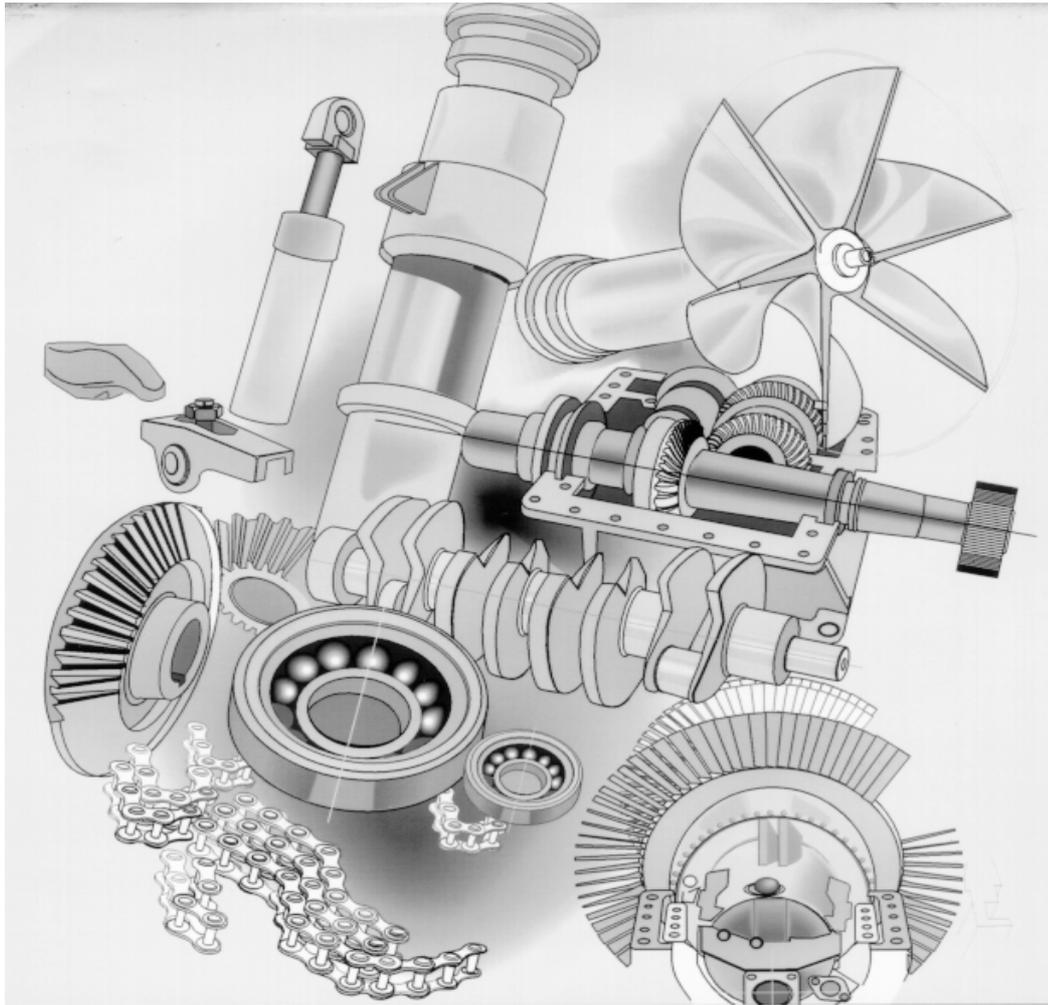




Lubricación y Lubricantes



Centro Técnico Shell



PRINCIPIOS DE LA LUBRICACIÓN

Básicamente, la lubricación consiste en intercalar entre dos superficies que están dotadas de un movimiento relativo, una película de un material (lubricante) y de un espesor adecuado, a fin de:

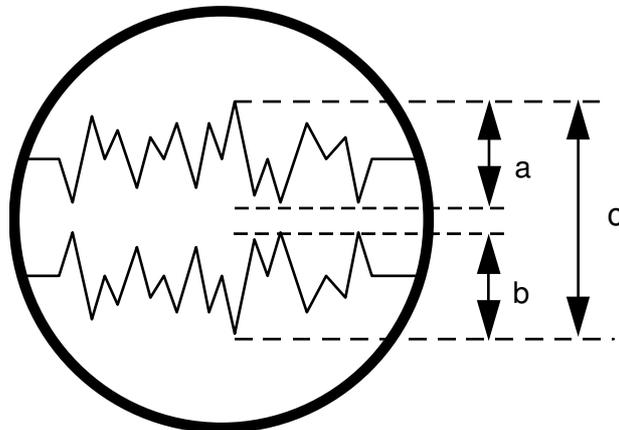
a) reducir la fricción, es decir la fuerza que se opone al movimiento, ya sea para iniciarlo (fricción estática) o para mantenerlo (fricción dinámica), y que limita la potencia útil que puede obtenerse de un mecanismo.

b) reducir el desgaste mecánico que se produciría en las superficies de trabajo si se produjera el contacto entre ellas.

Esto se puede lograr en distintas condiciones y en general durante el ciclo de operación de una máquina se verifica una transición y/o combinación de ellas.

Las mejores condiciones de lubricación corresponden a la lubricación hidrodinámica o de película gruesa. En este caso, la película tiene un espesor considerablemente superior a la rugosidad de las superficies lo cual asegura que estas queden convenientemente separadas. Para que esta película pueda soportar totalmente a las cargas aplicadas, se requerirá no sólo que la forma geométrica y velocidad relativa de las superficies favorezcan la formación de una cuña del lubricante, sino que además éste tenga una viscosidad adecuada.

Vista microscópica de la rugosidad de las superficies



$c =$ espesor de película

$a+b \ll c$ lubricación hidrodinámica

$a+b = c$ lubricación límite

Cuando la película no tiene el espesor suficiente para separar completamente las superficies, es decir que resulta inferior a la rugosidad, la lubricación (límite o de película escasa), es menos eficiente, ya que las superficies de trabajo deben soportar en gran parte las cargas aplicadas. De todos modos la fricción será siempre menor que la que se tendría de no estar presente el lubricante, pero aquí la naturaleza química del mismo juega un papel muy importante.



Una combinación de las condiciones anteriores es la mixta o de película fina, y corresponde al caso en que el espesor de película es del mismo orden de magnitud que la rugosidad de las superficies.

Pero, además de las funciones básicas mencionadas, para asegurar el correcto funcionamiento de un mecanismo y prolongar su vida útil, en general se requerirá que el lubricante además cumpla con otras funciones como ser:

c) refrigerar las superficies de trabajo.

d) mantener su limpieza.

e) protegerlas de la acción de agentes agresivos ya sea durante los períodos de funcionamiento o bien de detención del equipo.

1. Clasificación de los lubricantes

Existen distintos materiales que por su naturaleza (fluida, semifluida o sólida) pueden ser empleados como lubricantes.

Flúidos	Semiflúidos	Sólidos
Agua Aceites	Grasas	Suspensiones Polvos Pastas Barnices

2. Campo de aplicación de cada tipo

	Aceites	Grasas	Sólidos
Lubricación Hidrodinámica	Excelente	Pobre	Inaplicable
Lubricación Límite	Bueno	Bueno	Excelente
Refrigeración	Excelente	Pobre	Inaplicable
Sellado	Bueno	Excelente	Bueno

ACEITES



1. Aceites minerales:

Los aceites minerales son complejas mezclas de hidrocarburos de alto peso molecular que están contenidos naturalmente en el petróleo y que se obtienen como resultado de una compleja serie de procesos de refinación.

La primera etapa, es la destilación atmosférica del crudo, en la cual este se calienta hasta aproximadamente 400°C y luego se lo envía a una columna de destilación. En ella condensan y se extraen cortes con distintas temperaturas de ebullición que constituyen el punto de partida para la elaboración de los distintos combustibles destilados (nafta, gas-oil, jet , etc.)

Al residuo (líquido) que se recupera en el fondo de la columna se lo somete a una segunda destilación, pero esta vez al vacío. Las fracciones más volátiles se emplean para la elaboración de combustibles destilados, las más pesadas para combustibles residuales y asfaltos mientras que las fracciones intermedias (por lo general se obtienen cuatro) constituyen la materia prima para producir las bases lubricantes.

A estas fracciones se las somete primero a un tratamiento con propano y luego a una refinación con solvente que permite eliminar respectivamente a los componentes asfálticos y aromáticos residuales. El último paso es el desparafinado ya sea por enfriamiento o por acción catalítica. Para algunas aplicaciones especiales (aceites dieléctricos, blancos, medicinales, etc.) es necesario un proceso adicional denominado hidrotratamiento que permite reducir a valores mínimos los contenidos de aromáticos y asfaltenos

Finalmente, los aceites base se mezclan convenientemente entre sí, con el eventual agregado de aditivos, a fin de lograr los grados de viscosidad y las características requeridas en cada aplicación para los lubricantes terminados.

2. Aceites sintéticos:

Los aceites sintéticos, son compuestos que no están naturalmente contenidos en el petróleo y que se obtienen por reacciones o síntesis químicas, a partir de diversas materias primas.

En general las ventajas que presentan comparados con los aceites minerales son:

- a) elevada resistencia a la oxidación.
- b) elevada estabilidad térmica.
- c) elevados índices de viscosidad.
- d) baja volatilidad
- e) buenas propiedades friccionales

Sin embargo debido a que los costos de obtención son relativamente elevados, su uso en general esta limitado a aquellas aplicaciones en las cuales no se puede alcanzar resultados satisfactorios con aceites minerales (por ejemplo lubricantes de muy baja viscosidad, compresión de gases que reaccionan con hidrocarburos, etc.).

Los productos sintéticos mas empleados son la oleofinas (aceites de motor), poliglicoles (aceites hidráulicos y engranajes), ésteres fosfatados (aeronáutica) y siliconas.

3. Aceites grasos o fijos.



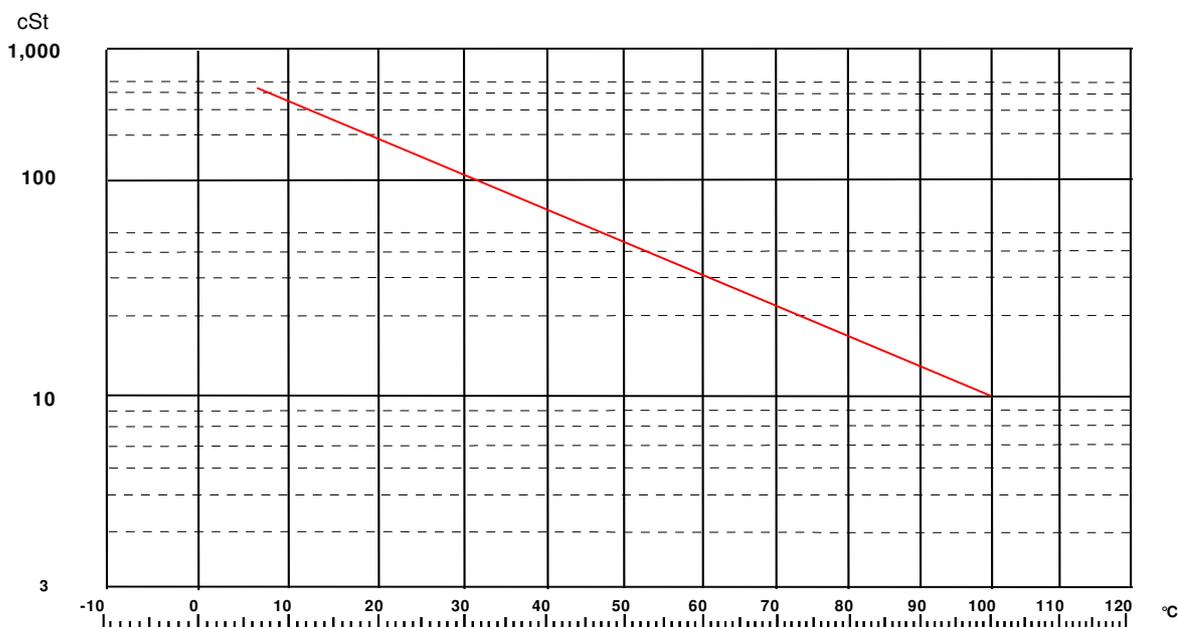
Los aceites grasos son hidrocarburos de origen animal o vegetal que a diferencia de los aceites minerales contienen además compuestos oxigenados (glicéridos. En general tienen baja viscosidad y se adhieren mejor a las superficies metálicas, pero son poco estables y se oxidan y polimerizan con facilidad. Debido a esto en general no se los emplea como lubricantes en las aplicaciones industriales sino como aditivos, es decir mezclados en pequeñas proporciones con aceites minerales (aceites compuestos. Así se les confiere a los aceites minerales las características que eventualmente sean necesarias en algunos casos particulares. Los más empleados son el aceite de castor y el aceite de pata.



CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES - ENSAYOS

Los lubricantes se desarrollan y elaboran para cumplir con ciertas especificaciones que definen las propiedades requeridas en cada aplicación. Algunas de esas propiedades son absolutas, es decir que hacen a sus características físico - químicas, en cambio otras son funcionales y están intrínsecamente ligadas a la aplicación en cuestión. Por esta razón se han desarrollado numerosos ensayos para evaluar las propiedades de los aceites y obviamente existen diferencias en los métodos empleados, aún para el caso de que el objetivo sea evaluar una misma propiedad. Los métodos de ensayo correspondientes a las propiedades mas importantes han sido estandarizados por distintos organismos internacionales entre los que se pueden citar la ASTM en Estados Unidos y el IP en el Reino Unido.

1. Viscosidad (ASTM D445-IP 71): La viscosidad dinámica de un fluido es la relación que existe entre la tensión de corte aplicada y el gradiente de velocidad, y es una indicación de la resistencia a fluir a una temperatura determinada. En el sistema CGS la unidad es el Poise (P) y usualmente se emplea el centipoise (cP). La viscosidad cinemática es la relación entre la viscosidad dinámica y la densidad de un fluido, y es una indicación de su resistencia a fluir por gravedad a una temperatura determinada. La viscosidad cinemática es por lo tanto proporcional al tiempo que un cierto volumen de fluido tarda en escurrir a través de un capilar calibrado, y todos los métodos de medición están basados en este principio. En el sistema CGS la unidad es el Stoke (St) y usualmente se emplea el centistoke (cSt). La variación de la viscosidad cinemática de un aceite, con la temperatura es de tipo logarítmica, de modo que en una gráfica adecuada se puede representar mediante una recta.



2. Índice de viscosidad (ASTM D2270 - IP 73): El índice de viscosidad permite expresar la característica de variación de la viscosidad con la temperatura mediante un único número adimensional. Cuanto mayor es el índice menor es la variación de la viscosidad con la



temperatura y viceversa. El índice se determina midiendo la viscosidad del aceite a 40 ° C y 100 ° C y comparándolas con aceites de referencia a los cuales se les asignó arbitrariamente los índices 0 y 100 respectivamente.

3. Punto de inflamación (ASTM D 92/93 - IP 34/36): Es la temperatura a la cual se desprenden suficiente cantidad de vapores como para producir una mezcla combustible con aire bajo condiciones estandarizadas. En el método COC (Cleveland) la muestra es calentada en una copa abierta y a intervalos especificados de temperatura se aproxima una llama de prueba. En el método PMC (Pensky Martens) la muestra es calentada en una copa cerrada.

4. Punto de escurrimiento (ASTM D 97 - IP 15): Es la mínima temperatura a la cual el aceite fluye por gravedad al ser enfriado a una cierta velocidad y examinado a intervalos especificados.

5. Numero de neutralización (ASTM D 664 - IP 177): Es una medida de la cantidad de sustancias ácidas o básicas presentes en la muestra. La acidez o alcalinidad se expresa como valor de neutralización es decir los mg de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos en un g de aceite lo cual se denomina alcalinidad o Número Acido Total (T.A.N) o bien la cantidad de ácido requerida para neutralizar los componentes básicos, pero expresada también en su equivalente a mg de KOH que recibe el nombre de alcalinidad o Numero Base Total (T.B.N).

6. Demulsibilidad (ASTM D 1401 - IP 19): Es una indicación de la capacidad de un aceite para separarse del agua y no formar emulsiones. Consiste en mezclar cantidades iguales de agua y aceite a una cierta temperatura, agitar y luego dejar reposar. Se mide el tiempo necesario para que la emulsión desaparezca y se separe el agua del aceite.

7. Espuma (ASTM D 892): Es una forma de evaluar la tendencia de un aceite a formar espuma. Consiste en insuflar aire en una muestra durante 5 minutos e inmediatamente medir el volumen de espuma formado. Luego se deja reposar y se mide nuevamente la espuma al cabo de 10 minutos.



ADITIVOS

Los aditivos son sustancias químicas que se agregan en pequeñas cantidades a un lubricante base, de modo que el lubricante terminado tenga las características necesarias para cumplir con las especificaciones requeridas en las distintas aplicaciones.

Si bien la cantidad y variedad de aditivos empleados en la industria es muy extensa, es posible agruparlos en tres grandes categorías y describir los distintos tipos en términos de las funciones principales que cumplen.

1. Aditivos que modifican las propiedades de los lubricantes

1.1 Depresores de punto de escurrimiento: a medida que disminuye la temperatura del aceite se incrementa su viscosidad, pero además dependiendo de sus características, se van formando progresivamente cristales de parafina que impiden que el aceite escurra (aún lentamente).

Los depresores de punto de escurrimiento son compuestos orgánicos de alto peso molecular que bloquean el mecanismo de formación de dichos cristales impidiendo su crecimiento.

1.2 Mejoradores de índice de viscosidad: cuando un lubricante puede trabajar en un rango de temperaturas muy amplio, es deseable que la variación de su viscosidad sea poco sensible con la temperatura, es decir que el mismo tenga un alto índice de viscosidad.

Los mejoradores de índice de viscosidad son compuestos orgánicos (polisobutenos, polimetacrilatos, copolímeros de oleofinas) que tienen largas cadenas moleculares. A bajas temperaturas, estas se encuentran plegadas sobre sí mismas y por lo tanto no modifican apreciablemente la viscosidad del aceite base. En cambio, medida que la temperatura aumenta las cadenas se van desplegando y forman una suerte de trama que restringe la fluidez del aceite lo cual tiende a compensar su caída de viscosidad.

1.3 Modificadores de fricción: en algunas aplicaciones se requiere que exista una gran diferencia entre los coeficientes de fricción estático y dinámico entre piezas que alternativamente entran en contacto y están lubricadas por aceite (por ejemplo: frenos húmedos, embragues, etc.). En otras en cambio se requiere que la diferencia entre ambos coeficientes sea mínima (por ejemplo: cajas sincronizadas, bancadas de máquinas herramientas, etc.).

Los modificadores de fricción son compuestos que permiten en cada caso lograr las características óptimas requeridas.

2. Aditivos que protegen al lubricante en sí

2.1 Antioxidantes: cuando un lubricante entra en contacto con aire, inevitablemente se oxida, con una cierta velocidad que depende básicamente de las características del aceite y de la temperatura. Además, este proceso puede ser acelerado si hay contacto con algunos metales (cobre e hierro) que actúan como agente catalítico, o bien por presencia de



contaminantes en el aceite como ser agua, suciedad y partículas. Las reacciones de oxidación conducen a una degradación progresiva del aceite con formación de compuestos solubles (ácidos débiles) e insolubles (lodos, lacas, depósitos carbonosos).

Los antioxidantes son compuestos que retardan los proceso de oxidación ya sea interrumpiendo la reacciones de oxidación (fenoles, aminas) o bien contrarrestando los efectos catalíticos de los metales (compuestos orgánicos con azufre y/o fósforo).

2.2 Antiespumantes: cuando se agita un aceite en presencia de aire, se forma una cierta cantidad de espuma, lo cual acelera los procesos de oxidación y reduce la efectividad de la lubricación.

Los antiespumantes son compuestos, generalmente a base de siliconas, que reducen la tensión superficial de las burbujas facilitando su ruptura.

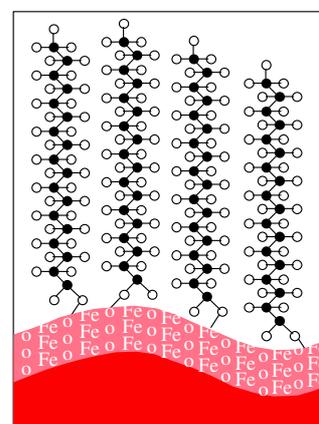
3. Aditivos que protegen a las superficies de trabajo

3.1 Anticorrosivos: La presencia de ácidos débiles (orgánicos), y ácidos fuertes (inorgánicos) en los aceites puede dar lugar a un desgaste corrosivo de las superficies metálicas.

Los anticorrosivos son compuestos solubles que impiden la corrosión ya sea neutralizando los ácidos o manteniéndolo en suspensión, es decir evitando que tomen contacto con las superficies.

3.2 Antidesgaste: en tanto se mantenga una película lubricante de espesor adecuado, las superficies metálicas de un mecanismo no experimentarán un desgaste mecánico. Sin embargo y por distintas razones, es posible que la película lubricante sea insuficiente para evitar el contacto metal con metal aunque más no sea por un pequeño período (por ejemplo: el arranque).

Los aditivos antidesgaste son compuestos de distinta naturaleza química (ácidos orgánicos polares, tiofosfatos de Zinc, etc.) cuyas cadenas se adhieren y se orientan perpendicularmente a las superficies metálicas con relativa facilidad, formando así una película delgada que resiste el cizallamiento y provee una efectiva lubricación límite bajo condiciones de cargas moderadas



Formación de una película orgánica por adsorción, sobre una superficie ferrosa.

3.3 Antiherrumbre: es inevitable que el aceite se contamine con agua y esta a su vez provoca el herrumbre de las aleaciones ferrosas.

Los antiherrumbre son compuestos (generalmente ácidos orgánicos) que previenen la formación de herrumbre evitando de distintas formas que el agua tome contacto con el metal, por ejemplo: reaccionando con las superficies o bien formando una película protectora.

3.4 Dispersantes: en muchas aplicaciones el lubricante entra en contacto con contaminantes que son insolubles en el aceite, los cuales se aglomeran junto con los

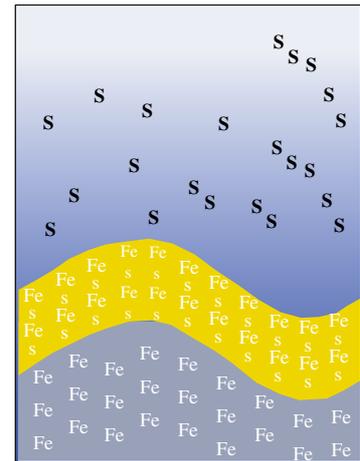


productos de oxidación y forman depósitos sobre las superficies metálicas. Estos depósitos pueden afectar el correcto funcionamiento de los mecanismo y eventualmente bloquear conductos de lubricación y o filtros

Los dispersantes son compuestos orgánicos polares, que previenen esta aglomeración manteniendo los productos insolubles en suspensión como partículas finamente divididas . De este modo se mantiene la limpieza de las superficies de trabajo y se prolonga la vida útil de los filtros.

3.5 Extrema Presión: bajo condiciones de carga muy severas se puede producir la microsoldadura o engranamiento de las aristas de la rugosidad superficial.

Los aditivos extrema presión son compuestos a base de Cloro, Azufre y/o Fósforo que son muy estables a bajas temperaturas, pero que cuando se produce una elevación de temperatura localizada por contacto incipiente metal con metal (por ejemplo en la superficie del diente de un engranaje se podrían alcanzar rápidamente temperaturas del orden de 300°C) se descomponen y reaccionan con la superficie metálica formando compuestos de bajo punto de fusión (eutécticos) que evitan la soldadura.



Formacion de una pelicula quimica por reaccion con el sustrato de una superficie ferrosa.



GRADOS DE ACEITES

Dada la gran diversidad de tipos y diseños de maquinaria empleada en los campos industrial y automotriz, y a la importancia que tiene el lubricante en la eficiencia de su operación y mantenimiento, se han desarrollado diferentes tipos de lubricantes.

Algunos de ellos tienen múltiples funciones y otros en cambio se destinan a aplicaciones específicas. La viscosidad es en general una de las características más importantes de los aceites. Por esta razón es habitual que aparezca indicada mediante un número, acompañando el nombre del producto. Los grados de viscosidad se designan del siguiente modo:

- a) Aceites Automotrices mediante las clasificaciones **SAE**
- b) Aceites Industriales mediante la clasificación **ISO**
- c) Los grados que no coinciden con estas clasificaciones mediante letras.

1. Clasificación SAE de aceites para motor (SAE J300)

Los aceites de motor se clasifican por su viscosidad en grados de “verano” y grados de “invierno”. Los grados de invierno se identifican mediante un número acompañado de la letra W. Los grados de verano mediante un número. En ambos casos a medida que aumenta el número aumenta la viscosidad del aceite.

