

## INDICE RESUMEN LUBRICACION EN LOS MOTORES DE 4 TIEMPOS

### TRABAJO RESUMEN

### LA LUBRICACIÓN EN LOS MOTORES DE 4 TIEMPOS

### INTRODUCCIÓN

#### - LOS LUBRICANTES.

### 1.-OBJETIVOS. DE UN LUBRICANTE DE MOTOR

### 2.-VISCOSIDAD

#### 2.1.-VISCOSIDAD

##### 2.1.1. - MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD

##### 2.1.2. -INDICE DE VISCOSIDAD

#### 2.2.- ADHERENCIA

#### 2.3.- PUNTO DE CONGELACIÓN

#### 2.4.- PUNTOS DE INFLAMACIÓN

#### 2.5.- ESTABILIDAD QUÍMICA

#### 2.6.- GRADO DE ACIDEZ Y CENIZAS

#### 2.7.- RELACIÓN ENTRE VISCOSIDAD Y PRESIÓN.

#### 2.8.- COMPORTAMIENTO NEWTONIANO Y NO NEWTONIANO.

#### 2.9. VISCOSIDAD.

#### 2.10. DISTINTAS CAPAS MOLECULARES EXISTENTES EN UNA

### PELÍCULA LUBRICANTE

### 3.- CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE ENGRASE

#### - Los aceites de engrase se pueden clasificar por:

- Su densidad.
- Sus cualidades de engrase.
- Sus condiciones de servicio.

#### 3.1.- CLASIFICACIÓN POR SU DENSIDAD

##### 3.1.1.- ACEITES DE MOTOR

##### 3.1.1.1.-CLASIFICACIÓN GENERAL MOTOR (GM):

3.1.1.2.-Clasificación FORD:

3.1.1.3.- Otros:

### 3.2.- ACEITE PARA VEHICULOS LIGEROS

3.2.1.-Muy alta gama:

3.2.2.- Alta gama:

3.2.3.-Media gama

### 3.3.- ACEITES PARA VEHICULOS PESADOS.

3.3.1.- Extra gama: (sintético para periodos extremadamente largos de cambio)

3.3.3.- Alta gama:

3.3.4.- Media gama:

### 3.4.- NORMAS DE MERCEDES PARA LUBRICANTES DE ENGRANAJES

3.4.1.-MB 235.0: API: GL-5 SAE 90) SAE-80W/90

3.4.2.- MB 235.1: API: GL-4 SAE-80W) 85W . ' .

3.4.3.- MB 235.3: API: GL-5 LS SAE-90

3.4.4.- MB 236.6/7: DEXRON n

### 3.5.- LUBRICANTES DE AUTOMOCIÓN

3.5.1.- Aceites de motor:

3.5.2 Aceites de engranajes:

### 3.6.- LUBRICANTES DE AUTOMOCION

3.6.1.-Maquinaria agrícola:

3.6.2.-Cogeneración:

3.6.3.-Aceites media extrema presión (E PM):

### 3.7.- CLASIFICACIÓN GENERAL MOTOR (GM):

3.7.1.-Clasificación FORD:

### 3.8.-PROBLEMAS ASOCIADOS A LA LUBRICACION EN LOS MOTORES DIESEL

#### 3.9.- VALVULINAS

3.9.1.- GRASAS CONSISTENTES

3.9.2.- ACEITE DETERGENTE

3.9.2.1.- ACEITES MULTIGRADO

3.9.3.- CLASIFICACION POR SUS CONDICIONES DE SERVICIO

3.9.3.1.- ACEITES PARA SERVICIO ML (EN GASOLINA) Y  
DG (PARA DIESEL)

3.9.3.2.- ACEITES PARA SERVICIO MM (EN GASOLINA) Y  
DM (DIESEL)

3.9.3.3.- ACEITES PARA SERVICIO MS (EN GASOLINA) Y  
DS (DIESEL)

#### 4.- SISTEMAS DE ENGRASE

4.1.- ENGRASE POR BARBOTEIO

4.1.2- ENGRASE A PRESIÓN

4.1.3. – ENGASE MIXTO

4.1.3.1 CIRCUITO DE ENGRASE MIXTO EN UN MOTOR  
DE GASOLINA

4.2.- CIRCUITO DE ENGRASE EN UN MOTOR DIESEL

4.2.1.- MANTENIMIENTO

4.2.2. Comprobación de1 sistema de lubricación

4.2.2.1. Comprobación de la presión de engrase

5.- Lubricantes sintéticos

5.1.-Características

5.1.1.-Quartz: el aceite a toda prueba

5.2.-Aceite motor: los datos básicos

5.3.-Humo azul

5.4.-Móvil Oil,S.A. Lubricantes sintéticos

5.5.-4100 Power Motul

6.- ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL CIRCUITO DE  
ENGRASE

6.1.- BOMBAS DE ENGRASE

6.2.- BOMBA DE ENGRANAJES

6.3.- BOMBA DE RODETES

6.4.- OTROS TIPOS DE BOMBA

6.4.1.- BOMBAS DE PALETAS

6.4.2- BOMBA DE EMBOLO

7.- VALVULA DE DESCARGA

7.1.- FINALIDAD DE LA VÁLVULA DE DESCARGA

7.2.- FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA

7.2.2.- Funcionamiento de la válvula.

8.- Filtrado del aceite de engrase

8.1.- TIPOS DE FILTRADO DEL ACEITE DE ENGRASE

8.1.1.- Filtrado en derivación.

8.1.2.- Filtrado en serie

8.1.3.- Filtros de aceite

8.1.4.- Filtro monoblock.

8.1.5.-Filtro con cartucho recambiable.

8.1.6.- Refrigeración del aceite

.

9.- Condiciones para un buen funcionamiento del circuito de engrase

9.1.- Cuidados especiales a tener en cuenta en el mantenimiento del circuito

9.1.1.- Renovación periódica del aceite.

9.1.2.- Comprobación periódica del nivel de aceite por medio de su varilla

indicadora.

.

10.- SELECCION DEL ACEITE DEL MOTOR

.

