

<b>1. <u>Introducción.</u></b>	<b>3.</b>
<b>2. <u>Fundamentos de la lubricación.</u></b>	<b>4.</b>
<b>Misiones del lubricante.</b>	<b>4.</b>
<b>Aceites de engrase.</b>	<b>5.</b>
<u>Viscosidad.</u>	5.
<u>Medición de la viscosidad.</u>	5.
<u>Influencia de la temperatura.</u>	6.
<u>Adherencia.</u>	6.
<u>Punto de congelación.</u>	6.
<u>Punto de inflamación.</u>	6.
<u>Estabilidad química.</u>	6.
<u>Grado de acidez y engrase.</u>	6.
<b>Clasificación de aceites de engrases.</b>	<b>7.</b>
<u>Según la densidad.</u>	7.
<u>Según las cualidades de engrase.</u>	7.
<b>3. <u>Sistemas de engrase en el motor de cuatro tiempos.</u></b>	<b>7.</b>
<b>3.1 Por barboteo o salpicadura.</b>	<b>8.</b>
<b>3.2 Sistema mixto.</b>	<b>8.</b>
<b>3.3 Sistema a presión.</b>	<b>9.</b>
<b>3.4 Sistema a presión total.</b>	<b>9.</b>
<b>3.5 Sistema de carter seco.</b>	<b>9.</b>
<b>3.6 Elementos que componen el circuito de engrase a presión.</b>	<b>10.</b>
<b>3.6.1 <u>Bombas de engrase.</u></b>	<b>11.</b>
<b>3.6.2 <u>Válvula de descarga.</u></b>	<b>15.</b>
<b>3.7 Filtro del circuito de engrase.</b>	<b>16.</b>
<b>3.8 Refrigeración del aceite.</b>	<b>18.</b>

3.9	Condiciones para un buen funcionamiento del sistema de engrase.	19
4	<u>Aceite vegetal y biodiesel.</u>	19.
4.1	Proceso de producción y consumo del aceite vegetal.	20.
4.2	Composición del aceite vegetal y biodiesel.	21.
4.3	Comportamiento medioambiental de los vehículos de SVO.	22.
4.4	Nicho de mercado para el SVO.	23.
4.5	Introducción del SVO en el mercado.	23.
5	<u>Procedimientos para la mejora de calidad en los aceites lubricantes para motores de cuatro tiempos</u>	24.

## **1- Introducción**

La lubricación con grasas (lubricación límite) recibió una atención especial desde hace ya muchos años. Un gran número de famosos investigadores realizó experimentos sobre lubricación: Leonardo da Vinci (1508), Amontons (1699), Euler (1748), Coulomb (1809). Amontons y Coulomb hallaron que la fuerza de fricción  $F$  que hay que vencer para mover un cuerpo respecto a otro es proporcional a la carga normal aplicada  $P$ : es decir existe una constancia del cociente  $P/F$ , llamado coeficiente de fricción.

Los primeros trabajos sobre un eje con cojinetes trabajando en condiciones hidrodinámicas fueron realizados por Pauli (1849) y Hirn (1854). Estos trabajos fueron analizados por el científico ruso Petroff en 1883. Tower entre 1883 y 1885 demostró que se generaban en este tipo de cojinetes unas presiones elevadas: este hecho fue explicado en 1886 por Reynolds que demostró que era necesaria una forma convergente en la película para que se generara un aumento de presión.

Los experimentos de Tower resultaron claves en el desarrollo de esta teoría. Tower estaba encargado de estudiar la fricción en los soportes de los ejes de los carros de ferrocarril y de ver el mejor medio de lubricarlos. En el curso de una de sus investigaciones vio que uno de sus cojinetes parciales tenía un coeficiente de fricción muy bajo (4" de diámetro, 6" de longitud, arco de contacto  $157^\circ$ ). Tower practicó un agujero en el apoyo tal como se ve en la figura y vio que la presión que se generaba al girar el eje era elevada. Esto le llevó a hacer un estudio de la distribución de presiones a lo ancho del cojinete.

## 2- Fundamentos de la lubricación

### 2.1- Misiones del lubricante

Lubricar las piezas en contacto por medio de la interposición de una película de aceite, para que el rozamiento entre ellas sea la más suave posible y así evitar pérdidas de potencia por rozamientos.

Absorber el calor producido por los órganos en movimiento y transportarlo por gravedad al carter inferior donde es refrigerado.

Amortiguar los golpes en las piezas sometidas a desplazamientos por la acción de empuje de otros elementos.

Efectuar la limpieza de los órganos en contacto al arrastrar en su recorrido 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 una acción de sellado en los segmentos, haciendo hermética la cámara de compresión.

El propósito de la lubricación es la separación de dos superficies con deslizamiento relativo entre sí de tal manera que no se produzca daño en ellas: se intenta con ello que el proceso de deslizamiento sea con el rozamiento más pequeño posible.

Para conseguir esto, siempre que sea posible, que haya una película de lubricante de espesor suficiente entre las dos superficies en contacto para evitar el desgaste.

