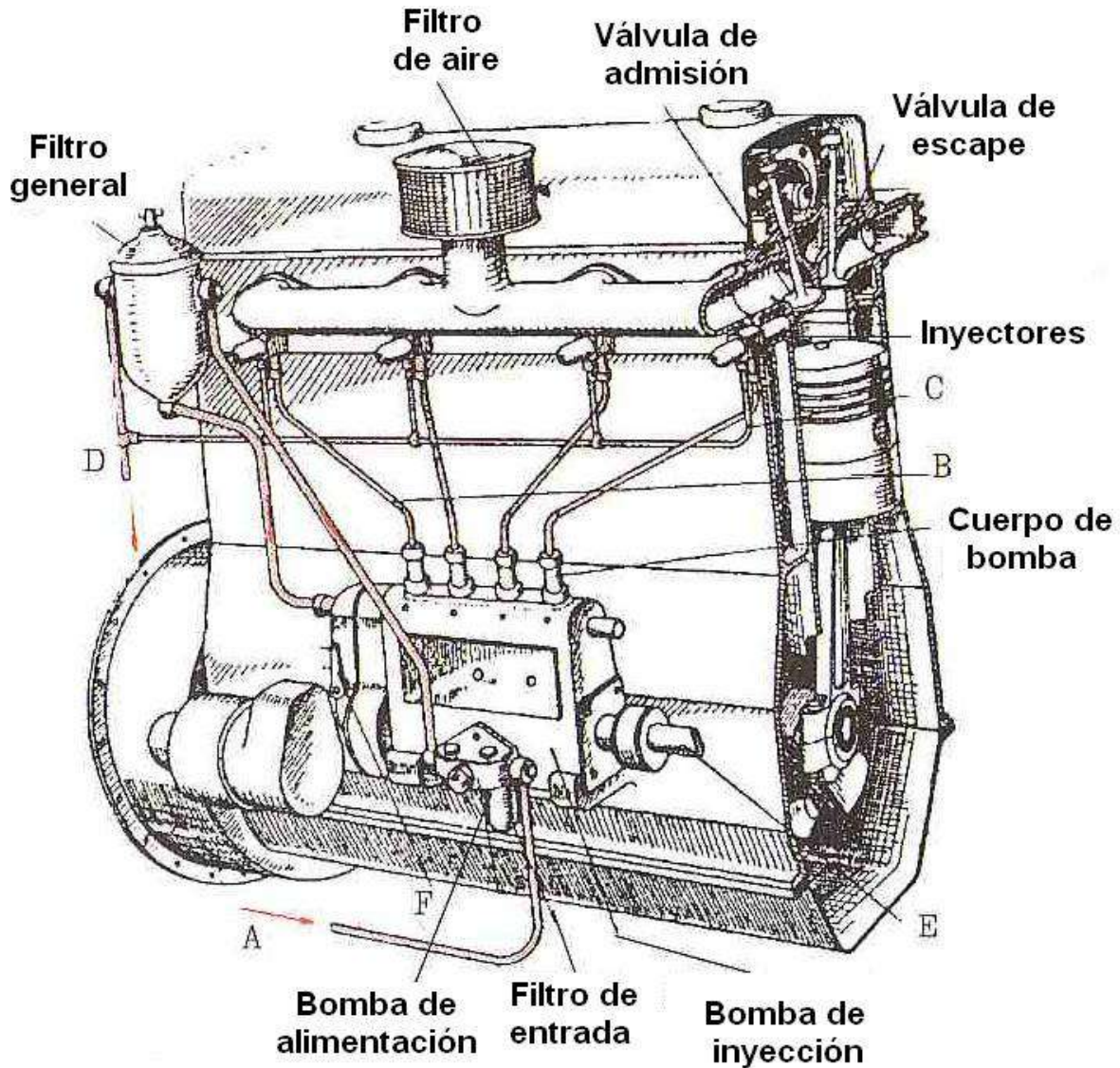


Figura 10-2 – Funcionamiento de un Motor Diesel de Cuatro Cilindros.

El combustible es aspirado del depósito por la tubería A mediante la bomba con filtro de entrada que lo envía al filtro general, de donde sale por la parte inferior a la bomba de inyección que por medio de los cuerpos de bomba (uno por cilindro) lo manda a presión por los tubos B a los inyectores, colocados en los cilindros.

El gasoil que rebosa de los inyectores regresa por los tubos C y D al depósito general; por este último también vuelve el que sobra en el filtro por no ser consumido por la bomba de inyección.

La bomba recibe movimiento desde los engranajes de la distribución por el árbol E, y el mando del acelerador actúa sobre la bomba por la palanca F.

En cada cilindro se obtiene, como en los motores a explosión, una carrera motriz cada dos vueltas del cigüeñal.

10.5. CARACTERÍSTICAS

- ✘ La elevada compresión es causa de su buen rendimiento, pero repercute en las grandes presiones que sufren cilindro, pistón, biela, etc. que obliga a construir estos órganos más robustos y pesados.
- ✘ El 'golpeo' es más fuerte que en los motores de gasolina, dando sobre todo en ralentí un sonido característico.
- ✘ La velocidad de inflamación del Diesel es casi el doble que en los motores de gasolina (en realidad es una detonación), aunque el combustible no se quema tan rápidamente por no estar introducido todo en el cilindro en el momento de iniciarse la inflamación, sino que va entrando a medida que va entrando.
- ✘ Las fuertes presiones y la mayor robustez y peso de las piezas en movimiento son limitantes de la velocidad de rotación (4000 rpm).
- ✘ Para producir una combustión completa del gasoil, sin salir humos negros, se necesita una proporción de aire mayor que en un motor a gasolina.
- ✘ Las bombas de inyección lleva un reglaje que no se debe de variar, pues aunque parezca que aumentando la proporción de gasoil se obtiene mayor potencia, es a costa de producir humos en el escape y sobre todo carbonilla en los cilindros y válvulas, estropear rápidamente el aceite de engrase y anular su economía de funcionamiento. Los diesel funcionan con mucha precisión y no admiten variaciones en su reglaje.
- ✘ Dado el exceso de aire con que se da la combustión, los gases de escape no tienen prácticamente el venenoso óxido de carbono que producen los motores a gasolina. Otra característica importante es que el gasoil no produce vapores inflamables a temperatura ambiente, por lo que se elimina el peligro de incendio en caso de accidente.