Grado SAE	Viscosidad dinámica en Centipoises (cP) a la temperatura °C (1)	Temperatura límite de bombeo en °C (2)	Viscosidad cinemática en Centistokes (cSt) a 100°C (3)		Viscosidad dinámica en Centipoises (cP) a 150°C (4) (5)
			min.	máx.	
0 W	3250 a -30	-35	3.8		
5 W	3500 a -25	-30	3.8		
10 W	3500 a -20	-25	4.1		
15 W	3500 a -15	-20	5.6		
20 W	3500 a -10	-15	5.6		
25 W	6000 a -5	-10	9.3		
20			5.6	<9.3	2.6
30			9.3	<12.5	2.9
40			12.5	<16.3	3.7
50			16.3	<21.9	3.7
60			21.9	<26.1	3.7

- 1) Método ASTM D2602 (Simulador Cold Cranking)
- 2) Método ASTM D4684 (Viscosímetro minirotativo)
- 3) Método ASTM D445 (Viscosímetro capilar)
- 4) Método ASTM D4624, ASTM D4683, ASTM D4741, CEC-L-36-A-90 (Viscosímetro Ravenfeld o TBS)
- 5) Sólo requerido para los correspondientes multigrados (ejemplo: 5W-40, 10W-40, etc.)

2. Clasificación SAE de aceites para transmisión (SAE J306)

Los aceites de transmisión se clasifican por su viscosidad en grados de “verano” y grados de “invierno”. Los grados de invierno se identifican mediante un número acompañado de la



letra W. Los grados de verano mediante un número. En ambos casos a medida que aumenta el número aumenta la viscosidad del aceite

Grado SAE	Máxima temperatura en °C para una viscosidad de 150000 cP (1)	Viscosidad cinemática en Centistokes (cSt) a 100 °C (2)	
		min.	máx.
70 W	-40	4.1	
75 W	-40	4.1	
80 W	-26	7.0	
85 W	-12	11.0	
80		7.0	<11.0
85		11.0	<13.5
90		13.5	<24.0
140		24.0	<41.0
250		41.0	

1) Método ASTM D2893 (Viscosímetro Brookfield)

2) Método ASTM D445 (Viscosímetro capilar)

3. Clasificación ISO de viscosidad de aceites industriales

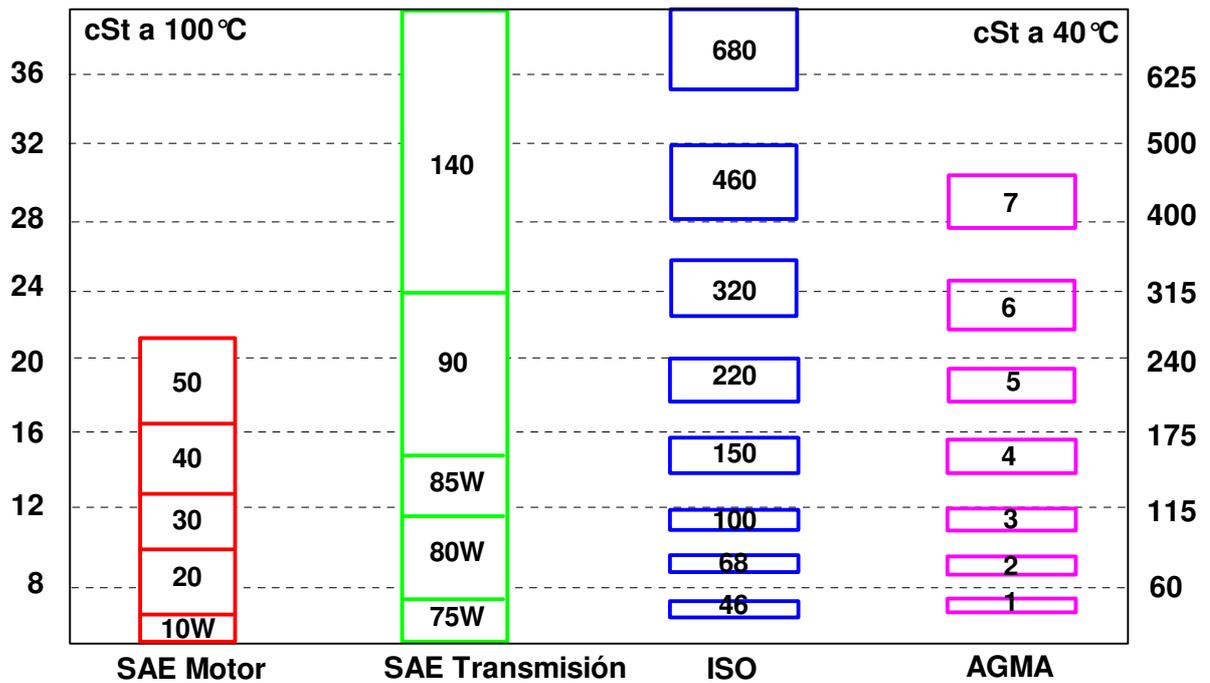
Los lubricantes industriales se clasifican por su viscosidad en 18 grados de acuerdo a un sistema especificado por la ISO (Organización Internacional de Estandarización). Cada grado, cubre un rango de viscosidades cinemáticas medidas en cSt a 40°C. El punto medio de viscosidad de cada grado es aproximadamente 50 % superior al del grado precedente.

Grado ISO	Punto medio de la viscosidad cinemática (cSt) a 40°C	Límites de viscosidad cinemática (cSt) a 40°C	
		mínimo	máximo
2	2.2	1.98	2.42
3	3.2	2.88	3.52
5	4.6	4.14	5.06
7	6.8	6.12	7.48
10	10.0	9.00	11.0
15	15.0	13.5	16.5
22	22.0	19.8	24.2
32	32.0	28.8	35.2
46	46.0	41.4	50.6
68	68.0	61.2	74.8
100	100.0	90.0	110.0
150	150.0	135.0	165.0
220	220.0	198.0	242.0
320	320.0	288.0	352.0
460	460.0	414.0	506.0
680	680.0	612.0	748.0
1000	1000.0	900.0	1100.0
1500	1500.0	1350.0	1650.0

4. Comparación entre clasificaciones.



Las clasificaciones ISO y SAE están basadas en la medición de viscosidades a distintas temperaturas de referencia, (40°C y 100°C respectivamente). Entonces para poder establecer una correlación, es necesario presuponer un cierto índice de viscosidad. Así por ejemplo el siguiente cuadro comparativo está basado en un IV= 95. La clasificación AGMA corresponde a la desarrollada por la Asociación Americana de Fabricantes de Engranajes





CRITERIOS DE SELECCIÓN

A la hora de elegir un lubricante hay que considerar una serie de factores, sin embargo los más importantes son: la aplicación específica (el tipo de máquina), las condiciones de operación y el costo. Por lo general los fabricantes de los equipos especifican las características y/o propiedades del lubricante a emplear, de modo que la selección debería basarse preferentemente en dichas recomendaciones. De no contar con esta información o bien en caso de desarrollo de productos alternativos puede emplearse la siguiente guía:

a) ¿Cuál es la viscosidad adecuada ?

En lo que respecta a la lubricación en sí, la viscosidad es la propiedad más importante y según el caso, esta se podrá calcular o bien determinar en base a la experiencia. En general hay muchos parámetros de diseño que pueden influir en la decisión final, pero puede decirse que el objetivo será siempre la selección de un lubricante de la menor viscosidad posible que permita sustentar las cargas y minimizar las pérdidas de energía.

Hay que destacar que lo que importa determinar en esta etapa es la **viscosidad a la temperatura de operación**. Así por ejemplo, si para lubricar un cojinete es necesario una viscosidad de 10 cSt, la selección será totalmente distinta si la temperatura de operación es 100°C (o sea el aceite debe tener 10 cSt a 100°C), que si la temperatura de operación es -30°C (o sea el aceite debe tener 10 cSt a -30°C).

b) ¿Cuál es el Índice de viscosidad requerido?

Si bien la viscosidad a la temperatura de operación es importante, el lubricante deberá cumplir su función en un cierto rango de temperaturas. Esto implica que no podrá tener una viscosidad muy elevada para las temperaturas mínimas (por ej. arranque en frío) ni una viscosidad muy baja para las temperaturas máximas.

c) ¿Cuál es el grado SAE o ISO requerido ?

Elegida la viscosidad más adecuada y el índice de viscosidad hay que determinar el grado correspondiente. Esto implica convertir la **viscosidad a la temperatura de operación**, en la **viscosidad a la temperatura de referencia** (40°C para los grados industriales y 100°C para los automotrices), utilizando ya sea tablas o gráficos que indican la variación de la viscosidad de los aceites con la temperatura.

d) ¿Qué otras propiedades son necesarias ?

Dependiendo del tipo de máquina y de las condiciones de operación, el aceite puede tener una serie de requerimientos adicionales. En la mayoría de los casos esto implica el empleo de aditivos ya sea para reforzar las propiedades naturales de las bases o para impartirles propiedades nuevas o bien para combatir el deterioro prematuro que sufriría el aceite con el uso.

e) ¿Cuáles son los costos ?

El precio de un lubricante es un factor importante, pero no es determinante en sí mismo. Por lo general tiene sólo una incidencia mínima en los costos generales de operación y de



mantenimiento de una máquina. Así por ejemplo la lubricación con un aceite de bajo costo que se cambia con una alta frecuencia, puede fácilmente ser mas cara que con un aceite de mayor precio y de mayor durabilidad. Peor aún, podría ocasionar una falla mecánica o una parada del equipo muchísimo más costosa que la diferencia de precios en cuestión.



GRASAS

Las grasas son lubricantes semifluidos que se obtienen por dispersión de un agente espesante en un lubricante fluido o aceite con el agregado eventual de aditivos que le imparten características especiales.

Las grasas quedan fácilmente retenidas en los alojamientos y van segregando gradualmente pequeñas cantidades de lubricante en las superficies de trabajo. De este modo no sólo actúan como sello o protección al ingreso de agua, polvo y otros contaminantes sino también como un “depósito” de lubricante.

1. Estructura de las grasas

El agente espesante está disperso en las grasas como fibras cuyas características determinan en gran parte las propiedades de la grasa. Los tipos de espesante generalmente utilizados son:

a) Jabones metálicos: es decir resultantes de la saponificación de grasas vegetales y/o ácidos grasos con compuestos básicos de metales (litio, sodio, calcio, etc.).

Los jabones de calcio le confieren a las grasas una textura vaselinada y una muy buena resistencia a emulsionarse con agua pero por lo general no pueden trabajar a temperaturas mayores de 60°C ya que se descomponen.

Los jabones de sodio le confieren a las grasas texturas que pueden ir de suave a fibrosa. Pueden trabajar a mayores temperaturas que las grasas de calcio (aproximadamente 100°C), pero son solubles en agua.

Los jabones de aluminio le confieren a las grasas una textura muy suave con un aspecto traslúcido. Son muy adhesivas y resistentes al agua. Pueden trabajar a temperaturas mayores que las de sodio (aproximadamente 120°C).

Los jabones de litio le confieren a las grasas una textura suave, buena resistencia al agua y pueden trabajar en un muy amplio rango de temperaturas (entre los -30°C y los 150°C aproximadamente), por esa razón se ha generalizado su uso (grasas multipropósito).

Las grasas que se elaboran con una mezcla de dos o más jabones (sodio-calcio, sodio-aluminio, calcio-litio, litio-sodio) se denominan de jabón mixto y tienen propiedades intermedias. También se han desarrollado jabones complejos de aluminio, litio, y calcio, los cuales en general les confieren a las grasas una mayor estabilidad mecánica y un mayor rango de temperaturas de operación.

b) Espesantes inorgánicos: a base de sílica gel o bien arcillas como ser bentonita y hectorita poseen una buena resistencia al agua y pueden trabajar a altas temperaturas (aproximadamente 200°C).

c) Espesantes orgánicos: a base de poliureas poseen una excelente resistencia al agua y a las altas temperaturas.



d) Asfaltos: confieren a las grasas buena resistencia al agua y una gran adhesividad.

Con relación a los lubricantes base, usualmente se emplean aceites minerales pero en ciertas aplicaciones, especialmente para altas temperaturas de trabajo, se emplean lubricantes sintéticos. Los aditivos, pueden dividirse en dos grandes grupos, en el primero se encuentran los que modifican y/ o estabilizan la estructura, en el segundo los que modifican las propiedades (antioxidantes, EP, adhesividad, etc.).

2. Fluides de las grasas

A diferencia de los aceites las grasas tienen un flujo plástico, es decir que no comienzan a fluir hasta que la carga aplicada no alcanza un cierto valor mínimo. Y una vez iniciado el flujo la resistencia o viscosidad "aparente" depende no sólo de la temperatura sino de la velocidad con que está aplicada la carga. A medida que dicha velocidad aumenta la viscosidad disminuye y se aproxima a la del aceite base.

3. Consistencia

La consistencia constituye una indicación de la resistencia de la grasa a una deformación permanente, se evalúa midiendo la profundidad de la penetración producida por un cono standard en un bloque de grasa, y se la emplea como medio de clasificación (grados NLGI). La consistencia, depende fundamentalmente de la cantidad de espesante que contenga la grasa, no obstante también se ve afectada por el trabajo mecánico que haya recibido, ya que este altera la estructura de las fibras.