10.1.- NATURAIEZA DE LOS ACEITES EN EL AUTOMÓVIL ACEITES  
VEGETAIES

10.1.1.- ACEITES MINERALES

10.1.2- ACEITES DE SÍNTESIS

10.1.3.- ACEITES SEMI-SINTETICOS

10.1.4- NATURAIEZA DE LOS ACEITES MINERALES

10.2- DESTILACIÓN DEL CRUDO

10.3.- OBTENCION DE LOS LUBRICANTES

## ÍNDICE

### 1.- FINALIDAD DEL ENGRASE EN EL MOTOR

Todos los órganos del motor que se mueven en contacto con otros elementos del mismo, están sujetos a rozamientos. Estos órganos absorben una cantidad de trabajo que se transforma en calor, resultando de ello una pérdida de energía por rozamiento. Esta energía absorbida y transformada en calor puede ser elevada, haciendo que las piezas se dilaten. Al tener entonces una mayor presión de contacto, la energía absorbida será mayor aún, dando lugar a un calentamiento excesivo y llegando a gripar las piezas en movimiento.

#### 1.1.- EFECTOS DEL LUBRICANTE

*Si se coloca una película de aceite entre las piezas en contacto, el roce entre ellas será más suave, el trabajo absorbido será menor y por tanto, serán menores las pérdidas transformada en calor. Esta película de aceite que se interpone entre las superficies en contacto, queda dividida en tres capas; dos de ellas se adhieren por capilaridad a las superficies metálicas que impregne, mientras la tercera capa, o capa intermedia hace de cojinete común, en forma de cojín hidráulico, entre las superficies sometidas a presión, con lo que disminuye el roce entre ellas y se amortiguan los ruidos por golpeteo durante su funcionamiento.*

*A pesar de ello sigue habiendo resistencias pasivas que absorben cierta energía del motor debido a la inercia del líquido al ser arrastrado por la cohesión y adherencia de sus moléculas. Esta resistencia depende del espesor de la capa de aceite y de la fluidez del mismo, así como de la forma y estado de las superficies en contacto. Estas resistencias pasivas se transforman en calor, que es absorbido por el aceite, el cuál necesita ser refrigerado para que no se transmita a las piezas de movimiento.*

#### 1.2.- MISIÓN DEL ACEITE DE ENGRASE

*Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, el aceite de engrase en un motor cumple las siguientes misiones:*

- *Lubricar las piezas en contacto por medio de la interposición de una película de aceite, para que el rozamiento entre ellas sea lo más suave posible y así evitar pérdidas de potencia por rozamientos.*
- *Absorber el calor producido por los órganos en movimiento y transportarlo a la cuba donde es refrigerada.*
- *Amortiguar los golpes en las piezas sometidas a desplazamientos por la acción de empuje de otros elementos, como son: muñequillas, apoyos de bancada, etc., eliminando a la vez los ruidos procedentes del golpeteo.*
- *Efectuar una limpieza de los órganos en contacto al arrastrar en su recorrido a las partículas procedentes de la acción esmeriladora entre ellos, limpiando además las paredes de los cilindros de partículas de carbón adheridas a ellos procedentes de la combustión.*
- *Efectuar, por último, una acción de sellado en los segmentos, haciendo hermética la cámara de compresión.*

## **2.- ACEITES DE ENGRASE**

Los aceites empleados en la lubricación de los motores son generalmente aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo bruto, donde las naftas pesadas, procedentes de la destilación de aceites combustibles, son trabajadas en una torre de vacío. En esta, entre otros subproductos, se obtienen los aceites de engrase que sirven de base para obtener los diferentes tipos de aceites comerciales.

### **2.1.-- DIVERSOS TIPOS DE ACEITE**

*Estos aceites base, obtenidos del petróleo, pueden tener distinta composición química. Los del tipo parafínico están compuestos por un conjunto de hidrocarburos saturados de cadena abierta; estos aceites, de densidad baja, tienen excelentes cualidades como lubricantes, siendo su principal cualidad la viscosidad estable, que varía relativamente poco con el aumento de la temperatura.*

*Otros aceites base obtenidos del petróleo son los nafténicos y los aromáticos que poseen una estructura cíclica muy compleja; con una mayor densidad y peores cualidades naturales de engrase se utilizan también para obtener los aceites comerciales.*



*En estos aceites de engrase, con aditivos apropiados, se mejoran sus cualidades como lubricantes como son: la dependencia entre viscosidad y temperatura, descenso del punto de congelación, elevación de la resistencia al desgaste, disminución a la oxidación y corrosión, inhibición a la formación de espumas, etc.*

## **2.2.- CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITOS DE ENGRASE**

*Los aceites empleados en la lubricación de los motores están sometidos a elevadas temperaturas y presiones, lo cual que tiendan a descomponerse, anulando así sus propiedades lubricantes; por tanto, la calidad de estos aceites debe ser tal que no se quemen ni deterioren. Para ellos se emplean unos aceites minerales base, obtenidos esos del petróleo, mezclados con aditivos que mejoran sus cualidades. Estos aceites deben reunir las siguientes características.*

### **2.2.1.- VISCOSIDAD**

La viscosidad se define como la resistencia que opone un líquido a fluir por un conducto.

Esta característica es muy importante de los Aceites de engrase y debe ser adecuada para que cumplan perfectamente la misión encomendada, ya que si el aceite es muy fluido llenará perfectamente los espacios y holguras entre si el aceite las piezas en contacto, pero en cambio, debido a su excesiva fluidez, soportará con dificultad las cargas y presiones a que debe estar sometido y no eliminará los ruidos de funcionamiento. Por el contrario, si el aceite es muy viscoso, soportará perfectamente la presión, pero fluirá mal por los conductos de engrase, llenará con dificultad el espacio entre las piezas y la bomba y necesitará, además, un mayor esfuerzo para su arrastre.