## **2.2- Aceites de engrase**

Los aceites utilizados en la lubricación de los motores deben tener unas características cualitativas específicas que les permitan no quemarse ni deteriorarse en su funcionamiento habitual. Estas características deben ser:

### 2.2.1- Viscosidad

(=Resistencia que opone un líquido a fluir por un conducto)

El aceite no debe ser ni demasiado fluido, ya que generaría problemas de ruido de funcionamiento y dificultad de cargas y presiones, ni demasiado viscoso, lo cuál provocaría mala fluidez en los conductos de engrase, mayor esfuerzo de arrastre, mayor consumo de energía y mayor calentamiento del motor.

### 2.2.2- 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, tomada como unidad patrón. [ $^{\circ}E = \text{tiempo fluido aceite} / \text{tiempo fluido agua destilada}$ ]

La tendencia actual es expresar la viscosidad cinemática de los aceites en centistokes (cSt) calculándola con un viscosímetro de caída de bola.

La relación entre ambos medidores de viscosidad es: [ $\text{cSt} = ^{\circ}E \times 7,6$ ]

La calidad de los aceites viene dada por su propiedad de mantener la viscosidad con la temperatura adecuada, propiedad identificada como Índice de viscosidad (V.I.),

obtenido gracias a los aceites base de la destilación del petróleo. Índice normalmente mejorado con aditivos químicos que mejoran los aceites de mala calidad.

#### 2.2.3- Influencia de la temperatura

Interesa tener una estabilidad de temperatura en los aceites de engrase para asegurar una viscosidad idónea, puesto que así se evitan pérdidas de potencia, sobre todo en tiempo frío, y no se pierden las propiedades lubricantes en la temperatura normal de regímenes.

#### 2.2.4- Adherencia

Es la propiedad que permite a los aceites tener la capacidad de mantener una lubricación permanente de la superficie de las piezas en movimiento. Adherencia que puede ser aumentada por aceites vegetales como los de palma y colza (aditivos)

#### 2.2.5- Punto de congelación

Es la temperatura más baja a la cual solidifica un aceite. Debe ser lo más baja posible para conservar la suficiente fluidez en temperaturas extremas de funcionamiento.

#### 2.2.6- Punto de inflamación

Es la temperatura mínima a la que se inflaman los vapores del aceite en contacto con un punto incandescente. Es decir, a unos 240 °C.

#### 2.2.7- Estabilidad química

Capacidad de los aceites de permanecer inalterables con el tiempo a la oxidación y a la descomposición. Se añaden aditivos que retrasan la oxidación y se evitan los depósitos de sustancias gomosas que podrían obstruir los conductos de engrase.

#### 2.2.8- Grado de acidez y engrase

El grado de acidez indica el porcentaje de ácidos libres que contiene un aceite de engrase, no excediendo del 0,03 % para evitar corrosiones nocivas para el motor.

Las cenizas no deben exceder del 0,02 % en los aceites para motor.

## **2.3- Clasificación de aceites de engrase**

### **2.3.1- Según la densidad**

1. Aceites de motor: Aceites fluidos empleados para la lubricación del motor, con grado de viscosidad entre el SAE 10 al SAE 70. Letra W añadida, más fluido.
2. Valvulinas: Aceites densos empleados en la lubricación de engranajes, con grado de viscosidad entre el SAE 80 al SAE 120.
3. Grasas consistentes: Aceites minerales espesados con jabones empleados en la lubricación estanca de cojinetes y rodamientos.

### **2.3.2- Según las cualidades de engrase**

1. Aceite regular: Aceite normal purificado. Viscosidad varia con la temperatura, tiende a la oxidación.
2. Aceite premium: Mezcla de aceite regular con aditivos químicos en proporción inferior al 5%, mejorando la resistencia a la oxidación y a la corrosión.
3. Aceite detergente: Es anticorrosivo y antioxidante, conocido como H.D.
4. Aceites multigrado: Abarcan varias denominaciones SAE, con comportamiento de aceites de un solo grado en cuanto a su viscosidad. Por ejemplo un aceite que abarca de un SAE 20 a un SAE 50, se llamara SAE 20 W 50.k8
5. Aceites al grafito o molibdeno: Empleados generalmente en el rodaje de motores. Con aditivos de otros compuestos.

## **3- Sistemas de engrase:**

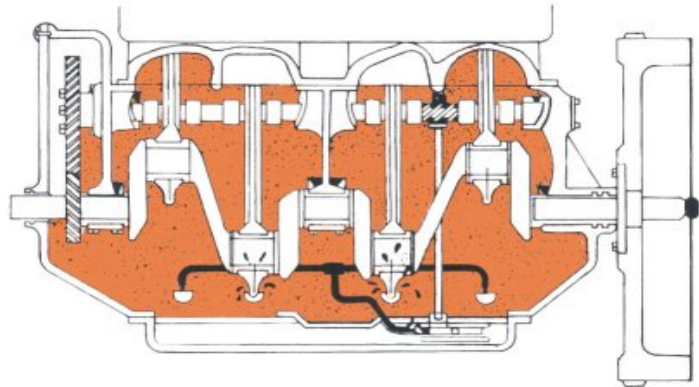
A partir de aquí lo envía, a presión, a engrasar las distintas partes del motor y según el punto a donde llegue a presión, recibirá nombre el sistema empleado y que puede ser:

- Por barboteo.