Grado de Consistencia	Penetración trabajada a 25°C en 1/10 mm
000	445 a 475
00	400 a 430
0	355 a 385
1	310 a 340
2	265 a 295
3	220 a 250
4	175 a 205
5	130 a 160
6	85 a 115

El grado de consistencia 2, es el más empleado en la mayoría de las aplicaciones. El grado 3 se emplea para rodamientos de gran diámetro, para altas velocidades o bien con altas temperaturas. Los grados 0 y 1 se utilizan en sistemas centralizados.

4. Punto de goteo

El punto de goteo es la temperatura a la cual se produce la caída de una gota a través de un orificio practicado en una copa que contiene la grasa, cuando se la somete a



calentamiento. La proporción de aceite en la gota es mayor que en la grasa remanente lo cual indica que se ha producido una separación de los componentes. Evidentemente la temperatura de trabajo de una grasa no debe nunca alcanzar la correspondiente al punto de goteo y en general la temperatura máxima de trabajo debe ser considerablemente menor.

5. Estabilidad mecánica

La estabilidad mecánica, es una indicación de la resistencia de una grasa a modificar su consistencia (por ejemplo ablandarse y “chorrear” de un alojamiento) como consecuencia del trabajo prolongado, y se evalúa midiendo la penetración antes y después de someter a la grasa a 100.000 dobles golpes de bombeo.

6. Separación de aceite

Para una lubricación eficiente, es preciso que exista una cierta segregación del aceite. Sin embargo, esta separación también puede ocurrir:

- a) espontáneamente durante el almacenamiento prolongado. Si es pequeña bastará con revolver la grasa para dispersar el aceite previo a la aplicación.
- b) bajo presión durante el bombeo en sistemas centralizados de lubricación. Si la segregación es excesiva, al filtrarse el aceite por las uniones de los caños, se va endureciendo el jabón con el riesgo de taponamiento de la línea.

7. Productos de la línea Shell

Alvania RL 3

Grasa multipropósito de litio con aditivos antioxidantes y anticorrosivos para lubricación general.

Alvania EP 0, 1 y 2

Grasas de litio con aditivos EP, especialmente para elementos sometidos a altas cargas.

Darina R 2

Grasa inorgánica multifuncional para altas temperaturas.

Retinax EP2

Grasa de litio multifuncional para aplicaciones automotrices.

Retinax EPX2

Grasa de litio multifuncional con aditivos EP y Disulfuro de Molibdeno para lubricación de automotores.



Multiroad

Grasa de calcio para lubricación de chasis de automotores.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULEO DE LUBRICANTES

1. Depósitos

Los tambores, baldes y envases menores deben estar bajo techo, a cubierto de las inclemencias del tiempo, en lugares limpios, frescos, secos y con adecuada ventilación.

De ser inevitable por razones de espacio, y por un período limitado, almacenar tambores a la intemperie, estos deben colocarse preferentemente sobre listones y estibados en posición horizontal de modo que el lubricante cubra interiormente y selle los tapones.

Esto evita no sólo la acumulación de agua de lluvia y polvo sobre el cabezal, sino también el efecto de “respiración”, es decir que por las diferencias de presión en el espacio vacío del tambor debidas a diferencias de temperatura, se desaloje aire durante el día y se absorba durante la noche introduciendo humedad.

Deberá además evitarse todo contacto de los tambores con sustancias corrosivas y revisarlos periódicamente para detectar posibles pérdidas y además asegurar que las identificaciones permanezcan legibles.

En general, las grasas son más sensibles que los aceites a las variaciones de temperatura y en envases expuestos al sol, con el tiempo, puede haber separación de aceite. Los envases de grasa, pues, nunca deberían almacenarse a la intemperie y/o en posición horizontal.

Una especial atención merecen también en este sentido los aceites aislantes, y los aceites solubles de mecanizado.

Cuando se reciban lubricantes a granel, también será aconsejable que los tanques de almacenamiento estén bajo techo. Aún en estas condiciones es posible que se vaya acumulando lentamente la humedad que condensa sobre las paredes metálicas, relativamente más frías, y por lo tanto, se los deberá purgar y limpiar periódicamente.

2. Manipuleo

Los envases usados para el fraccionamiento y transporte en pequeñas cantidades deben estar limpios y con tapas para evitar las contaminaciones. Para limpiarlos se usarán solventes y trapos adecuados. Los trapos no deben dejar fibras o pelusas que puedan obturar los conductos o filtros de aceite en las máquinas. No usar estopa de algodón o de lana.

Los envases menores no deben abrirse cortando un agujero o toda su tapa si es que el contenido no va a ser utilizado totalmente. Será muy difícil mantenerlos estancos y una tapa improvisada aumenta las probabilidades de contaminación



Las precauciones para evitar contaminaciones deben ser aún mayores en las grasas que en los aceites ya que en ellas, los contaminantes no pueden decantarse y llegarán inevitablemente a los lubricadores de la máquina

3. Higiene Personal e Industrial

Los lubricantes no presentan riesgos para la salud cuando son usados en las aplicaciones recomendadas y se observan los niveles adecuados de higiene personal e industrial.

El personal que opera con lubricantes debe adoptar hábitos que eviten el contacto repetido y prolongado con la piel, salpicado en los ojos, inhalación o ingestión como por ej.:

- a) Usar protecciones en las máquinas para reducir el riesgo de salpicado.
- b) Si el salpicado es inevitable, utilizar según corresponda antiparras de seguridad y ropa impermeable
- c) Evitar la aspiración de niebla de aceite.
- d) No trasvasar aceites produciendo vacío con la boca
- e) Lavar la ropa empapada en forma adecuada.
- f) No poner en los bolsillos trapos mojados con aceite
- g) Lavarse las manos antes de las comidas
- h) Proteger las manos con cremas adecuadas a tal fin

Todos los lubricantes usados pueden contener sustancias dañinas para la salud y/o de difícil biodegradabilidad, de acuerdo a las impurezas que haya recibido en cada aplicación en particular. Deben manipularse y disponerse siguiendo estas indicaciones:

- a) Protegerse personalmente evitando el contacto repetido y prolongado con la piel, ingestión, etc.
- b) Proteger el medio ambiente, no contaminando los drenajes, el suelo, ni los cursos de agua. Evitar derrames y posibilidades de incendio.



COMPRESORES DE AIRE Y BOMBAS DE VACÍO

Los compresores son máquinas que permiten incrementar la presión de un gas ya sea para:

- Transmitir energía (sistemas neumáticos)
- Desplazar y almacenar el propio gas (red de gas natural)
- Procesos industriales varios

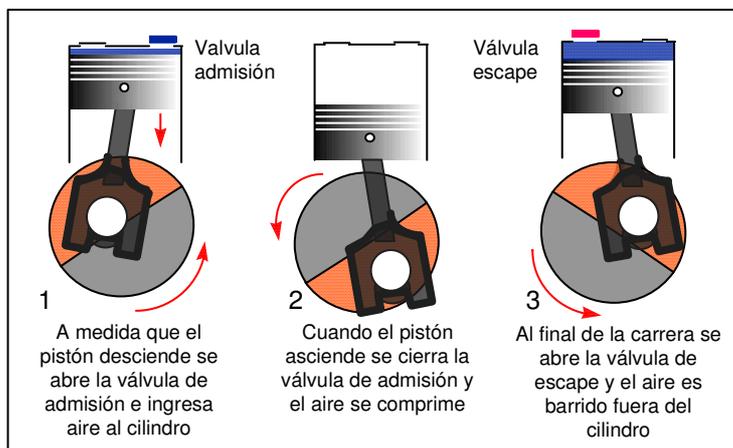
Hay básicamente dos tipos de compresores

- Desplazamiento positivo: en los cuales la elevación de la presión estática del gas se obtiene disminuyendo su volúmen en un espacio confinado mediante el desplazamiento de un elemento móvil. Por ejemplo: alternativo, rotatorio de paletas o tornillo.
- Dinámicos: la elevación de presión estática se obtiene convirtiendo la energía cinética del gas en energía de presión por ejemplo: centrífugos y axiales.

1. Compresores de desplazamiento positivo

A. Compresores alternativos o de pistón

El funcionamiento, disposición de cilindros y movimientos son similares a los del motor de combustión interna, pero lógicamente a diferencia de estos, no se produce combustión en la cámara de compresión.



Las funciones que debe cumplir el lubricante son entonces también similares a los de los aceites de cárter, es decir:

- a) lubricar
- b) refrigerar
- c) sellar
- d) mantener limpieza

Y por eso las propiedades de los aceites empleados también son en principio similares a las requeridas a un aceite de cárter, aunque con un distinto balance ya que las presiones y temperaturas generadas son menores.

El principal problema relacionado con la lubricación es la formación de depósitos carbonosos en la descarga del compresor, (válvulas y otras partes de elevada temperatura) cuya acumulación progresiva puede dar lugar a riesgos de explosiones e incendios por combustión espontánea.



Es por esta razón que además de tener buenas propiedades antidesgaste, anticorrosivas, antiespumantes, y antioxidantes se requiere una baja tendencia a la formación de residuos carbonosos.

Lubricantes de la línea Shell.

Corena P 68, 100, 150

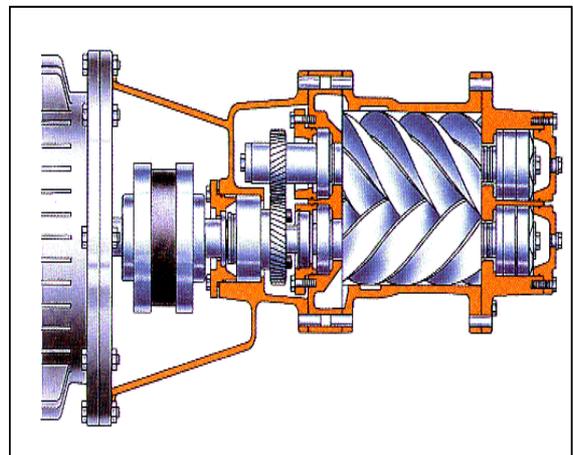
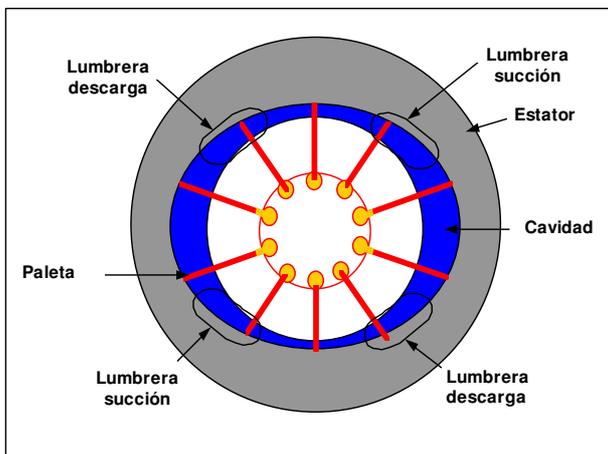
Línea de aceites, altamente refinados, de muy baja tendencia a la formación de residuos carbonosos, con aditivos que proveen una efectiva lubricación, desarrollados para la lubricación de compresores alternativos de aire y GNC que trabajan hasta una temperatura de descarga de 220 °C. Cumplen con las normas DIN 51506.

Vitrea 100, 150

Línea de aceites minerales puros para compresores de aire en condiciones de servicio poco severas.

B. Compresores rotativos

En los compresores de paletas, el aire es comprimido por reducción del volúmen limitado por las paletas deslizantes y el rotor que gira en forma excéntrica al estator. En los compresores de tornillo, el aire es comprimido por el giro del tornillo macho sobre el hembra.



Si bien hay compresores (pequeños) en los cuales el lubricante no toma contacto con el aire, es decir que solo lubrica los cojinetes del rotor o los tornillos, en la mayoría de las aplicaciones se inyecta una gran cantidad de lubricante a la cámara de compresión con el fin de lubricar las partes móviles y de refrigerar el aire comprimido. En este último caso como se tiene una considerable cantidad de aceite en la descarga, éste debe ser retenido en un separador a la salida del compresor, enfriado y vuelto al compresor.

Por lo general el separador cuenta además con filtros coalescentes para optimizar la retención. Como la eficiencia de los filtros y su vida útil se ve muy afectada por la formación



de residuos carbonosos es importante que además de las propiedades mencionadas anteriormente, el lubricante tenga una elevada dispersancia.

Lubricantes de la línea Shell

Corena S 32, 46 y 68

Lubricantes de alta performance, formulados con básicos altamente refinados y aditivos que le confieren propiedades antidesgaste, anticorrosivas, antioxidantes y dispersantes, para compresores rotativos de paleta y tornillo.

2. Compresores dinámicos

En los compresores dinámicos ya sea axiales o centrífugos, no hay contacto entre el aire y el lubricante, y este por lo general solo lubrica los cojinetes del rotor. Las exigencias de lubricación son similares a las mencionadas para aceites de turbinas.