#### **2.2.1.1. - MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD**

La viscosidad en los aceites de engrase se mide en grados Engler (°E) que relacionan la viscosidad de un líquido a una determinada temperatura con la del agua destilada, que se toma como unidad de patrón. Para determinar la viscosidad en los aceites comerciales se emplea el viscosímetro de Engler la operación consiste en determinar el tiempo que tarda en

fluir por su tobera una cierta cantidad de aceite (unos 200 c.c) a una determinada temperatura y compararlo con el tiempo que tarda en fluir la misma cantidad de agua destilada a 20 °C.

$$\frac{^{\circ}\text{E} = \text{tiempo de fluido del aceite}}{\text{tiempo de fluido del agua destilada}}$$

Para viscosidad superiores a 50 cSt, los grados Engler y los centistoken se relacionan por medio de fórmulas:

$$\text{cSt} = ^{\circ}\text{E} \times 7.6$$

Y

$$^{\circ}\text{E} = \text{cSt} \times 0.1316$$

Por ejemplo, un aceite que haya dado 11 °E a 50 °C, en el viscosímetro Engler, tendrá, a esa misma temperatura, una viscosidad cinemática de:

$$11 \times 7,6 = 83,6 \text{ cSt}$$

#### 2.2.1.2.- INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA

La temperatura de funcionamiento influye notablemente en los aceites de engrase, que un aceite fluido, por efecto del frío, se condense y un aceite viscoso, por efecto de la temperatura de trabajo en el motor, se vuelva fluido. Como los motores durante su funcionamiento trabajan con temperaturas extremas, desde el arranque a su temperatura normal de régimen, interesa que los aceites empleados mantengan su viscosidad sin variaciones sensibles con los cambios de temperatura, de forma que, en el arranque del motor, se mantengan con la fluidez necesaria para evitar pérdidas de potencia por el arrastre del aceite, sobre todo en tiempo frío, y que a su temperatura normal de régimen mantengan la viscosidad suficiente para no perder sus propiedades lubricantes.

#### 2.2.1.3. -INDICE DE VISCOSIDAD

La propiedad de los aceites de mantener la viscosidad con la temperatura determinada la calidad del mismo. Esta propiedad se identifica por su índice de viscosidad (V.I.), el cual se obtiene tomando como referencia los aceites base obtenidos en la destilación del petróleo y que reúnen estas características.

#### 2.2.2.- ADHERENCIA

Esta propiedad se define como la capacidad que poseen los aceites de adherirse a las superficies que impregnan. Esta propiedad en los aceites permite mantener en las superficies de las piezas en movimiento una película constante de aceite, con lo que la lubricación de las mismas es permanente.

Para aumentar la adherencia de los aceites minerales obtenidos del petróleo se añade como aditivo y en pequeñas proporciones, aceites vegetales que poseen gran adherencia , como son los aceites de palma y de colza.

#### 2.2.3.- PUNTO DE CONGELACIÓN

Se llama punto de congelación ala temperatura más baja a la cual solidifica un aceite, la cual, como es lógico, varía con la densidad del mismo.

Esta temperatura e los aceites comerciales debe ser lo más baja posible para que se conserven la suficiente fluidez con temperaturas extremas de funcionamiento.

#### 2.2.4.- PUNTOS DE INFLAMACIÓN

Se conoce como punto de inflamación en los aceites la temperatura mínima a la que se inflaman sus vapores en contacto con un punto incandescente.

#### 2.2.5.- ESTABILIDAD QUÍMICA

Es la capacidad que tienen los aceites de permanecer inalterables con el tiempo a la oxidación y a la descomposición. Los aceites minerales, al ser su composición a base de productos hidrocarburos, tienden a oxidarse y descomponerse con el tiempo. Para evitarlo, se añaden adictivos que retrasan la oxidación. permaneciendo largo tiempo estables en su uso y almacenamiento, con lo que se evitan los depósitos de sustancias gomosas en su descomposición que podrían obstruir los conductos de engrase.

#### 2.2.6.- GRADO DE ACIDEZ Y CENIZAS

El grado de acidez indica el porcentaje de ácidos libres que contiene un aceite de engrase, que no debe exceder del 0,03 % para evitar corrosiones, sobre todo en los cojinetes contruidos a base de plomo, donde el ataque sería pernicioso para el motor.

Las cenizas se presentan generalmente en los aceites de mala calidad, no debiendo exceder los aceites empleados para motor del 0,02 %.

### 2.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE ENGRASE

*Los aceites de engrase se pueden clasificar por:*

- *Su densidad.*
- *Sus cualidades de engrase.*
- *Sus condiciones de servicio.*

#### 2.3.1.- CLASIFICACIÓN POR SU DENSIDAD

Los aceites de engrase se clasifican generalmente por su densidad, o grado de viscosidad, la cual viene determinada actualmente por el sistema SAE, que unifica por grupos los diferentes tipos de aceite comerciales, numerados de 10 en 10, para indicar su mayor o menor densidad.

##### 2.3.1.1.- ACEITES DE MOTOR

Son aceites fluidos empleados para la lubricación del motor, con una densidad o grado de viscosidad que oscila desde el SAE 10 al SAE 70.

**Tabla. Clasificación SAE de os aceites de motor y su viscosidad**

Denominación SAE	Viscosidad en °E a 50 ° C	Viscosidad en °E a 100 ° C	Fluidez
---------------------	------------------------------	-------------------------------	---------

10	3,1 a 4,2	1,4 a 1,6	Muy fluido
20	4,2 a 6,4	1,6 a 1,8	Fluido
30	6,4 a 9,3	1,8 a 2,1	Semifluido
40	9,3 a 11,6	2,1 a 2,3	Semidenso
50	11,6 a 18,8	2,3 a 3,0	Denso
60	18,8 a 24,8	3,0 a 3,5	Muy denso
70	24,8 a 32,3	3,5 a 4,1	Extra denso

### 2.3.1.2.- VALVULINAS

Dentro de esta denominación se hallan los aceites densos empleados en la lubricación de engranajes en general, tales como cajas de cambio, diferenciales, etc. Las valvulinas abarcan los grupos SAE 80 a SAE 120.

Tabla. Características medias de los aceites SAE para automoción.