- Mixto.
- A presión.
- A presión total.
- Por cárter seco.

### 3.1- Por barboteo o salpicadura.

Apenas si se usa hoy en día, pues resulta poco eficiente. Este sistema dispone de una bomba, que remonta el aceite a una bandeja o pocillos en los que mantiene un determinado nivel y donde golpean



una cucharillas dispuesta en cada codo de cigüeñal con lo que se asegura su engrase. Al salpicar esparce el aceite de la bandeja en forma de niebla de aceite pulverizado, llegando así a todos los puntos que hayan de ser engrasados. De este sistema de engrase se van a aprovechar los demás sistemas en cuanto al engrase de las paredes del cilindro y pistón.

### 3.2- Sistema mixto

En el sistema mixto se emplea el de barboteo y además la bomba envía el aceite a presión a las bancadas del cigüeñal.



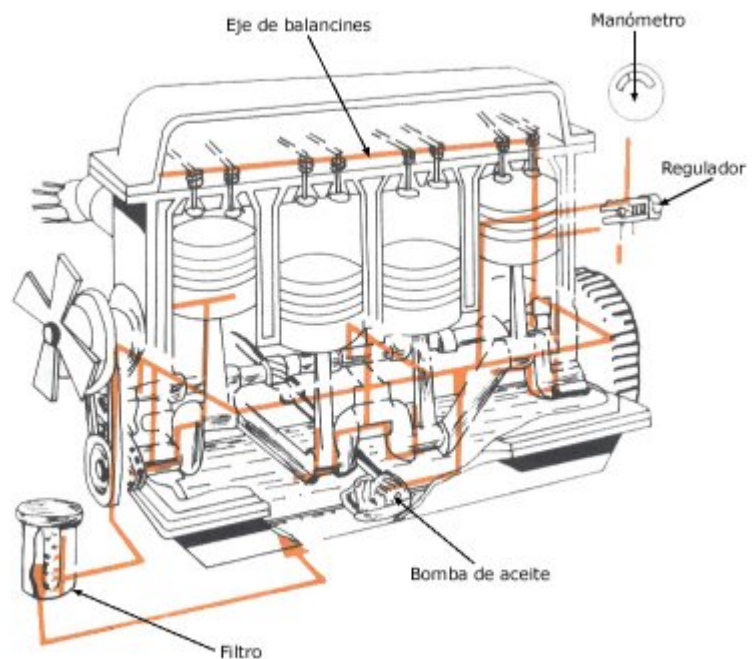
### 3.3- Sistema a presión

Es el sistema de engrase más usado. El aceite llega impulsado por la bomba a todos los elementos, por medio de unos conductos, excepto al pie de biela, que asegura su engrase por medio de un segmento, que tiene como misión raspar las paredes para que el aceite no pase a la parte superior del pistón y se queme con las explosiones.

De esta forma se consigue un engrase más directo.

Tampoco engrasa a presión

las paredes del cilindro y pistón, que se engrasan por barboteo.



### 3.4- Sistema a presión total

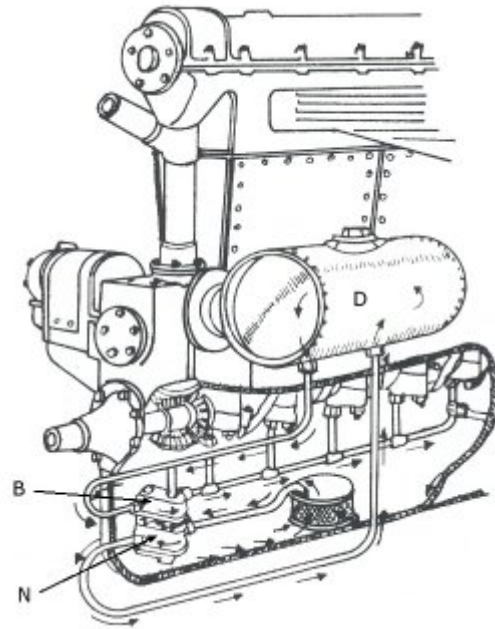
Es el sistema más perfeccionado. En él, el aceite llega a presión a todos los puntos de fricción (bancada, pie de biela, árbol de levas, eje de balancines) y de más trabajo del motor, por unos orificios que conectan con la bomba de aceite.

### 3.5- Sistema de cárter seco

Este sistema se emplea principalmente en motores de competición y aviación, son motores que cambian frecuentemente de posición y por este motivo el aceite no se encuentra siempre en un mismo sitio.

Consta de un depósito auxiliar D, donde se encuentra el aceite que envía una bomba B. Del depósito sale por acción de la bomba N, que lo envía a presión total a todos los órganos de los que rebosa y, que la bomba B vuelve a llevar a depósito D.

Para que la lubricación sea perfecta, en cualquier sistema empleado, el nivel de aceite ha de mantenerse en el depósito entre dos niveles, uno máximo y otro mínimo. Es preferible que el nivel se encuentre más próximo del valor máximo que del mínimo.