3. Bombas de vacío

Se emplean para efectuar vacío en un recinto de modo que si bien su principio de funcionamiento es similar a los compresores, la presión de descarga es en este caso la atmosférica y la de aspiración inferior a ésta.

El grado de vacío obtenido está condicionado al diseño y precisión del equipo, las posibles contaminaciones que lleguen al aceite y la tensión de vapor del mismo a la temperatura de servicio.

Por esta razón se emplean aceites minerales puros altamente refinados y de baja volatilidad.

Productos de la línea Shell

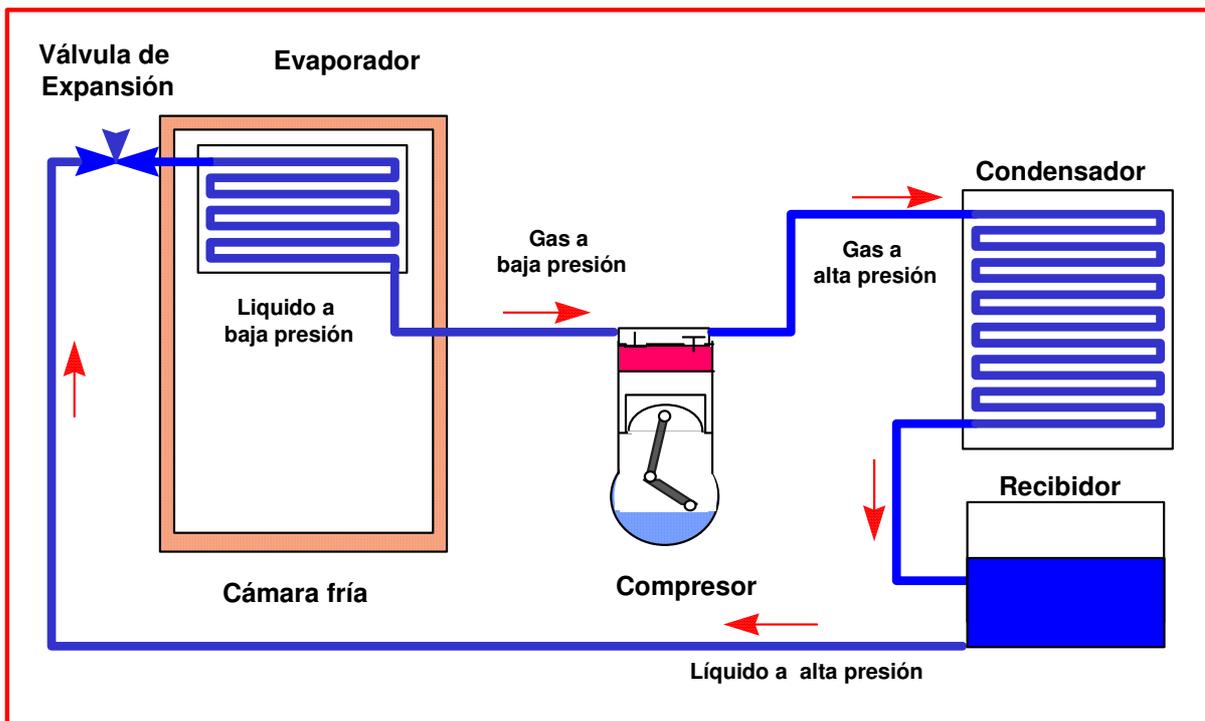
Vitrea 100, 150

Aceites minerales puros altamente refinados con buena estabilidad a la oxidación, adecuada demulsibilidad y baja volatilidad.



COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN

Los sistemas de refrigeración por compresión se emplean en una gran variedad de aplicaciones domésticas e industriales. Los componentes principales del sistema son: el compresor, el condensador y el evaporador.



En el evaporador o unidad enfriadora, el fluido refrigerante que tiene un bajo punto de ebullición a presión atmosférica, toma calor del medio a refrigerar y se evapora. Los gases son aspirados por el compresor y enviados al condensador a alta presión y temperatura. Allí condensan entregando calor al medio ambiente y el líquido condensado retorna al evaporador previa reducción de presión en una válvula de expansión. El compresor que es el corazón del sistema puede ser alternativo o rotativo y en las unidades herméticas forma una unidad sellada con el motor eléctrico que lo acciona.

1. Funciones del lubricante

El aceite debe lubricar únicamente al compresor, por eso las funciones son similares a las mencionadas en compresores de aire, es decir:

- a) Lubricar
- b) Refrigerar
- c) Sellar

Sin embargo, hay una serie de requerimientos adicionales dado que el lubricante entra en contacto con el refrigerante y dependiendo del grado de miscibilidad de ambos es inevitable que un cierto porcentaje circule junto al fluido por todo el sistema.



La cantidad de aceite disuelta en el refrigerante depende de la naturaleza de ambos y de las presiones y temperaturas de operación. En este sentido, es posible clasificar a los productos en totalmente miscibles, parcialmente miscibles o inmiscibles.

Cuando la miscibilidad es total, el aceite y el refrigerante forman una única fase a cualquier temperatura y concentración. En cambio si la miscibilidad es parcial, cuando la temperatura es inferior a la denominada temperatura crítica, se produce una separación en dos fases: una más rica en lubricante y otra más rica en refrigerante lo cual tiene una serie de consecuencias en la operación del sistema. Por ejemplo si la separación se produce en el evaporador, se tenderá a acumular lubricante en la serpentina, lo cual reduce la eficiencia de transmisión de calor de la misma y puede eventualmente dejar al compresor sin lubricación.

Por esta razón el tipo de refrigerante empleado y el tipo de instalación determinan la elección del lubricante. La tabla que se indica a continuación puede servir como orientación para las principales familias de refrigerantes.

- CFC** Cloro-fluoro-carbonados (R11, R12, R13)
- HCFC** Hidro-cloro-fluoro-carbonados (R22, R123, R124)
- HFC** Hidro-fluoro-carbonados (R134a, R143a)
- HC** Hidrocarbonados (R290, R600)
- NH3** Amoníaco (R717)

Lubricante	Minerales	Esteres	Alkilbencenos	Polialfa oleofinas	Polialken glicoles
Refrigerante ↙					
CFC	**		**		
HCFC	**		***	**	**
HFC		***			
HC	**				
NH ₃	*		**	***	*** (1)

* puede usarse ** recomendado *** especialmente recomendado

(1) sistemas sin separador de aceite

2. Propiedades

a) Viscosidad adecuada: El aceite debe tener una viscosidad suficiente a las relativamente altas temperaturas en la descarga del compresor sin que por ello sea muy elevada a las bajas temperaturas que se registran en la succión. Es decir que se requiere un aceite con el mayor índice de viscosidad posible (compatible con otros requerimientos). Además debe tenerse en cuenta el efecto de dilución del aceite por el refrigerante (miscibilidad). Por lo general se emplean los grados ISO 32, 46 y 68.



b) Bajo punto de escurrimiento: Para sistemas que emplean lubricantes no miscibles con el refrigerante (por ejemplo amoníaco) el punto de escurrimiento es una indicación de la mínima temperatura de trabajo.

c) Bajo punto de floculación: Para sistemas que emplean lubricantes miscibles con el refrigerante (por ejemplo freón) el punto de floculación es la mejor indicación de la mínima temperatura de trabajo.

d) Buena estabilidad química y térmica: El aceite está en contacto con una variedad de metales (que actúan como agentes catalíticos) y con el refrigerante, en un rango de temperaturas muy amplio, con el riesgo de que se produzcan reacciones químicas adversas (formación de depósitos carbonosos o bien barros). Por esta razón es esencial el empleo de aceites no aditivados con una elevada estabilidad química y resistencia a la oxidación.

3. Principales especificaciones

DIN 51503 Clases KA y KC
BS 2626 : 75

4. Productos de la línea Shell

Clavus 32, 46, 68

Aceites nafténicos refinados de bajo punto de escurrimiento, alta estabilidad térmica y química, indicados para aplicaciones generales de refrigeración (temperaturas de evaporador y cargas térmicas moderadas). Cumplen con la BS 2626:75.

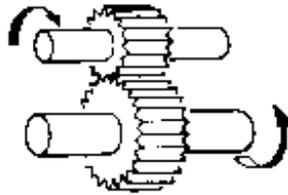
Clavus AB 32, 46, 68

Aceites sintéticos de base Alquibenceno, con bajo punto de escurrimiento y elevada estabilidad térmica. Indicado para muy bajas temperaturas de evaporación.

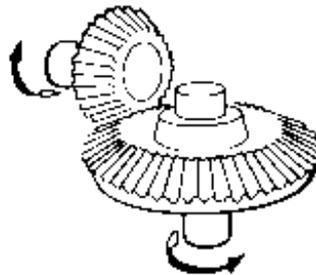


ENGRANAJES

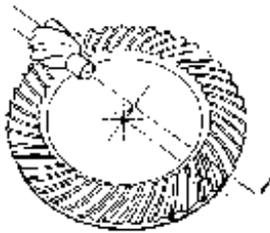
Los engranajes son elementos de transmisión de potencia, es decir fuerza y, movimiento. Los engranajes cilíndricos se emplean para transmitir potencia entre ejes paralelos. Los dientes pueden ser rectos o helicoidales. Los engranajes cónicos se emplean para transmitir potencia entre dos ejes que se cruzan (generalmente en ángulo recto). Al igual que el caso anterior los dientes pueden ser rectos o helicoidales. Los engranajes hipoidales y los de sin fin y corona se emplean para transmisión de potencia entre ejes a 90° pero que no se cortan por estar ubicados en distintos planos.



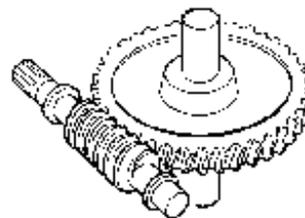
Cilíndricos



Cónicos



Hipoidales



Sifin y Corona

En general la transmisión de movimiento entre los dientes se produce por una combinación de rodadura y deslizamiento. El grado de deslizamiento depende del tipo de engranaje siendo particularmente elevado en engranajes hipoidales y en los de sin fin y corona.

1. Funciones del lubricante

Básicamente, los aceites para engranajes deben :

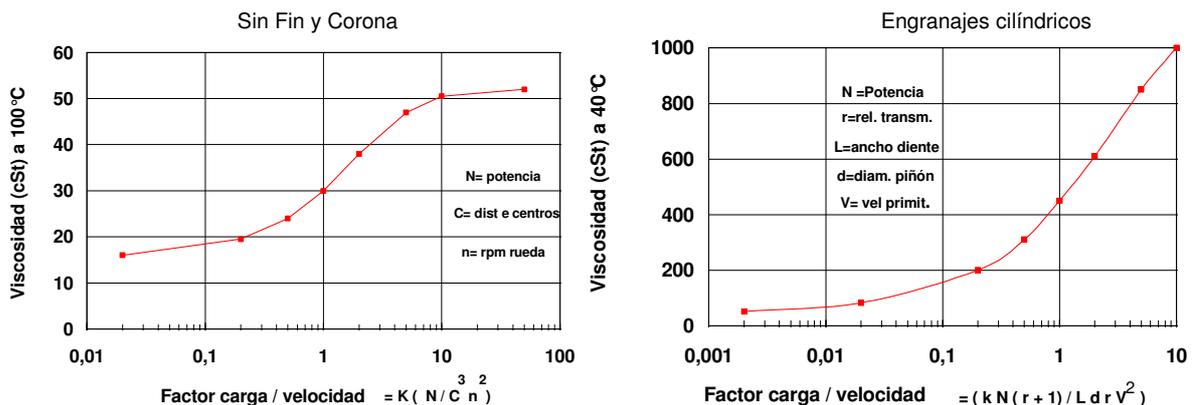
- a) Lubricar
- b) Refrigerar
- c) Proteger contra la corrosión y el herrumbre.



2. Propiedades

a) Capacidad de carga: Debido a la combinación de altas presiones de contacto y de deslizamiento entre dientes, se tendría un rápido desgaste si se produjera el contacto metal con metal. Por ello es vital que se pueda establecer y mantener una película lubricante independientemente de las variaciones de carga, velocidad y temperatura.

En este sentido la viscosidad del aceite es la propiedad más importante para lograr una eficiente lubricación y en líneas generales puede decirse que esta debe aumentar a medida que disminuye la velocidad y se incrementan las cargas aplicadas.



El grado de viscosidad requerido se puede entonces relacionar con un factor de carga / velocidad, que tiene en cuenta la combinación de ambos efectos para cada tipo de engranaje.

Sin embargo, cuando las condiciones son tales que no es posible mantener un espesor de película adecuado será necesario recurrir al empleo de aceites compuestos o bien aditivos antidesgaste o extrema presión.

b) Estabilidad a la oxidación: Los aceites de engranajes están sometidos a condiciones de oxidación relativamente severas debido al incremento de temperatura en la zona del engrane, batido con aire y el contacto con metales que actúan como agentes catalíticos.