Características	Clasificación SAE						
	10	20	30	40	50	6'	70
Peso específico	0,83	0,85	0,893	0,896	0,9	0,905	0,91
Viscosidad ° E a 50° C	3,6	6,0	8,2	12,0	18,5	24,7	32,2
Viscosidad ° E a 50° C	1,5	1,8	2,0	2,2	2,8	3,4	4,1
Punto de congelación ° C	-33	-33	-18	-12	-8	-5	-5
Punto de inflamación ° C	210	218	223	233	240	261	269
Viscosidad en (VI)	110	109	97	91	89	86	85
% de acidez	0,03	0,028	0,025	0,02	0,02	0,015	0,015

--	--	--	--	--	--	--	--

#### 2.3.1.3.- GRASAS CONSISTENTES

Consisten en aceites minerales espesados con jabones, que se emplean para la lubricación estanca de cojinetes y rodamientos.

#### 2.3.2.- CALSIFICACIÓN POR SUS CUALIDADES DE ENGRASE

Los aceites de engrase se clasifican también por sus propiedades lubricantes, resultando de esta clasificación los siguientes tipos de aceites comerciales:

##### 2.3.2. 1.- ACEITE REGULAR

Es el aceite normal purificado, tal como se obtiene del petróleo; es decir, sin aditivos químicos que mejoren sus cualidades lubricantes. Su viscosidad varía con la temperatura y tiene tendencia a la oxidación.

##### 2.3.2. 2.- ACEITE PREMIUN

Es el aceite que resulta de mezclar el aceite regular con aditivos químicos en proporción inferior al 5 %, con el objeto de mejorar su resistencia a la oxidación y corrosión, aumentando su grado de adherencia con aceites vegetales.

##### 2.3.2. 3.- ACEITE DETERGENTE

También denominado con las siglas (H.D.). Además de anticorrosivo y antioxidante tiene la propiedad de limpiar las canalizaciones de la carbonilla, procedente de la combustión, que se deposita en las paredes de las camisas.

#### 2.3.2.4.- ACEITES MULTIGRADO

Estos aceites abarcan varias denominaciones SAE y se comportan como varios aceites de un solo grado en cuanto a su viscosidad. Entre ellos está el todo grado en cuanto a su viscosidad. Entre ellos está el todo grado frabricado por la firma comercial Calvo Sotelo (SAE 20 W 50). Este tipo de aceite se adapta a todas las temperaturas comprendidas entre el SAE 20 y el SAE 50. Otro de estos aceites es el monogrado fabricado por la empresa nacinal CAMPSA (SAE 20 W 40).

#### 2.3.2. 5.- ACEITES AL GRAFITO O MOLIBDENO

Son aceites del grupo SAE con adictivos de estos compuestos; se emplean generalmente en el rodaje de motores. Estos productos, en contacto con las piezas a lubricar, hacen que sus rodajes sean más suave y ejerzan una acción de pulido en las mismas.

#### 2.3.3.- CLASIFICACION POR SUS CONDICIONES DE SERVICIO

Modernamente existe una tercera clasificación de los aceites empleados en motores de explosión y diesel denominado sistema API, el cual los clasifica por sus condiciones críticas de trabajo.

##### 2.3.3. 1.- ACEITES PARA SERVICIO ML (EN GASOLINA) Y DG (PARA DIESEL)

se emplean para motores en condiciones de servicio moderadas y no tienen tendencia a la formación de depósitos ni lodos.

##### 2.3.3. 2.- ACEITES PARA SERVICIO MM (EN GASOLINA) Y DM (DIESEL)

Estos aceites se emplean para motores en condiciones medias de funcionamiento con regímenes altos y fuertes cargas. En el empleo de estos aceites deben controlarse los depósitos de lodos y si existe corrosión.

##### 2.3.3. 3.- ACEITES PARA SERVICIO MS (EN GASOLINA) Y DS (DIESEL)

Se emplean para motores en condiciones duras de funcionamiento que están sometidas a frecuentes arranques y paradas, arranques en frío y circulación en trayectos cortos.

Sea cual fuera el tipo y calidad empleada

### **3.- SISTEMAS DE ENGRASE**

Se ha visto la importancia y necesidad del embrague en el motor para combatir las pérdidas de energía por rozamiento. Los elementos del motor que están sometidos a fricción y que, por tanto, se deben lubricar son: los pistones, cilindros, cojinetes de biela y bancada, el árbol de levas, los balancines y los engranajes de la distribución; esto se realiza por medio de un sistema de engrase instalado en el motor.

Los sistemas de engrase empleados en la actualidad en la lubricación en los motores son los siguientes:

- Engrase por barboteo
- Engrase a presión
- Engrase mixto
- Engrase por mezcla con el combustible

#### **3.1.- ENGRASE POR BARBOTEAO**

Este sistema de engrase, actualmente en desuso, consistía en que las cabezas de las bielas llevaban unas pequeñas cucharillas con un conducto en el fondo que llegaba hasta el cojinete de biela, a través del cual y por los conductos del cigüeñal se lubricaban el cojinete de bancada y el árbol de levas. Cuando la muñequilla estaba en el punto inferior, la cucharilla se sumergía en el aceite depositado en el cárter y, al ascender, se llevaba una pequeña cantidad de aceite que penetraba por el conducto de engrase del cojinete.

El resto del aceite, por la fuerza centrífuga del movimiento, era lanzado contra las paredes del cilindro y demás superficies externas en movimiento que, al escurrir, penetraba por unos conductos que llegaban hasta los cojinetes de bancada y el árbol de levas.



### 3.2.- ENGRASE A PRESION

el engrase a presión consiste en mandar aceite, por medio de una bomba, a todos aquellos puntos donde se necesita lubricación, asegurando de esta forma, la alimentación constante de aceite a los elementos anteriormente citados, para lo cual la bomba suministra el suficiente caudal a la presión requerida.

### 3.3.- ENGRASE MIXTO

el sistema mixto, actualmente utilizado en todos los motores modernos, consiste en combinar las ventajas de engrase a presión y barboteo, lubricando a presión los apoyos del cigüeñal, árbol de levas, cojinetes de biela y balancines y engrasado por barboteo los cilindros y superficies externas de los elementos en movimiento.