### **3.6- Elementos que componen el circuito de engrase a presión:**

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

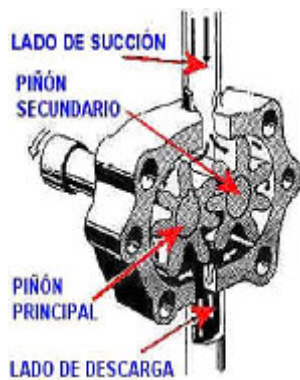
- Bomba, movida por el propio motor, con capacidad suficiente para mantener el caudal y la presión necesaria en el circuito.
- Válvula de descarga, empleada para mantener la presión constante en el circuito.
- Sistema de filtrado y depurado del aceite, con el fin de que éste llegue a las canalizaciones y a los elementos a lubricar limpio de impurezas.

### 3.6.1- Bombas de engrase:

Las bombas más utilizadas actualmente para motores 4 tiempos explosión y diesel són:

- Bomba de engranajes
- Bomba de rodetes
- Bomba de embolo y de paletas

#### Bomba de engranajes:



Este tipo de movimiento es el que traslada el fluido desde la aspiración hasta la salida de presión.

Su caudal va de 1 a 600 l/min. Su presión varía de 15 a 175 kg/cm<sup>2</sup> (presión de punta hasta 200 kg/cm<sup>2</sup>). Su velocidad va de 500 a 3000 rpm.

Las bombas corrientes de engranajes tienen construcción simple, pero tienen el defecto de tener un caudal con pulsaciones. Los ejes de ambos engranajes están soportados por cojinetes de rodillos ubicados en cada extremo.

Se ejecutan en las platinas laterales un pequeño fresado lateral que permite el escape del aceite comprimido, ya sea hacia la salida o hacia la aspiración; para que no se generen presiones excesivas cuando el fluido quede atrapado entre dos dientes.

El árbol y el piñón conductor - piñón conducido son de cementación Cr - Ni cementados. El cuerpo es de fundición gris aluminio.

El tipo de bomba más utilizado son las de engranajes rectos, además de las helicoidales y bihelicoidales (con la función de hacerlas mas silenciosas a altas velocidades).

En condiciones óptimas estas bombas pueden llegar a dar un 93% de rendimiento volumétrico.

*Principio de funcionamiento de la bomba de engranajes:*

Produce caudal al transportar el fluido entre los dientes de dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje de la bomba (motriz), y este hace girar al otro (libre).

La bomba de engranajes funciona por el principio de desplazamiento. Los intradientes llenados impelen el líquido a lo largo de la pared de la carcasa hacia la cámara.

En la cámara los piñones que engranan impelen el líquido fuera de los intradientes e impiden el retorno del líquido de la cámara hacia la cámara.

Por lo tanto el líquido de la cámara tiene que salir hacia el receptor, el volumen del líquido suministrado por revolución se designa como volumen suministrado (cm<sup>3</sup>/rev).

El caudal teórico en m<sup>3</sup>/s de las bombas de engranajes externos sería:

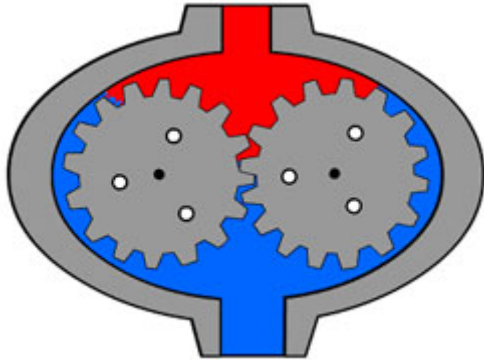
$$Q_t = ((D_r - P_i) / 60) \cdot D_r \cdot m \cdot b \cdot n$$

$D_r$  = Diámetro primitivo de la rueda motriz

$m$  = Módulo

$b$  = Ancho del diente

$n$  = Velocidad de giro (rpm)

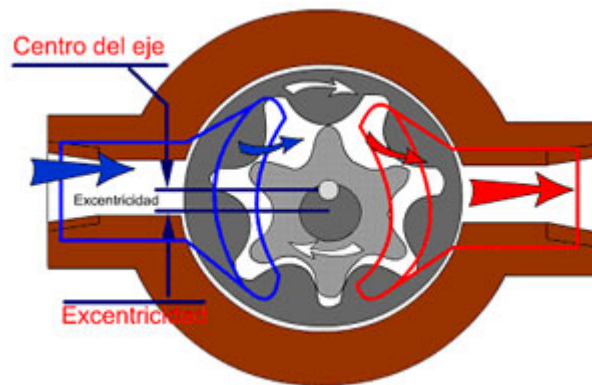


Bomba de rodete:



Esta bomba combina un engranaje interno dentro de otro externo. El engranaje interno está enchavetado en el eje y lleva un diente menos que el engranaje exterior. Cuando los engranajes giran, Ambos engranajes giran en el mismo sentido, cada diente del engranaje interno está en constante contacto con el engranaje externo, pero con un diente de más, el engranaje externo gira más despacio.

Los espacios entre los dientes giratorios aumentan durante la primera mitad de cada giro, aspirando de fluido. Cuando estos espacios disminuyen en la segunda mitad del ciclo, obligan a salir al fluido. El rendimiento volumétrico y total de este tipo de bombas es generalmente similar al que ofrecen las bombas de engranajes externos, sin embargo son bastante más sensibles al contaminante.