Por eso deben tener una elevada resistencia a la oxidación a fin de no degradarse rápidamente.

c) Protección a la corrosión y herrumbre: Es usual que en las cajas de engranajes haya condensación de humedad con el consecuente peligro de corrosión y herrumbre de las piezas metálicas.

d) Demulsibilidad: Por distintas razones cantidades importantes de agua pueden acumularse en una caja de engranajes. Para que esta pueda ser drenada es esencial que el aceite tenga una buena demulsibilidad.

e) Baja tendencia a la formación de espuma: Los aceites de engranajes deben tener una muy baja tendencia a la formación de espuma, ya que si bien esta puede minimizarse con un correcto diseño del sistema de lubricación, nunca puede eliminarse totalmente, especialmente cuando los engranajes trabajan a alta velocidad.



3. Productos de la línea Shell

Omala 100, 150, 220, 320, 460, 680

Lubricantes altamente refinados a los cuales se incorporan aditivos del tipo azufre-fosforo y otros destinados a impartirles propiedades extrema presión (EP), anticorrosivas, antioxidantes y antiespumantes. Indicados para lubricación de mecanismos industriales y marinos sometidos a altas cargas y/o de impacto por su elevada capacidad de carga en engranajes acero / acero (cilíndricos, cónicos) y sus buenas características antifricción en engranajes acero / bronce (sin fin y corona).

Valvata J 460

Aceite compuesto, de gran adhesividad y resistencia a ser desplazado por fricción o por acción del agua. Indicados para lubricación de algunos reductores de sin fin y corona.

Macoma RX

Aceite de alta viscosidad con aditivos EP moderada a base de plomo-azufre. Indicados para engranajes abiertos con bandeja, cuellos de trapiche, etc.

Tellus

Línea de lubricantes para sistemas hidráulicos, de alta refinación, buena demulsibilidad, con aditivos antioxidantes, antidesgaste, antiespumante y anticorrosivo. Se emplean en cajas de engranajes de máquinas herramientas o similares.

Vitrea 100, 150

Aceites minerales puros de alta refinación con buena estabilidad a la oxidación y adecuada demulsibilidad, para cajas de engranajes que trabajan en condiciones poco severas (cargas suaves y constantes).

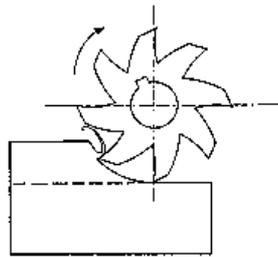
Talpa

Línea de aceites minerales puros de alta refinación con buena estabilidad a la oxidación y adecuada demulsibilidad, para cajas de engranajes que trabajan en condiciones poco severas (cargas suaves y constantes).

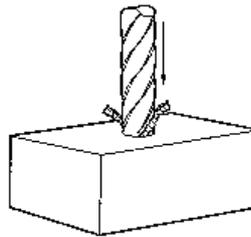


MECANIZADO DE PIEZAS

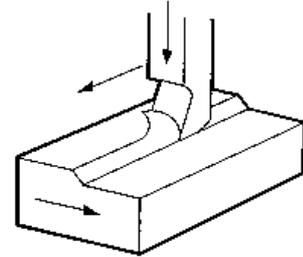
El mecanizado engloba una gran variedad de procesos de conformación de piezas por arranque de viruta. Durante el maquinado, una herramienta deforma y cizalla al material de la pieza definiendo así el contorno requerido.



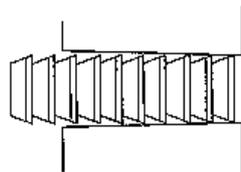
Fresado



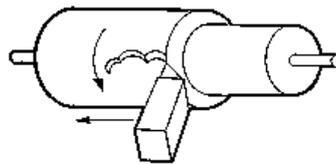
Agujereado



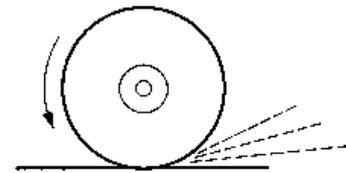
Cepillado



Brochado



Torneado



Rectificado

La mayor parte de la energía empleada en el proceso se transforma en calor el cual se distribuye entre la herramienta, la pieza y la viruta en distintas proporciones, pudiendo alcanzar la herramienta temperaturas del orden de los 1000 °C según el caso. Por otra parte se desarrollan muy elevadas presiones de contacto entre la herramienta y la viruta.

1. Funciones del fluido de corte

Básicamente las funciones del fluido de corte son:

- Refrigerar la herramienta y la superficie de trabajo.
- Reducir la fricción entre la herramienta y la pieza.
- Proteger la superficie de trabajo de la oxidación.

Dependiendo del tipo de operación la importancia relativa de estas funciones varía pero en general los beneficios que surgen del empleo de un fluido de corte son:

- prolongación de la vida útil de la herramienta
- mejoramiento de la terminación superficial
- disminución de la potencia requerida para el mecanizado.



2. Tipos de fluídos

Los fluídos de corte pueden dividirse en:

- a) Base aceite: aquí se incluyen los aceites minerales y compuestos, con aditivos Extrema presión. Pueden ser inactivos es decir que no atacan las aleaciones de cobre (manchado) o bien activos.
- b) Base agua: en esta categoría hay varios tipos. En primer lugar los denominados aceites solubles, es decir aceites minerales que, forman emulsiones con agua. Luego se tienen las soluciones químicas, también solubles en agua que se denominan fluidos sintéticos y semisintéticos según el caso.

Debido a su mayor calor específico los fluídos de base agua encuentran su mayor campo de aplicación donde predominan las necesidades de refrigeración, mientras que los aceites de corte se emplean en condiciones severas de mecanizado.

3. Selección del lubricante de corte

La selección de un lubricante de corte depende de un balance entre una serie de factores que incluyen consideraciones técnico-económicas acerca de:

- a) La herramienta de corte
- b) El material a mecanizar
- c) El tipo de operación

4. Productos de la línea Shell

Dromus B

Aceite emulsionable no fenólico con buenas propiedades anticorrosivas. Brinda una excelente vida útil a la herramienta y acabado superficial en aquellas aplicaciones dónde no se requiere un lubricante EP.

Macron B y Macron 32

Aceites EP inactivos. Por no contener azufre libre se pueden emplear en el mecanizado de todo tipo de metales (incluso los metales amarillos) y en todas las operaciones excepto las más severas. El Macron 32 es además un lubricante "multiuso" ya que puede ser utilizado en sistemas hidráulicos y lubricación de colisas y bancadas de maquinas herramientas.

Shell Garia C y D

Aceites EP activos, diseñados para ser utilizados en operaciones de mediana a gran severidad. Brindan una excelente terminación superficial y larga vida útil a la herramienta aun para el mecanizado de aceros inoxidable y materiales de alta resistencia.



5. Guía de Selección

Operación	Fácilmente Maquinables	Tenaces	Aceros al carbono	Aceros Aleados	Aceros Inoxidables
Rectificado	Dromus B	Dromus B	Dromus B	Dromus B	Dromus B
Limado	Dromus B	Dromus B	Dromus B	Dromus B	Dromus B
Serruchado	Dromus B	Dromus B	Dromus B	Dromus B Garia C	Garia C Garia D
Torneado	Dromus B	Dromus B Macron B	Dromus B Macron B	Dromus B Garia C	Garia C Garia D
Fresado	Dromus B	Dromus B Macron B	Dromus B Macron B	Dromus B Garia C	Garia C Garia D
Agujereado	Dromus B Macron B	Dromus B Macron B	Dromus B Macron B	Garia C	Garia D
Alesado	Dromus B Macron B	Dromus B Macron B	Macron 32 Garia C	Garia C	
Engranajes	Macron B	Macron 32	Macron 32 Garia C	Garia C Garia D	Garia D
Roscado	Macron B	Macron 32	Macron 32 Garia C	Garia C Garia D	Garia D
Brochado	Macron B	Macron 32	Garia C	Garia D	

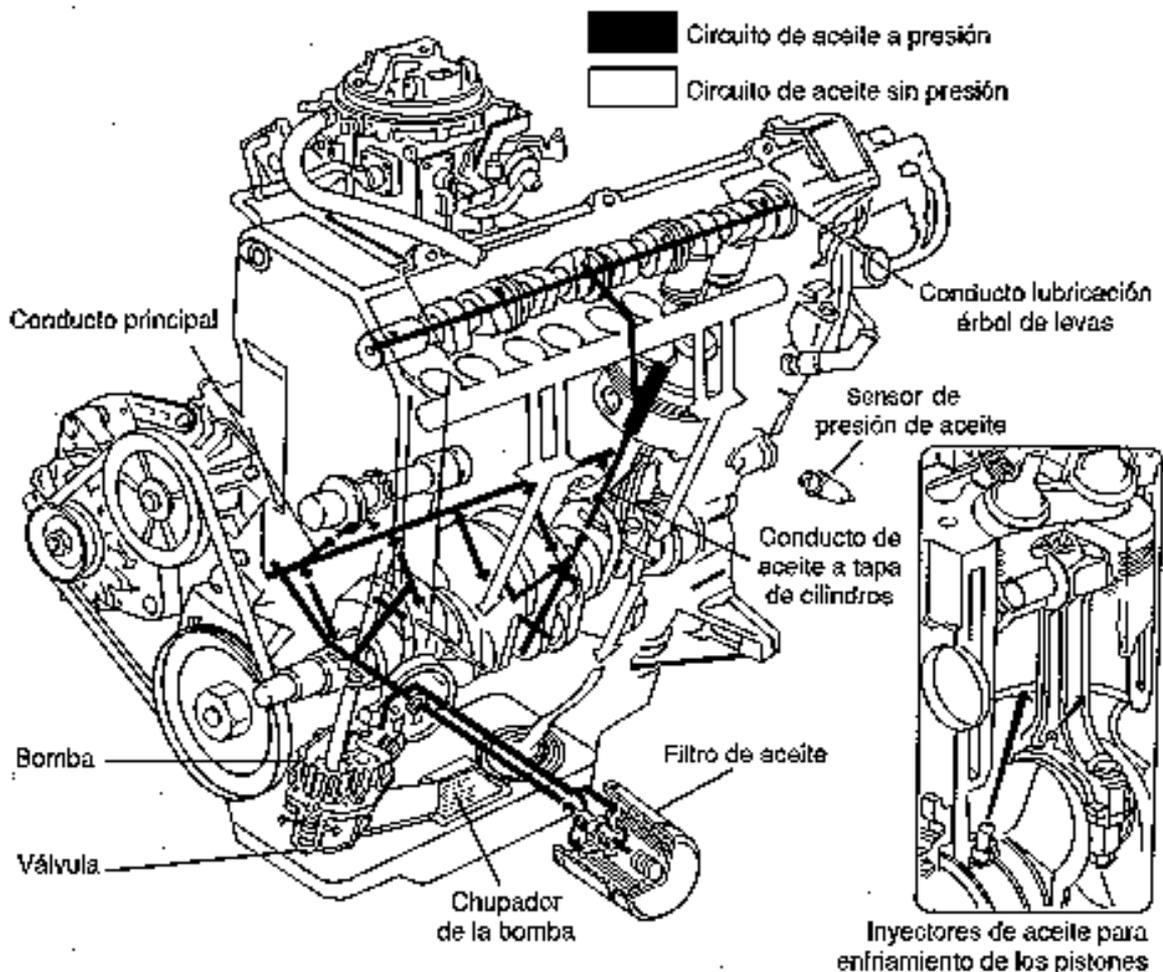


MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Los motores de combustión interna son máquinas que permiten transformar la energía almacenada en un combustible en trabajo mecánico (fuerza y movimiento).

Usualmente los motores están constituidos por un block en el cual se han practicado una cierta cantidad de cavidades (cilindros). Cada cilindro aloja un pistón o émbolo que se desplaza en forma alternativa y que está conectado a un cigüeñal o eje motor mediante una biela, de modo tal que al desplazarse el pistón en el cilindro, imprime al cigüeñal o un movimiento de rotación.

El combustible se quema en el cilindro junto con una cantidad determinada de aire, produciendo una gran cantidad de gases que son los que impulsan al pistón.



En los motores a nafta se alimenta una mezcla de aire y combustible a los cilindros (ya sea mediante un carburador o bien un sistema de inyección). Esta mezcla se comprime y luego se produce su ignición a partir de la chispa iniciada en una bujía. En los motores Diesel, en cambio, los cilindros aspiran únicamente aire, el cual alcanza muy altas temperaturas por



efecto de la compresión. Cuando se inyecta cantidad necesaria de combustible en la cámara de combustión, la mezcla resultante se inflama por sí misma.