#### 3.3.1.- CIRCUITO DE ENGRASE MIXTO EN UN MOTOR DE GASOLINA

el circuito de engrase se realiza partiendo del aceite depositado en el cárter, el cual es aspirado por la bomba a través del colador o depurador de aceite, que lo manda a presión, a través del filtro, a la canalización principal situada en el bloque por encima del cigüeñal. A través del canal interno de engrase, el aceite llega a los cojinetes de biela, siendo lanzado otra vez al cárter por los orificios de salida situados en los contrapesos del cigüeñal y pies de las bielas, en su movimiento de rotación. Esta expulsión por centrifugación forma una especie de niebla aceitosa que engrasa las paredes de los cilindros y el bulón del pistón, siendo vertido al cárter por su segmento rascador o de engrase.

#### 3.3.2.- CIRCUITO DE ENGRASE EN UN MOTOR DIESEL

en los motores diesel de gran cilindrada, debido a las grandes presiones que tiene que soportar el bulón y el casquillo en la cabeza de la biela lleva un taladro longitudinal en su alma, que comunica ambos cojinetes y a través del cual se asegura la presión de aceite al casquillo del bulón.

El circuito de engrase en todo su recorrido y barboteo lubrica todas las superficies en contacto, eliminando los rozamientos y, a la vez, refrigera dichos elementos conduciendo el calor a través del aceite al cárter, donde aquél es enfriado para repetir su recorrido de engrase.

### **3.4.- ENGRASE POR MEZCLA DE ACEITE CON EL COMBUSTIBLE**

Este tipo de engrase empleado en los motores de dos tiempos con pequeña cilindrada consiste en añadir al combustible pequeñas cantidades de aceite lubricante y, de esta forma, como la admisión de la mezcla se realiza en el cárter, las finas partículas de aceite diluidas en el combustible se adhieren por capilaridad a las superficies metálicas, resultando así lubricadas.

Durante la admisión el aceite es aspirado juntamente con el combustible, pero al vaporizarse este, debido a la temperatura interna, el aceite queda libre y se deposita sobre la superficie de las piezas a las cuales impregna, introduciéndose además por los orificios de engrase para lubricar los cojinetes de apoyo.

Parte de este aceite termina quemándose en el interior del cilindro al ser aspirado juntamente con la mezcla.

## **4.- ESTUDIO DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL CIRCUITO DE ENGRASE**

Los circuitos de engrase a presión, instalados actualmente en los motores, están formados por una serie de elementos cuya misión es hacer que el aceite de engrase llegue, con la suficiente presión y limpieza, a los puntos a lubricar.

Los elementos empleados para mantener estas condiciones de engrase en el circuito son los siguientes:

- Bomba, movida por el propio motor, con capacidad suficiente para mantener el caudal y la presión necesaria en el circuito.
- Válvula de descarga, empleada para mantener la presión necesaria en el circuito.
- Sistema de filtrado y depurado del aceite.

### **4.1.- BOMBAS DE ENGRASE**

- Bomba de engranajes.
- Bomba de rodets.
- Otros tipos de bomba

#### 4.1.1.- BOMBA DE ENGRANAJES

Esta bomba está constituida por una carcasa de aleación ligera, donde van alojados dos piñones engranados entre sí, de los cuales uno, el conducido, gira loco en su eje impulsado por su eje impulsado por el piñón inductor que recibe movimiento general del árbol de levas o directamente de la distribución.

#### 4.1.2.- BOMBA DE RODETES

Empleada actualmente en los circuitos de engrase, esta constituida por un cuerpo de bomba, donde se aloja un rodete provisto de una serie de entrantes interiores que engranan con los salientes del piñón y del cual recibe movimiento.

#### 4.1.3.- OTROS TIPOS DE BOMBA

Existen otros tipos de bombas menos usados en la actualidad como son las paletas y las bombas de émbolo.

##### 4.1.3.1.- BOMBAS DE PALETAS

##### 4.1.3.2.- BOMBA DE EMBOLO

#### 4.2.- VALVULA DE DESCARGA

Independientemente del tipo de bomba empleada, la cantidad y presión de aceite que envían las bombas hacia las canalizaciones de engrase.

##### 4.2.1.- FINALIDAD DE LA VÁLVULA DE DESCARGA

- Dercargar al carter el aceite sobrante cuando el aumento de velocidad hace excesiva la presión.
- Regular la presión de aceite.
- Servir como dispositivo de seguridad.

#### 4.2.2.- FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA

##### 4.2.2.- *Funcionamiento de la válvula.*

Esta actúa (fig. 9.11) por el desplazamiento de un pequeño émbolo o bola (1), que cierra, por medio de la acción de un muelle tarado (2) a la presión de engrase que se necesita, un canal de desahogo (3) que comunica la salida del aceite procedente de la bomba (4) con el cárter, pasando así el aceite a los conductos de engrase del motor.

Cuando la presión es excesiva, ésta vence la resistencia del resorte y la bola deja un espacio libre para que retorne el aceite sobrante al cárter. La presión de cierre para ajustar la presión interna en el circuito es regulada desde el exterior por medio de tornillo (5), dando mayor o menor presión al muelle que empuja a la bola hacia su posición de cierre. De esta forma se mantiene la presión interna en el circuito dentro de unos límites óptimos de funcionamiento. y; Una contratuerca (6) bloquea la posición del tornillo y se cubre, a veces, con un tapón. Esta presión suele oscilar entre 2 y 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> con el motor en caliente, y cerca de los 4 kgf/cm<sup>2</sup> con el motor en frío.

##### 4.3.- *Filtrado del aceite de engrase*

El aceite de engrase arrastra impurezas en forma de partículas de carbón y polvo metálico procedente del desgaste de las piezas, impurezas que van quedando depositadas en el aceite durante su acción lubricante y de limpieza, las cuales han de ser retenidas para evitar que lleguen a los distintos puntos de engrase, donde producirían una acción esmeriladora entre las superficies en contacto y que podrían taponar las ranuras y orificios de engrase en los cojinetes.