#### Bomba de paletas:

BOMBA DE PALETAS



Cada paleta, en su giro, absorbe el aceite al girar por una cara y lo empuja por la otra, haciéndolo salir ya a presión a engrasar.

#### Bomba de émbolo:

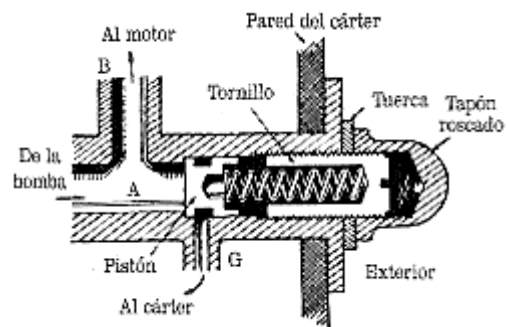
La bomba de émbolo está formada por un cilindro y un émbolo o pistón que se desliza dentro de él por la acción de una excéntrica.

BOMBA DE EMBOLO



### 3.6.2- Válvula de descarga:

La presión en el circuito de engrase depende del régimen de rotación del motor y de la viscosidad del aceite.



La bomba del aceite tiene la ventaja de que cuanto más deprisa gira el motor, más cantidad de aceite envía a la tubería de carga y a las partes a lubricar; pero no conviene que aumente demasiado la presión ya que produciría, al pasar mayor cantidad de lubricante, un exceso de engrase, un exceso de presión de aceite peligroso, la formación de depósitos carbonosos en los cilindros y las válvulas, y la posibilidad de que se deteriorará la bomba o se rompiera el sistema de arrastre de la misma.

Por otra parte, a medida que se desgastan los cojinetes, el aceite sale por ellos con mayor facilidad, de modo que hace falta una mayor presión de salida en la bomba para compensar la que se pierde por los aumentos de fugas, en el recorrido del aceite. El manómetro indica la presión de aceite en su recorrido.

Por ambas razones, se suele disponer de un limitador de presión, la válvula de descarga, que permite: por una parte, descargar al cárter el sobrante de aceite, cuando el aumento de la velocidad hace excesiva la presión, y, por otra, regular la presión, ajustándola al estado de las posibles holguras del motor.

La válvula de descarga va situada a la salida de la bomba o en un punto próximo de la canalización. El aceite que viene desde la bomba sigue hacia el motor, pero si la presión es excesiva, vence el resorte del pequeño pistón (que puede ser una bola), deslizándose éste hacia la derecha y descubriendo más o menos el tubo de salida, por el que el exceso de aceite se va libre y directamente al cárter. En algunos motores, se vierte este exceso de aceite sobre los engranajes de la distribución, para lubricarlos mejor.

La tensión del resorte, de cuyo tarado depende la presión máxima, se gradúa de modo que el manómetro marque siempre la presión normal, realizándose por medio de un tornillo que se fija con una tuerca y se cubre, a veces, con un tapón roscado.

### **3.7- 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 de un sistema de filtrado que consiste en intercalar 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 llana metálica, mas o menos tupida, llamada colador o depurador de aceite que retiene las partículas más gordas que pueden taponar el circuito.

El segundo paso es el filtro de aceite, este filtrado puede ser:



- Filtrado en derivación: El filtrado en derivación 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 sin 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.

- Filtrado en serie: El sistema 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.

Filtros de aceite:

El filtro de aceite es un elemento filtrante que esta compuesto de un material textil poroso dispuesto en forma de acordeón para aumentar la superficie de retención de impurezas y oponer menor resistencia al paso del aceite.

Tipos de filtros:

- Filtro monoblock: en los turismos se emplean estos filtros generalmente, donde el cartucho o elemento filtrante y el recipiente forman una sola pieza, estos filtros són más económicos y de fácil intercambio al ser acoplados directamente al soporte adosado al motor.

- Filtro con cartucho recambiable: En los motores diesel se emplean estos filtros generalmente, aunque en conjunto son mas caros y de intercambiabilidad más laboriosa, el elemento filtrante resulta más económico.

### **3.8- Refrigeración del aceite**

Conviene mantener la viscosidad del aceite para que este dentro de unos limites óptimos de funcionamiento para que pueda ejercer 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 calientan el aceite de engrase.

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

#### Circuito de refrigeración del aceite:

Para obtener una mejor refrigeración del aceite de engrase, algunos vehículos disponen de un circuito que consta de un radiador de aceite situado en la parte delantera del vehículo, por debajo del radiador de agua, a través del cual se hace pasar el caudal de aceite suministrado por la bomba antes de llegar al filtro de aceite, con lo que se obtiene una refrigeración eficaz del mismo al ser atravesado por el aire que proporciona el ventilador. Una válvula de paso situada en el 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.