De acuerdo al ciclo de trabajo los motores pueden ser de dos o de cuatro tiempos. El motor de cuatro tiempos necesita dos vueltas completas del cigüeñal, o sea cuatro carreras del pistón (admisión, compresión, expansión y barrido) para llevar a cabo la combustión y evacuar los gases de escape del cilindro. En el motor de dos tiempos en cambio el ciclo tiene lugar durante una vuelta completa del cigüeñal, o sea dos carreras del émbolo.

En los motores de aspiración natural el ingreso de aire a la cámara de combustión y por lo tanto la cantidad de combustible que puede ser quemado en el ciclo están limitados por la capacidad de succión del pistón. La sobrealimentación mediante un compresor o turbo permite incrementar la cantidad de aire y combustible que ingresa a la cámara desarrollándose así mayor potencia por ciclo.

1. Funciones del lubricante

Los motores de combustión interna trabajan en las más variadas condiciones y requieren lubricantes que proporcionen la máxima protección y eficiencia operativa con el mínimo mantenimiento posible. Para ello es preciso que puedan cumplir con las siguientes funciones:

a) Lubricar: Aún en los motores correctamente lubricados un porcentaje considerable de la potencia desarrollada se pierde en vencer la fricción entre las partes en movimiento. El lubricante por lo tanto debe reducir la fricción al mínimo, es decir proveer una película eficiente especialmente entre los aros y el cilindro, tren de válvulas, cojinetes, etc.

b) Refrigerar: Debido al calor generado en la combustión algunas partes internas del motor (pistones, bielas, válvulas, etc.) pueden alcanzar temperaturas muy altas. Estas piezas no pueden ser enfriadas por un agente externo como ser aire o agua, sólo pueden ser refrigeradas por el lubricante.

c) Sellar: La película lubricante que se forma en algunas zonas como ser la de los aros debe ser capaz de contribuir al efecto de sellado y así evitar el pasaje de gases producidos en la combustión al cárter.

d) Mantener limpieza: Durante su funcionamiento el motor aspira y genera una gran cantidad de sustancias contaminantes que son agresivas tanto para el motor como para el propio aceite. Los productos de la combustión pueden ser corrosivos especialmente debido a las altas temperaturas y a la presencia de agua. Los materiales insolubles en el aceite tales como polvo, partículas de desgaste, carbón, pueden depositarse en las superficies de trabajo ya sea impidiendo su movimiento y provocando desgaste, o bien bloqueando filtros y conductos. Por ello, el lubricante debe proteger a las superficies internas del ataque de las sustancias corrosivas y mantener a las insolubles en suspensión evitando que se depositen.

2. Propiedades del aceite

Para poder cumplir con estas funciones el lubricante debe reunir una serie de propiedades:

a) Viscosidad: Es quizás la más importante ya que si un aceite es muy viscoso, no sólo se dificulta su rápida circulación sino también el movimiento de las distintas partes del motor. Es decir que habrá una lubricación inadecuada, con un mayor consumo de potencia. En



cambio si el aceite es poco viscoso, la película lubricante no tendrá la suficiente resistencia para evitar el contacto entre las superficies móviles.

La elección de la viscosidad, resulta pues de un justo equilibrio de estos factores. Pero dado que la viscosidad de los aceites varía con la temperatura, y en un motor esta tiene un amplio rango de variación, desde el arranque cuando el motor está frío, hasta que alcanza la temperatura de régimen, es necesario además que el aceite mantenga una viscosidad adecuada (ni muy alta en frío, ni demasiado baja en caliente) en el rango de temperaturas de trabajo.

Sobre esta base y a fin de simplificar la elección, la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices desarrolló una clasificación, normalizando las medidas de las viscosidades de los aceites a una temperatura determinada y asignándoles una denominación arbitraria.

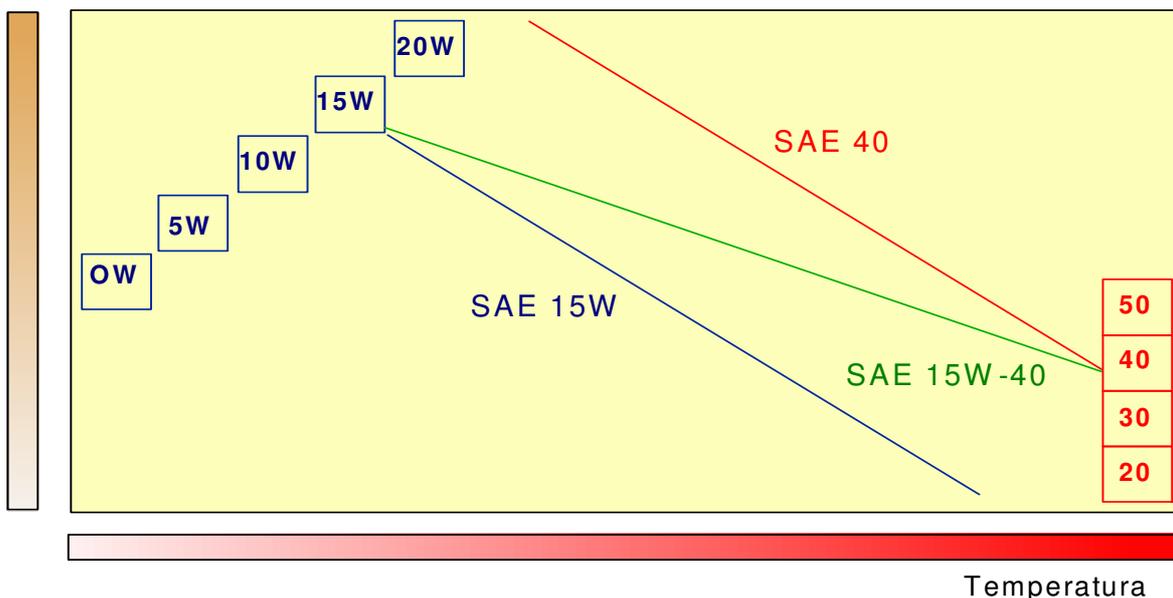
Los grados de invierno, destinados a climas fríos, son: **0W, 5W, 10W, 15W, 20W y 25W**. Estos aceites por ser poco viscosos permiten un fácil arranque y una rápida circulación a bajas temperaturas. En tanto los grados de verano, destinados a climas cálidos son: **20, 30, 40 y 50**. Estos aceites debido a su mayor viscosidad, proporcionan una mayor protección del motor con altas temperaturas. En ambos casos, cuanto mayor es el número SAE, mayor es la viscosidad del aceite.

b) Índice de viscosidad: Dado que un motor puede trabajar en un rango de temperaturas muy amplio, es conveniente que el aceite tenga un elevado índice de viscosidad.

Los aceites multigrado son lubricantes de alto índice de viscosidad y experimentan una menor variación de la viscosidad con la temperatura que los aceites monogrado. Esto hace posible que a bajas temperaturas respondan a la clasificación de algún grado de invierno pero que por otra parte, a altas temperaturas respondan a las de un grado de verano. Así por ejemplo, como se indica en el gráfico, un aceite multigrado SAE **15W-40** tendrá un comportamiento similar al de un monogrado SAE **15W** a bajas temperaturas y al de un monogrado SAE **40** a altas temperaturas. Los lubricantes multigrado, protegen al motor en un rango más amplio de temperaturas, facilitan el arranque y contribuyen a la economía de consumo de combustible, por ello permiten cubrir las necesidades de lubricación de los motores para los más variados climas y condiciones de servicio.



Viscosidad



c) Estabilidad térmica y a la oxidación: El aceite está sometido a altas temperaturas y a un intenso batido en presencia de aire y productos de combustión, todo lo cual favorece la oxidación del aceite y la formación de una serie de productos de degradación que deterioran las propiedades de lubricante. Así por ejemplo, los ácidos orgánicos causan corrosión en los cojinetes, las lacas contribuyen al pegado de los aros, y los barros o lodos pueden bloquear filtros o canales de lubricación.

d) Propiedades antidesgaste: Cuando los elementos del motor están sujetos a elevadas cargas con posible rotura de la película lubricante, o bien dónde resulta muy difícil formarla, es necesario que el aceite tenga propiedades antidesgaste a fin de evitar el contacto metal con metal.

e) Dispersancia: Debido a la presencia de productos de oxidación, polvo y partículas, hollín, el aceite debe tener buenas propiedades dispersantes a fin de evitar la aglomeración y formación de depósitos.

f) Resistencia a la formación de espuma: Cuando el aceite se agita con aire tiende a formar espuma. Si esta es excesiva, por un lado se aceleran los procesos de oxidación y por otro lado puede dar lugar a una rotura de la película lubricante por mal funcionamiento de la bomba.

g) Protección a la corrosión y herrumbre: En la combustión inevitablemente se producen ácidos fuertes (especialmente si el combustible tiene un alto contenido de azufre) y agua. Ambos productos pueden dañar los distintos componentes del motor. Por eso es necesario que el aceite tenga una elevada capacidad para combatir a los ácidos y proteger a las superficies de la herrumbre.

3. Principales especificaciones

La vida útil de un motor depende en gran parte de una eficaz lubricación, pero para que ello ocurra, no basta que el aceite empleado tenga una viscosidad adecuada. La clasificación SAE indica la viscosidad del lubricante pero nada dice del nivel de calidad o aptitud del



aceite para poder cumplir con las exigencias impuestas por los distintos diseños de motores y tipos de servicio.

La calidad de los lubricantes de cárter se evalúa mediante pruebas realizadas en motores en condiciones normalizadas y que permiten establecer niveles o categorías de acuerdo con la severidad de los ensayos.

Hay básicamente dos sistemas de clasificación que se emplean para describir la performance de los lubricantes de cárter.

En EE.UU., la clasificación de aceites de motor está regulada desde el año 1970 por un arreglo tripartito entre la **SAE** (Sociedad de Ingenieros Automotrices), **ASTM** (Sociedad Americana de Ensayos de Materiales) y **API** (Instituto Americano del Petróleo) mediante el cual:

- **SAE** evalúa las necesidades técnicas y promulga las categorías de servicio.
- **ASTM** establece la descripción técnica de las mismas con los correspondientes métodos de ensayo de laboratorio y/o motor.
- **API** identifica la categoría y describe su significado y campo de aplicación en un lenguaje destinado al usuario. Además, desde 1992 administra el sistema voluntario de certificación de lubricantes (**EOLCS**) que describe los métodos para el desarrollo de productos y homologación de los ensayos de acuerdo al Código de Práctica de la **CMA** (Asociación Americana de Productores de Aditivos).

El sistema de clasificación es de tipo “abierto”, es decir que se pueden agregar nuevas categorías de servicio sin necesidad de cambiar las existentes. Cada categoría se identifica con dos letras, siendo la primera una **S** en las destinadas a motores a nafta y una **C** en las destinadas a motores diesel. En ambos casos la segunda letra indica un orden creciente de exigencias.

Inicialmente, se consideraron ocho categorías: **CA, CB, CC, CD** y **SA, SB, SC, SD** que con el correr del tiempo fueron quedando obsoletas (a medida que se establecieron nuevas categorías o bien al no estar más disponibles los equipos y/o métodos empleados para verificar un cierto nivel de performance).

En la evolución de las categorías para aceites de Motores Diesel se pueden destacar:

CC Actualmente obsoleta y asociada a una tecnología propia de los motores de inyección indirecta y aspiración natural de la década del 60, constituye un nivel básico de performance en cuanto a control de corrosión en cojinetes, herrumbre y depósitos en pistón para condiciones de operación moderadas.

CD Establece un mayor grado de control de la oxidación del aceite y de la formación de depósitos a altas temperaturas. Si bien está actualmente obsoleta, representó durante casi dos década el nivel típico de performance requerido por sucesivas generaciones de motores de aspiración natural o turboalimentados, empleados en el servicio pesado de carga y pasajeros.

CD-II Versión de CD, destinada a los motores de dos tiempos Detroit Diesel, que a fin de evitar el taponamiento prematuro de las lumbreras, requieren lubricantes de un tenor de cenizas inferior al 0.8%. Actualmente está obsoleta.



CE Introducida en 1988 (actualmente obsoleta) coincidiendo con la entrada en vigencia de las primeras regulaciones de emisiones. Representó un cambio importante ya que sobre la base de la API CD, por primera vez se adoptaron ensayos en motores multicilíndricos turboalimentados de inyección directa (Cummins, Mack) a fin de evaluar el consumo de aceite y el incremento de su viscosidad. Además estableció (implícitamente) una “preferencia” por aceites multigrado.

CF Introducida en 1994, reemplazó a la API CD con un mejor control sobre los depósitos producidos a altas temperaturas.

CF-II Reemplazó a CD-II en 1991.