Con este fin se dispone en el circuito un *sistema de filtrado* que consiste en intercalar en el mismo (fig. 9.12) un elemento filtrante (3) por donde pasa el aceite antes de llegar a las canalizaciones de engrase y donde son retenidas las sustancias e impurezas que pueda llevar en suspensión el aceite, con el objeto de que llegue limpio a los puntos de engrase.

El *primer paso de filtrado* se realiza a la entrada de la bomba, donde se coloca una malla metálica, más o menos tupida, llamada *colador* o *depurador* de aceite (1) (Fig. 9.12), que retiene las partículas más gruesas que pueda llevar en suspensión el aceite y que podrían dañar u obstruir la bomba.

El *segundo paso de filtrado*, o filtrado propiamente dicho, consiste en intercalar a la salida de la bomba un elemento filtrante a través del cual se purifica el aceite de engrase. Según la disposición de este elemento en el circuito, el sistema de filtrado puede ser en *derivación* (fig. 9.13A) o en *serie* (fig. 9.138).

#### 4.3.1.- Filtrado en derivación

El *filtrado en derivación* (fig. 9.13A) consiste en hacer pasar una parte del caudal de la bomba directamente a las canalizaciones de engrase del motor y otra parte a través del filtro que, una vez purificado, pasa directamente al cárter. Con este sistema lo que se realiza es una limpieza del aceite contenido en el cárter, con la ventaja de que si el filtro, por exceso de suciedad, se obstruye, la circulación de aceite a los puntos de engrase no se altera.

Sin embargo, en este sistema, el aceite que llega a las canalizaciones de engrase no está exento de impurezas al ser una mezcla de aceite purificado y sucio, lo cual puede obstruir los conductos de engrase y, si el filtro se obstruye, el sistema queda totalmente sin filtrado.

Algunos vehículos, para paliar este inconveniente, intercalan un segundo filtro en serie, con lo cual el filtrado es completo, pero encarecen mucho el sistema al tener que disponer una bomba que proporcione más caudal y llevar más elementos instalados en el circuito.

#### 4.3.2.- Filtrado en serie

El sistema generalmente usado en la actualidad es el *filtrado en serie* o *filtrado total* (fig. 9.138), que consiste en hacer pasar todo el caudal de la bomba a través del elemento filtrante, con lo cual el aceite que llega a los puntos de engrase está libre de impurezas.

#### 4.3.3.- Filtros de aceite

Como *elemento filtrante* se emplea una materia textil porosa dispuesta (figura 9.14A) en forma de acordeón para aumentar la superficie de retención de impurezas y oponer menor resistencia al paso del aceite. Este *filtro*, en forma de cartucho, va alojado en un recipiente metálico (fig. 9.148) con los orificios de entrada y salida de aceite, cuya forma y acoplamiento

al motor varía de unos ala parte exterior del motor, con fácil acceso al mismo para poder ser recambiados con facilidad.

*-Filtro monoblock.*

En los turismos se emplean generalmente los *filtros monoblocks* (fig. 9.15A), donde el cartucho o elemento filtrante y el recipiente forman una sola pieza. Estos filtros son más económicos y de fácil intercambio al ser acoplados directamente al soporte adosado al motor (fig. 9.158) .

*-Filtro con cartucho recambiable.*

*En los motores Diesel se emplean generalmente filtros de cartucho recambiable* (fig. 9.16), que, aunque en conjunto son más caros y de inter cambiabilidad más laboriosa, el elemento filtrante recambiable resulta más económico.

#### 4.3.4.- *Depurador centrífugo.*

*Algunos sistemas de engrase empleados en motores Diesel utilizan para el filtrado del aceite un depurador centrífugo* (2) instalado en derivación con el circuito de engrase (fig. 9.0) .Consiste (fig. 9.17) en un recipiente o cuerpo de filtro (1) en cuyo interior va situada una cubeta giratoria (2) denominada *molinete hidráulico*, donde el aceite a presión pasa por unos tamices (3) y sale por la tobera o surtidor (4) hacia el cárter de aceite por el orificio interior del filtro.

*-Funcionamiento.*

*La presión y velocidad de salida del aceite por el surtidor producen el giro de la cubeta a gran velocidad, con lo cual, y debido a la fuerza centrífuga a que está sometido el aceite dentro de ella, se depositan sobre sus paredes las impurezas sólidas por su mayor peso, saliendo el aceite limpio al cárter y conservando todas sus propiedades.*

La velocidad de giro de la cubeta depende de la presión de entrada del aceite, la cual suele ser de unas 4700 a 5400 r. p. m. con presiones de llegada de 5 a 6 kgf/cm<sup>2</sup> y unas 4000 r. p. m. con presiones de 4 kgf/cm<sup>2</sup>, a la temperatura de régimen del motor.

En la parte inferior del cuerpo de filtro y en el lado opuesto a la entrada de aceite lleva una *válvula de regulación* (5) que impide la entrada de aceite, y por tanto el funcionamiento del rotor, cuando la presión es inferior a 2 kgf/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4.- Refrigeración del aceite

Aunque los aceites empleados en la actualidad son de gran calidad y varían poco su viscosidad con la temperatura, conviene *mantener ésta dentro de unos límites óptimos de funcionamiento* para que pueda ejercer perfectamente su acción refrigerante en los elementos lubricados y evitar que, por exceso de calor, el aceite pierda viscosidad, ya que las elevadas temperaturas en los motores (Fig. 9.18) calientan el aceite de engrase.

Esta temperatura debe mantenerse dentro de la temperatura de régimen del motor (75 a 85 OC), para lo cual el aceite caliente retorna al chárter donde es refrigerado, para volver a cumplir su misión en el circuito.