### **3.9- Condiciones para un buen funcionamiento del circuito de engrase:**

Para un buen funcionamiento se debe tener en cuenta:

- Calidad del aceite empleado
- Mantenimiento adecuado del circuito, cambiando el aceite periódicamente, comprobando el nivel mirándolo con la varilla indicadora y renovando el filtro de aceite.
- Ventilación del cárter

## **4- Aceite vegetal y biodiesel**

El interés por utilizar aceite vegetal como combustible para vehículos se remonta a hace un siglo, cuando Rudolf Diesel imaginó el aceite vegetal como la fuente de combustible a largo plazo para los motores diesel. Recientemente, el sector agrícola se ha convertido en el promotor más fuerte, ya que el aceite vegetal constituye evidentemente una salida para productos agrícolas. Inicialmente se creía que sería posible utilizar esos aceites directamente, con sólo un ligero tratamiento. Las pruebas realizadas por la industria del motor han demostrado que los motores diesel sin modificar funcionarán inicialmente de un modo satisfactorio, pero pronto tendrán problemas de duración, principalmente en el área de los inyectores de combustible, los anillos de los pistones y la estabilidad del aceite lubricante.

#### **4.1- Proceso de producción y consumo del aceite vegetal**

El proceso de producción consiste sencillamente en cultivar y recolectar las semillas, prensar el aceite a baja temperatura y filtrar el producto final para eliminar las impurezas.

La producción se halla limitada por la disponibilidad de tierra cultivable, en cuanto a extensión total de terreno utilizable; en cuanto a competencia con otros cultivos (alimentos, etc.); en cuanto a necesidades de rotación de cultivos (la colza sólo puede plantarse cada 5 a 7 años en el mismo terreno)

El prensado del aceite a pequeña escala, en una estructura descentralizada, generalmente dará como resultado un rendimiento total de aceite menor, puesto que el prensado en frío no es capaz de extraer todo el aceite de las semillas. Los valores típicos del rendimiento giran alrededor del 77%, si bien se pueden dar valores superiores al 87%. En molinos de aceite mayores, utilizando extracción con hexano como disolvente, el rendimiento típico es del 98% del contenido total de aceite de las semillas. El empleo de la extracción con hexano aumenta el coste del tratamiento, puesto que el hexano empleado en la extracción tiene que eliminarse antes de que el alimento proteínico (los residuos del prensado de las semillas) pueda utilizarse como pienso animal. Se trata por lo tanto de encontrar un compromiso económico, cuando se quieran utilizar los residuos como piensos.

## 4.2- Composición del Aceite vegetal y biodiesel

*El aceite vegetal no modificado o "directo" (SVO)*, que a veces se denomina *Aceite Vegetal Puro* (Pure Plant Oil, PPO) (el término utilizado en la directiva de biocombustibles publicada por la Comisión Europea es "aceite vegetal puro de plantas oleaginosas"), es un aceite vegetal no modificado, como el aceite de colza, el aceite de semillas de mostaza, el aceite de pepitas de girasol, etc. En principio se podría utilizar la mayoría de los aceites disponibles en los supermercados. El SVO solamente tiene un rendimiento óptimo en los motores diesel modificados.

*El aceite vegetal de residuos* (Waste Vegetable Oil, WVO), consiste en aceite usado desechado por la industria alimentaria, que por lo tanto requiere algo de filtrado. Una vez limpio, puede utilizarse sin modificar como combustible, o como una base para biodiesel.

*El biodiesel* es un aceite vegetal que ha sido modificado químicamente mediante una reacción con metanol (eterizado) con lo que se obtiene un producto parecido al diesel (biodiesel) con glicerina como subproducto. El biodiesel puede utilizarse en motores no modificados, generalmente mezclado con diesel fósil.

Utilizar SVO es hoy menos conveniente que utilizar productos tradicionales. Por tanto, se debe deducir que la conversión es atractiva principalmente para conductores:

- que se puedan beneficiar de los precios inferiores del SVO por sus grandes necesidades de desplazamiento;
- o que adopten precozmente la tecnología por razones más idealistas.

### **4.3- Comportamiento medioambiental de los vehículos de SVO**

La bibliografía científica sobre el comportamiento medioambiental de los vehículos de SVO es bastante limitada. Se presentaron algunos estudios hace 15 o 20 años, concluyendo en general que el aceite vegetal no era viable como combustible. La mayoría de estos estudios se realizó, sin embargo, con motores sin modificar y, como tales, no comparables con los modernos motores modificados.

La imagen que emerge de los ensayos con motores modificados indica que las emisiones de la mayoría de los contaminantes son algo menores en el caso de los SVO, pero hay una tendencia hacia emisiones iguales o ligeramente mayores de NO<sub>x</sub> y de partículas ultra finas. Sin embargo, como el azufre prácticamente no está presente en el combustible, los SVO deberían funcionar bien con sistemas de post-tratamiento de gases de escape, ofreciendo así mejoras importantes en las emisiones, en comparación con la norma actual.

En cuanto al CO<sub>2</sub>, los ensayos muestran que los niveles de emisión son similares a los del diesel fósil. Pero si se descuenta la absorción de CO<sub>2</sub> durante el crecimiento de la planta, la imagen cambia drásticamente, como ocurre también con otros biocombustibles. Dependiendo de las precondiciones en cuanto al uso de subproductos, la reducción indicativa de emisión de CO<sub>2</sub>, en comparación con el diesel fósil, es del orden de 80 a 96%. Hay que reiterar que las reducciones son indicativas, ya que la disponibilidad, la transparencia y la comparabilidad de los diferentes estudios son limitadas.

#### **4.4- Nicho de mercado para el SVO**

El SVO representa sólo, hoy en día, un nicho marginal en el mercado de combustibles para el transporte. La mayoría de los vehículos que funcionan con SVO son vehículos estándar convertidos, pero ya hay kits para la conversión de muchos modelos corrientes de motores. Actualmente, la mayoría de los motores diesel del mercado se podrían convertir a SVO, incluyendo las versiones avanzadas de TDI y los motores especiales utilizados en vehículos de 3 litros/100 km. Uno de los principales proveedores de equipos de conversión ha desarrollado también un motor diseñado específicamente para funcionar con SVO.

Si toda la tierra agrícola en la Europa de los 15 se incluyera en una rotación de cultivos de colza de 6 años, la producción total de SVO cubriría aproximadamente un 9% del consumo total de energía para el transporte. Por tanto, incluso en este escenario extremadamente optimista, el SVO sólo cubriría una pequeña proporción de la demanda de energía.

#### **4.5- Introducción del SVO en el mercado**

Para que tal escenario se haga realidad, deberán intervenir una serie de actores:

- Los fabricantes de tractores tendrán que instalar las adaptaciones necesarias en sus motores, ya en la fábrica. No hace falta decir que la instalación será siempre más barata si forma parte del proceso de producción del motor, en vez de ser una modificación posterior. Esto resolvería también los problemas de garantía que generalmente afectan a las modificaciones de los motores, cuando el fabricante original no la cubre si el motor ha sido modificado.

- Los molinos de aceite deben garantizar que pueden suministrar una cantidad de combustible verificable a sus clientes, y crear servicios de distribución a granel.
- Los políticos deben garantizar que las políticas agrícola y fiscal se adapten para favorecer la producción de semillas oleaginosas. Ello podría suponer negociar modificaciones a los acuerdos internacionales sobre dichas semillas en terrenos especialmente dedicados.

Los posibles beneficios de tales cambios políticos serían, entre otros:

- Un sistema de transporte más sostenible (en la medida en que los tractores se cuenten como parte del sistema de transporte).
- Una expansión de los mercados agrícolas para los agricultores europeos.
- Un aumento en la seguridad del suministro de energía, a precios que dependan menos de la política mundial y del precio del petróleo.
- Una producción de subproductos útiles, como proteínas para piensos y productos energéticos, como paja para calefacción y producción de energía.

## **5- Procedimientos para la mejora de calidad en los aceites lubricantes para motores de cuatro tiempos**

Son aquellos obtenidos únicamente por síntesis química, ya que no existen en la naturaleza. Una de las grandes diferencias de los aceites sintéticos frente a los minerales es que presentan una estructura molecular definida y conocida, así como propiedades predecibles, fruto de esta información. Los productos que hasta hoy se conocen como lubricantes sintéticos puede ser ubicado entre alguna de las siguientes familias citadas a continuación:



1. PAO: "Poly Alpha Olefines", son el resultado de una química del etileno que consiste en la reacción de polimeración de compuestos olefínicos. Son multigrado según la clasificación SAE para motor y cajas de cambio, y su punto de congelación es muy bajo. También son conocidos como Hidrocarburos de síntesis, por ser "construidos" artificialmente con productos procedentes del crudo petrolífero.
2. Ésteres orgánicos: Se obtienen también por síntesis, es decir, de forma artificial, pero sin la participación de productos petrolíferos. Los Esteres son producto de la reacción de esterificación entre productos de origen vegetal, tales como alcoholes y ácidos grasos de origen vegetal. Son Multigrado y tienen un poder lubricante extraordinario. los ésteres.

Untuosidad, que es la capacidad de adherirse formando una capa limite continua sobre metales de Fe y Al. Elimina el tiempo de formación de película, reduciendo el desgaste producido en ese momento.

Posee propiedades "autolimpiantes", ya que es capaz de evitar la formación de depósitos adheridos en las paredes internas del motor. Poseen también excelente resistencia a altas temperaturas y altísima Biodegradabilidad, por lo tanto, no rompe el equilibrio ecológico ya que son absorbido por las colonias bacterias sin causarles daño. Su grado de degradación biológica en estado puro y nuevo es cercano a 100%.

## Comparación De Las Propiedades De Las Bases

<b>Base</b>	<b>Mineral</b>	<b>Hidrocrack</b>	<b>P.A.O.</b>	<b>Éster</b>
<i>Propiedades</i>				
<b>Viscosidad</b>	<b>Monogrado</b>	<b>Multigrado</b>	<b>Multigrado</b>	<b>Multigrado</b>
<b>Índice de viscosidad</b>	<b>Bajo 100</b>	<b>Bueno 120-150</b>	<b>Bueno 120-150</b>	<b>Muy Bueno 130-160</b>
<b>Punto de congelación</b>	<b>Débil -10/-15</b>	<b>Débil -15/-25</b>	<b>Excelente -40/-60</b>	<b>Excelente -40/-60</b>
<b>Resistencia a la oxidación</b>	<b>Buena</b>	<b>Buena</b>	<b>Muy buena</b>	<b>Excelente</b>
<b>Volatilidad</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Excelente</b>	<b>Excelente</b>
<b>Untuosidad</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>
<b>Biodegradabilidad</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>

Usados en aceites para compresor, en aceites hidráulicos y en aceites de transmisión.