##### 4.4.1.- Circuito de refrigeración del aceite

Para obtener una mejor *refrigeración del aceite de engrase*, algunos vehículos disponen de un circuito (fig. 9.19) que consta de un *radiador de aceite* (1 ) situado en la parte delantera del mismo, por debajo del radiador de agua, a través del cual se hace pasar el caudal de aceite suministrado por la bomba (7) antes de llegar al filtro (3), con lo cual se obtiene una refrigeración eficaz del mismo al ser atravesado por el aire que proporciona el ventilador. Una válvula de paso (8) situada en este circuito y que funciona por efecto de la temperatura del aceite, permite el paso directo al filtro cuando el aceite está frío, por efecto de la temperatura exterior o en el arranque, dejando paso al radiador cuando la temperatura del aceite está por encima de su temperatura de régimen.

#### 5.- Condiciones para un buen funcionamiento del circuito de engrase

Debido a la importancia que tiene el circuito de engrase, para obtener un buen funcionamiento del motor deben cuidarse los siguientes puntos:

-Calidad del aceite empleado.

-Mantenimiento adecuado del circuito.

-Ventilación del cárter.

#### 5.1.- *Calidad del aceite empleado*

El aceite empleado en el engrase está sometido, durante el funcionamiento del motor, a elevadas temperaturas y presiones; por tanto, la *calidad* del mismo debe ser la adecuada para que no se queme ni deteriore.

Cada tipo de motor trabaja en unas condiciones determinadas de funcionamiento, especificadas por el fabricante del mismo. Por tanto, la calidad del aceite a emplear debe ajustarse a la recomendada por el fabricante en sus catálogos de servicio, teniendo además la precaución de emplear aceites con la viscosidad adecuada a la temperatura ambiente de la zona por donde circule el vehículo. En invierno o en zonas frías se emplean aceites más fluidos y en zonas calientes un poco más densos, con el fin de que al espesar o fluir, el aceite quede con la viscosidad adecuada; otra solución es el empleo de *aceites multigrados* que se adaptan a todas las temperaturas.

Dentro de la calidad del aceite empleado debe también tenerse en cuenta el uso específico o condiciones críticas de trabajo a que va a estar sometido el motor durante su funcionamiento, empleando aceites adecuados dentro de su clasificación de servicio.

#### 5.2.- *Entretimiento adecuado del circuito*

Sea cual sea el tipo de aceite empleado, debido a la descomposición del mismo ya la cantidad de impurezas que se van acumulando en él, va perdiendo poco a poco sus propiedades lubricantes. Por consiguiente, es necesario *una renovación y limpieza periódica*



*del circuito* para mantenerlo en perfecto estado de funcionamiento y para que pueda cumplir sus funciones lubricantes en el motor.

#### *5.2.1.- Cuidados especiales a tener en cuenta en el mantenimiento del circuito*

Los cuidados periódicos a que debe someterse el circuito son los siguientes:

##### *5.2.1.1.- Renovación periódica del aceite.*

El plazo conveniente viene indicado por los fabricantes en sus catálogos de entretenimiento, estando comprendido, en condiciones normales de funcionamiento, entre los siguientes límites:

*Camiones:* de 1 500 a 3000 km.

*Automóviles:* de 3000 a 5000 km.

*Tractores:* cada 100 a 200 horas de trabajo.

##### *5.2.1.2.- Comprobación periódica del nivel de aceite por medio de su varilla indicadora.*

Hay que tener en cuenta que los motores con el tiempo van perdiendo compresión, con lo que gastan más aceite al ser éste quemado junto con la mezcla. En estas condiciones debe revisarse más a menudo el nivel y el estado del aceite, renovándolo total o parcialmente, si es necesario, para mantener el nivel del mismo. Esto se comprueba por medio de una *varilla indicadora de nivel* (fig. 9.20) .

Se considera un consumo excesivo de aceite cuando a los 2000 km de funcionamiento el nivel baja del punto máximo hasta por debajo del nivel mínimo.

##### *5.2.1.3.- Renovación o limpieza del filtro de aceite.*

Debido a la acumulación de impurezas que retiene, llega un momento en que el filtro se obstruye, impidiendo que el aceite llegue con la suficiente fluidez a los puntos de engrase. La renovación del elemento filtrante debe realizarse cuando se efectúe el cambio de aceite o, como mínimo, cada dos cambios de aceite.

#### *5.3.- Ventilación del cárter.*

*Durante el funcionamiento del motor, y debido a las presiones y altas temperaturas a que está sometido el aceite de engrase, se produce la oxidación y descomposición del mismo, produciendo vapores que quedan en el interior del cárter. Esta descomposición es más acusada cuando el motor ha perdido compresión, ya que entonces pasan gases frescos de la mezcla durante la compresión y vapores procedentes de la combustión al interior del cárter, que, al condensarse, se mezclan con el aceite descomponiéndolo. En estas condiciones el aceite pierde rápidamente todas sus propiedades lubricantes, lo que origina el continuo cambio de aceite y ocasiona, además, una pérdida de rendimiento del motor debido a la sobre presión interna en el interior del cárter.*

Para evitar esto, los motores están provistos de un *sistema de ventilación del cárter* (fig. 9.21) que tiene por objeto arrastrar fuera del mismo los vapores de agua y gasolina a medida que penetran en él, así como los procedentes de la propia descomposición del aceite, manteniendo de esta forma la presión interna. Entre los procedimientos empleados para ventilar el cárter según que la expulsión de los gases internos se realice a la atmósfera o al interior de los cilindros destacan el de *ventilación abierta* y el de *ventilación cerrada*.

#### 5.3.1.- Ventilación abierta 0:1

La *ventilación abierta* consiste (Fig. 9.22A) en colocar un tubo, generalmente acoplado en la tapa de balancines, que comunica el interior del cárter con el exterior, ya través del cual escapan los gases a la atmósfera, debido a la mayor presión interna de la parte superior del motor (recinto de balancines) y con la ayuda de los órganos en movimiento. Este sistema tiene el inconveniente de que se expulsa a la atmósfera una mezcla de hidrocarburos y gases procedentes de la combustión que contaminan la misma, por lo cual este procedimiento está prohibido actualmente.

#### 5.3.2.- Ventilación cerrada.

La *ventilación cerrada*, que actualmente es obligatoria, consiste (Fig. 9.228) en conectar el tubo de salida de gases al colector de admisión, y de esta forma los vapores son devueltos al interior de los cilindros, donde se queman juntamente con la mezcla.

Este sistema tiene la ventaja de que la evacuación y ventilación interior es más rápida, al ser aspirados los gases por los cilindros durante la admisión, y la parte de aceite que arrastra la evacuación, al estar mezclada con los gases en pequeñas proporciones, sirve para el engrase de la parte alta de los cilindros.

#### 5.3.3.- *Circuito de ventilación del cárter*

El *circuito de ventilación del cárter* (fig. 9.21) se establece a través de la boca de llenado en la tapa de balancines, por la cual entra aire fresco que pasa al cárter por los huecos de las varillas empujadoras, saliendo los vapores internos por el tubo acoplado al colector de admisión. Debe cuidarse, por tanto, en el mantenimiento del motor, que la ventilación del cárter sea correcta, comprobando que la entrada de aire y salida de gases no está obstruida.

"

#### 6.- Comprobaciones y averías en el circuito de engrase

Para que el aceite de engrase cumpla su misión en el circuito, debe llegar a *todos los puntos de engrase* con la *suficiente fluidez* ya la *presión adecuada* que le debe proporcionar la bomba. Estas condiciones dependen de las características del sistema empleado y vienen determinadas por el fabricante del motor, lo cual se consigue con un funcionamiento correcto del sistema.

##### *-Comprobación del circuito.*

La *comprobación del circuito* deberá realizarse siempre que se observe un mal funcionamiento del mismo o cuando se desmonte el motor para efectuar una reparación. Para comprobar el funcionamiento correcto del circuito, en primer lugar se desmonta el indicador de aceite en el motor y, por medio de un manómetro, con el motor en funcionamiento a la temperatura normal de régimen, se comprueba la presión en el circuito, que deberá corresponder a la indicada por el fabricante en las características del mismo.

*-A verías en el circuito:*

Según la lectura observada en el manómetro, se pueden diagnosticar las siguientes averías de funcionamiento en el circuito:

-Presión mayor que la normal. -Presión menor que la normal. -Mal funcionamiento de la bomba.

#### *6.1.- Mayor presión que la normal*

Si el manómetro indica una presión de funcionamiento superior a la normal del motor en prueba, puede ocurrir lo siguiente:

-Alguna canalización parcialmente obstruida, que convendrá revisar y limpiar con aire a presión.

-Válvula mal tarada, con lo cual, al abrirse ésta por encima de la presión normal de funcionamiento, la presión en el circuito es superior a la establecida. El tarado de la válvula de presión se efectúa dando más o menos presión al muelle que actúa sobre la bola o émbolo de cierre, para lo cual se quitan o ponen arandelas de reglaje en el tornillo de regulación.

#### *6.2.- Menor presión de la normal*

Si el manómetro indica menor presión de funcionamiento que la normal, las causas de la anomalía pueden ser:

-Falta de aceite en el cárter.

-Aceite muy gastado o diluido que conviene cambiar.

-Filtro demasiado sucio, con lo cual el paso de aceite a las canalizaciones es pobre;

-Colador obstruido, con lo cual la bomba aspira el aceite con dificultad, mandando menor presión y caudal al circuito, con una lubricación insuficiente en los puntos de engrase.

-Bomba con holguras o piñones desgastados, bombeando el aceite con poca presión.

-Válvula tarada por debajo de la presión normal, con lo cual no mantiene la presión en el circuito.

-Fugas de aceite en el circuito que, además de aumentar el consumo, disminuyen la presión en las canalizaciones. Estas fugas se observan por el goteo en el suelo que deja el motor cuando está parado, lo cual conviene comprobar y reparar .

### 6.3.- *Comprobación de la bomba*

Si se comprueba que la presión suministrada por la bomba es insuficiente, deberá desmontarse la misma del circuito y *comprobar la holgura* o juego de sus componentes, para lo cual, una vez desmontada y antes de proceder a su verificación, se limpiará cuidadosamente con gas-oil para eliminar todo resto de aceite y suciedad. b

Las comprobaciones a realizar en la misma, según el tipo de bomba empleada, son las siguientes:

#### 6.3.1.- *Bomba de rodetes*

En esta bomba las comprobaciones a realizar son las siguientes:

##### 6.3.1.1.- *Juego axial del rotor.*

Para comprobar si existe juego excesivo (fig. 9.23A) se coloca una regla (1) sobre la superficie de unión con la carcasa y se comprueba la holgura por medio de una cala (2), que debe ser inferior a 0,13 mm. Si la holgura es excesiva se puede corregir rectificando la superficie del cuerpo de bomba hasta conseguir la cota deseada.

##### *-Juego entre el rotor y el cuerpo de bomba.*

Para verificar el juego diametral entre el rodete y el cuerpo de bomba (figura 9.238), que debe ser inferior a 0,25 mm, se utiliza una cala.

##### *-Juego entre lóbulos.*

Para comprobarlo se colocan los rodetes en la posición indicada en la figura 9.23C y se comprueba la holgura existente en ambas posiciones, que debe ser inferior a 0,15 en la posición 1 y de 0,20 en la posición 2; en caso contrario conviene cambiar los rodetes.

#### 6.3.2.- *Bomba de engranajes*

Las comprobaciones a realizar en esta bomba, son las siguientes:

##### *-Juego axial de los piñones en su alojamiento.*

Este juego se verifica (Fig. 9.24A) colocando una regla (1) o la misma tapa de la bomba y se observa la holgura por medio de una cala (2); esta holgura debe ser inferior a 0,15 mm. Como en el caso anterior, de ser superior a esta medida, se puede corregir rectificando la superficie de asiento de la tapa en la carcasa.

*-Juego entre piñones.*

Este juego, que debe tener un valor máximo de 0,15 a 0,4 mm, se prueba por medio de una cala.

*-Juego radial de los piñones con la carcasa.*

El juego se puede verificar como se indica en la figura 9.248, debiendo permitir una holgura máxima de 0,06 a 0,136 mm.