3. Ésteres fosfóricos: son producto de la reacción de óxidos fosfóricos y alcoholes orgánicos. Su alto costo hace que su uso quede restringido a los

fluidos hidráulicos resistentes al fuego en aplicaciones muy específicas.

Tienen un muy buen poder lubricante y antidesgaste.

## **Aditivos**

Los aditivos son sustancias químicas que se añaden en pequeñas cantidades a los aceites lubricantes para proporcionarles o incrementarles propiedades, o para suprimir o reducir otras que le son perjudiciales.

### ***Aditivos Destinados A Retardar La Degradación Del Lubricante.***

#### Aditivos Detergentes-Dispersantes

Tienen la misión de evitar que el mecanismo lubricado se contamine aun cuando el lubricante lo esté. La acción de estos dispersantes es la evitar acumulaciones de los residuos, los cuales se forman durante el funcionamiento de la máquina o motor y mantenerlos en estado coloidal de suspensión por toda la masa del aceite.

#### Aditivos Anticorrosivos y antioxidantes

Para proteger contra la corrosión a los materiales sensibles por una parte, y por otra para impedir las alteraciones internas que pueda sufrir el aceite por envejecimiento y oxidación, se ha acudido a la utilización de aditivos anticorrosivos y antioxidantes.

#### Aditivos Antidesgastes

Cuando el aceite fluye establemente lubricando cremalleras, bielas, bombas de aceite y camisas de pistones, o cuando las partes a lubricar operan parcial o enteramente bajo

condiciones de lubricación límite, los aditivos antidesgaste son necesarios.

#### Agentes Alcalinos

Los agentes alcalinos neutralizan los ácidos provenientes de la oxidación del aceite de forma tal que no pueden reaccionar con el resto del aceite o la máquina.

#### Agentes Antiemulsificadores

Los agentes antiemulsificadores reducen la tensión interfacial de manera que el aceite puede dispersarse en agua. En la mayor parte de las aplicaciones de lubricación la emulsificación es una característica indeseable. Sin embargo, existen aplicaciones en las cuales los aceites minerales están compuestos de materiales emulsificantes que los hacen miscibles en agua. Los llamados aceites solubles usados con refrigerantes y los lubricantes usados en operaciones de maquinarias dependen de agentes emulsificantes para su exitosa aplicación como fluido de corte.

### **Aditivos mejoradores de las cualidades físicas del aceite lubricante.**

#### Aditivos Mejoradores del Índice de Viscosidad

El proceso de trabajo de estos aditivos puede explicarse como sigue: en presencia de bajas temperaturas las moléculas de estas sustancias se contraen ocupando muy poco volumen y se dispersan en el aceite en forma de minúsculas bolitas dotadas de una gran movilidad.

Cuando se eleva la temperatura, las moléculas de la masa de aceite aumentan de velocidad y las mencionadas bolitas se agrupan formando estructuras bastantes compactas que se oponen al movimiento molecular del aceite base, lo cual se traduce en un aumento de la viscosidad de la mezcla.

#### Aditivos Antiespumantes

La presencia de cuerpos extraños en el aceite tales como gases, con temperaturas inferiores de los 100 C, producen lo que los aceites minerales puros de por sí no pueden cortar la formación de espumas debido al gran espesor que les da la película lubricante. Estas burbujas o espumas permanentes producen el paso del aceite por los conductos, tal como ocurre en los mecanismos con mandos hidráulicos.

Tienen la misión de evitar estas burbujas y en la mayor parte de los casos actúan adelgazando la envoltura de la burbuja del aire, hasta su rotura modificando tensiones superficiales e interfaciales de la masa de aceite.

#### Aditivos Mejoradores de la Oleosidad

Se entiende por oleosidad la adherencia del aceite a las superficies metálicas de lubricar, debido en gran medida a la polaridad molecular contenida, que por razón de su estructura se fijan fuertemente a dichas superficies.

#### Aditivos de Extrema Presión

Para los aceites de equipos mecánicos sometidos a muy altas presiones, se emplean los aditivos EP, que disminuyen el desgaste de las superficies metálicas de deslizamiento, favoreciendo la adherencia del lubricante. Forman capas mono y polo moleculares que se reconstruyen constantemente en los sitios de altas presiones por efectos de la fricción.

#### Aditivos para Aumentar la Rigidez Dieléctrica

Casi siempre estos productos cumplen simultáneamente la doble misión de dieléctricos y la de proporcionar longevidad a los lubricantes usados para fines de lubricación y funcionamiento de los transformadores eléctricos.

*-Alumnos que han realizado el trabajo:*

*\*Alejandro Mínguez Utrilla.*

*\*Rafa Vivas Rivera.*

*-Tutor del trabajo:*

*\*Alfonso Sancho Ralda.*

*-Instituto de realización:*

*\*I.E.S. Illa dels Banyols (El Prat de Llobregat).*