CF-4 Introducida en 1991 como un “upgrade” de la API CE, en respuesta a las primeras regulaciones sobre emisiones de partículas. Está orientada a motores HD de alta tecnología que emplean aceites multigrado

CG-4 Introducida en 1995, se relaciona con los requerimientos de la nueva generación de motores HD de bajo nivel de emisiones. Además del empleo de combustible de bajo azufre (menor a 0,05 % p/p), las principales diferencias con la API CF-4 son un mayor control del desgaste en el tren de válvulas y de los efectos derivados de los mayores niveles de hollín en el aceite (incremento de la viscosidad y taponamiento de filtros). También se incluyen por primera vez, ensayos de laboratorio.

CH-4 Introducida en 1999, se relaciona con los nuevos requerimientos de los motores HD para cumplir con la legislación de emisiones de 1998 . las diferencias con la API CG-4 son un mayor control del desgaste y de los efectos derivados de los mayores niveles de hollín en el aceite aún para combustibles de alto azufre (0,5 % p/p). Además permiten mayor flexibilidad en la fijación de períodos de cambio extendidos de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes de motores.

En lo que respecta a categorías para aceites de Motores a nafta:

SE Introducida en 1972 con el fin de proporcionar un mayor nivel de protección contra la oxidación, formación de lodos, corrosión y herrumbre (en las condiciones típicas del servicio de corta distancia) y a controlar el aumento de viscosidad y desgaste del tren de válvulas (altas temperaturas de operación). Actualmente está obsoleta.

SF Introducida en 1980 y actualmente obsoleta, estuvo dirigida a proporcionar una mayor protección antidesgaste y estabilidad a la oxidación.

SG Introducida en 1989, estaba destinada a las nuevas generaciones de motores de alta eficiencia y bajo nivel de emisiones.

SH Introducida en 1992 , coincidiendo con la adopción del código de práctica de la CMA , es conceptualmente similar a la API SG (mismos ensayos, mismos límites). No obstante el cambio de criterio de evaluación estadístico empleado para la aprobación de los ensayos obligó a una reformulación de los lubricantes nivel SG, que se tradujo en una disminución “ de hecho” de los límites en cuestión.

SJ Introducida en 1996 es similar a la API SH, excepto por la introducción de algunos ensayos de laboratorio (menor volatilidad, etc.) y por la disminución del contenido admisible de fósforo.



Para las categorías **SG**, **SH** y **SJ**, existe una clasificación suplementaria que tiene en cuenta la capacidad del aceite para contribuir a la economía de consumo de combustible, y que emplea la denominación **EC** (Energy Conserving). La **EC-I** es aplicable a lubricantes para los cuales en un ensayo normalizado (secuencia VI) se ha verificado una mejora superior al 1.5 % respecto de un aceite de referencia. Para la **EC-II** (secuencia VIA) la mejora debe ser mayor a 2.7 %.

Adicionalmente la **AAMA** (Asociación Americana de Fabricantes de Automóviles) y la **JAMA** (Asociación Japonesa de Fabricantes de Automóviles), a través de la **ILSAC** (Comité Internacional de Estandarización y Aprobación de Lubricantes) desarrollaron en conjunto una clasificación para aceites de automóviles a nafta, denominadas **GF1** y **GF2**, conceptualmente similares a las **API SH + EC-I** y **SJ + EC-II** respectivamente. En particular la **ILSAC GF2**, sólo considera aceites multigrado 10W-XX, 5W-XX y 0W-XX.

El otro sistema es el desarrollado en Europa, dónde desde el año 1975 hasta 1990, la clasificación de aceites de motor estuvo regulada exclusivamente por **CCMC** (Comité de Constructores del Mercado Común) que nucleaba a los principales fabricantes de automóviles europeos. Inicialmente se adoptó una única categoría para aceites de motor a nafta y otra para aceites de motores Diesel. Recién en 1984 se introdujo un nuevo sistema, tomando como base los lineamientos empleados en la clasificación americana, pero con el agregado de ensayos desarrollados por **CEC** (Consejo Europeo de Coordinación de ensayos en combustibles, lubricantes y fluídos), tendientes a evaluar algunos aspectos del comportamiento de los aceites, de particular importancia para los diseños y condiciones de servicio europeos.

Las categorías adoptadas para los aceites de motores a nafta fueron:

G-1 aproximadamente equivalente a la API SE, corresponde a los requerimientos básicos.

G-2 aproximadamente equivalente a la API SF, asociada a aceites de calidad superior

G-3 similar a la G-2, con mayor resistencia a la oxidación y referida a aceites de baja viscosidad.

Para los aceites de motores Diesel :

D-1 Aproximadamente equivalente API CC, destinada a motores de aspiración natural y condiciones de operación moderadas

D-2 Aproximadamente equivalente a una API CD/SF, destinada a motores de aspiración natural y/o turboalimentados y servicio severo.

D-3 Similar a la CCMC D2, pero para servicio severo con períodos de cambio extendidos

PD-1 Aproximadamente equivalente a una API SF / CC para motores diesel livianos (autos, utilitarios)

En 1989 se introdujeron las categorías **G-4** y **G-5** (aproximadamente equivalentes a la API SG con un mayor énfasis en la prevención del desgaste del tren de válvulas y la formación



de lodos) en reemplazo de las **G-2** y **G-3** y las **D-4**, **D-5** y **PD-2** en reemplazo de las **D-2**, **D-3** y **PD-1** respectivamente. Las **G1** y **D1** se eliminaron. Es de destacar que en el campo diesel, las nuevas especificaciones constituyeron una suerte de punto de quiebre a partir del cual no existe estrictamente una equivalencia entre las CCMC y las API, debido a los distintos requerimientos (incluso contrapuestos) de los diseños de motores americanos y europeos. En particular las CCMC **D4** y **D5** toman como base a la MB **228.1** y **228.3** respectivamente.

En 1990, se disolvió la **CCMC** y fue reemplazada por la **ACEA** (Asociación de Constructores Europeos) que si bien inicialmente continuó empleando la clasificación anterior, en 1993 tomó la decisión de reemplazarla totalmente por un nuevo sistema que finalmente entró en vigencia en 1996.

Hay tres categorías

- **A** Para motores a nafta
 - **B** Para motores diesel livianos
 - **E** Para motores diesel de transporte pesado de carga y pasajeros
- y cada una de ellas comprende tres niveles de performance denominados **1, 2 y 3**.

En términos generales para los aceites de motores a nafta, hay un mayor énfasis en el control de la oxidación , pegado de aros y formación de lodos que en API **SH** y **SJ** (a los que toma como base y se adicionan ensayos en motores europeos) y las anteriores CCMC **G4** y **G5**, lo cual es importante a los efectos de mantener la economía de consumo de combustible y el nivel de emisiones, especialmente con períodos de cambio más prolongados.

A1 está dirigida aceites de baja viscosidad (con mayor protección antidesgaste pero similar resistencia a la oxidación que CCMC **G5**) empleados en motores modernos.

A2 está dirigida a aceites de viscosidades convencionales (con mayor protección antidesgaste pero similar resistencia a la oxidación que CCMC **G5**) y con períodos de cambio normales, empleados en motores modernos

A3 está dirigida a aceites de muy alta estabilidad a la oxidación empleados en motores de alta performance y con períodos de cambio prolongados.

En aceites para motores Diesel livianos las categorías reflejan un esquema similar

B1 está dirigida aceites de baja viscosidad (con mayor protección antidesgaste y mayor limpieza que CCMC **PD-2**) empleados en motores modernos

B2 está dirigida aceites de viscosidades convencionales (con mayor protección antidesgaste y mayor limpieza que CCMC **PD-2**) empleados en motores modernos, fundamentalmente de inyección indirecta y con períodos de cambio normales.

B3 está dirigida a aceites de muy alta estabilidad a la oxidación empleados en motores de alta performance y con períodos de cambio prolongados.

B4 esta dirigida a motores de inyección directa.



En aceites para motores Diesel pesados categorías están asociadas a niveles respectivamente crecientes de severidad de servicio, menor mantenimiento y mayores períodos de cambio.

E1 Toma como base la MB 227.1 con un mayor control sobre el desgaste del tren de válvulas. Esta destinada a motores de aspiración natural, servicio liviano y períodos de cambio normales.

E2 Toma como base la MB 228.1 con un mayor control sobre el desgaste del tren de válvulas. Esta destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio liviano o pesado y períodos de cambio normales.

E3 Toma como base la MB 228.3 con un mayor control sobre el desgaste del tren de válvulas y del incremento de viscosidad. (provisoriamente Mack T8). Esta destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio pesado y períodos de cambio extendidos.

E4 Toma como base la MB 228.5. Esta destinada a motores de aspiración natural o turboalimentados, servicio extra pesado y períodos de cambio muy extendidos.

E5 Proporciona mayor control del desgaste formación de depósitos y mantenimiento de la limpieza respecto de la ACEA E3. Recomendada para motores de las series Euro 1, Euro 2 y Euro 3 con servicio severo y períodos de cambio extendidos

A partir de 1997 y para las categorías promulgadas por **ACEA**, entró en vigencia un sistema voluntario de certificación y homologación de ensayos de lubricantes desarrollados por **CEC** según el código de práctica de **ATC** (Comité Técnico de productores de Aditivos) y **ATIEL** (Asociación Técnica de la Industria Europea de Lubricantes), denominado **EELQMS** (Sistema de Gestión de Calidad de Lubricantes de Motor).

4. Lubricantes de la línea Shell

Advance SX4

Aceite multigrado SAE 20W-50. Lubricante, de alta calidad para motores y cajas de velocidades de motos de cuatro tiempos. También para cajas de velocidades de motos de dos tiempos. Cumple con especificaciones API SG entre otras.

Advance VSX2

Aceite semisintético para motores de dos tiempos de alta performance, enfriados por aire o agua, ya sea con lubricación por mezcla o inyección de aceite. Previene el bloqueo del sistema de escape y el empaste de bujías. Bajo nivel de humos. Cumple con especificaciones JASO FC entre otras

Advance S2

Aceite mineral de bajas cenizas, para motores de dos tiempos enfriados por aire ,de baja cilindrada (ciclomotores, scooters ,motosierras, bombecedores). Cumple con especificaciones JASO FB entre otras. No deben emplearse en motores fuera de borda

Helix Ultra



Multigrado SAE 5W-40. Lubricante sintético desarrollado con la tecnología exclusiva empleada por Shell en la Fórmula 1. Para la máxima protección de todo motor de automóviles a nafta o Diesel, aún en las condiciones de funcionamiento más exigentes, incluyendo la competición tanto en pista como en rally. Cumple y excede con especificaciones API SJ / CF y ACEA A3 / B3 entre otras.

Helix Plus

Multigrado SAE 10W-40. Lubricante semisintético para una protección superior de todo motor de automóvil a nafta de aspiración natural o turboalimentado. Especialmente recomendado para motores de última generación (inyección multiválvulas, catalizador). Cumple y excede con especificaciones API SJ / CF y ACEA A3/ B3 entre otras

Helix Super

Multigrado SAE 15W-40. Lubricante mineral para una protección confiable de todo motor de automóvil a nafta de aspiración natural o turboalimentado, en cualquier época del año y condición de servicio.
Cumple con especificaciones API SJ / CF y ACEA A2 / B2 entre otras

Helix

Aceite monogrado con aditivos multifuncionales que permiten mantener los motores limpios y protegidos. Cumple con especificaciones API SF/ CD

Helix Diesel Plus

Multigrado SAE 15W-40. Lubricante semisintético de avanzada para motores de automóviles Diesel, de aspiración natural o turboalimentados. Especialmente recomendado para motores de última generación.
Cumple y excede con especificaciones API CF y ACEA B3 entre otras

Helix Diesel Super

Multigrado SAE 15W-40. Lubricante mineral para motores de automóviles Diesel de aspiración natural o turboalimentados, en cualquier época del año y condición de servicio.
Cumple con especificaciones API CF y ACEA B2 entre otras

Rimula Super

Multigrado SAE 15W-40. Aceite de Super Alta Performance para motores Diesel. Brinda la máxima protección aún en las más exigentes condiciones de operación, y con períodos de cambio más prolongados. Especialmente recomendado para las nuevas generaciones de motores de alta potencia, bajo consumo y bajo nivel de emisiones empleados en medios de transporte pesado de carga y pasajeros. Cumple con las especificaciones API CH-4 y ACEA E5 entre otras

Rimula X

Aceites con aditivos para Motores Diesel rápidos de cuatro tiempos de aspiración natural o turboalimentados empleados en pick-ups, ómnibus, camiones, maquinaria agrícola, vial



cualquiera sea la condición de servicio. El Shell Rimula X Multigrado 15W-40 cumple con las especificaciones API CG4 y ACEA B2 entre otras. Los Shell Rimula X monogrado cumplen con las especificaciones API CF.

Rotella GNC

Lubricante multigrado SAE 15W-40 de elevada resistencia a la nitración y baja tendencia a la formación de cenizas. Además de facilitar el arranque en frío protege y mantiene limpio al motor aún en condiciones de marcha severas.

Rotella X

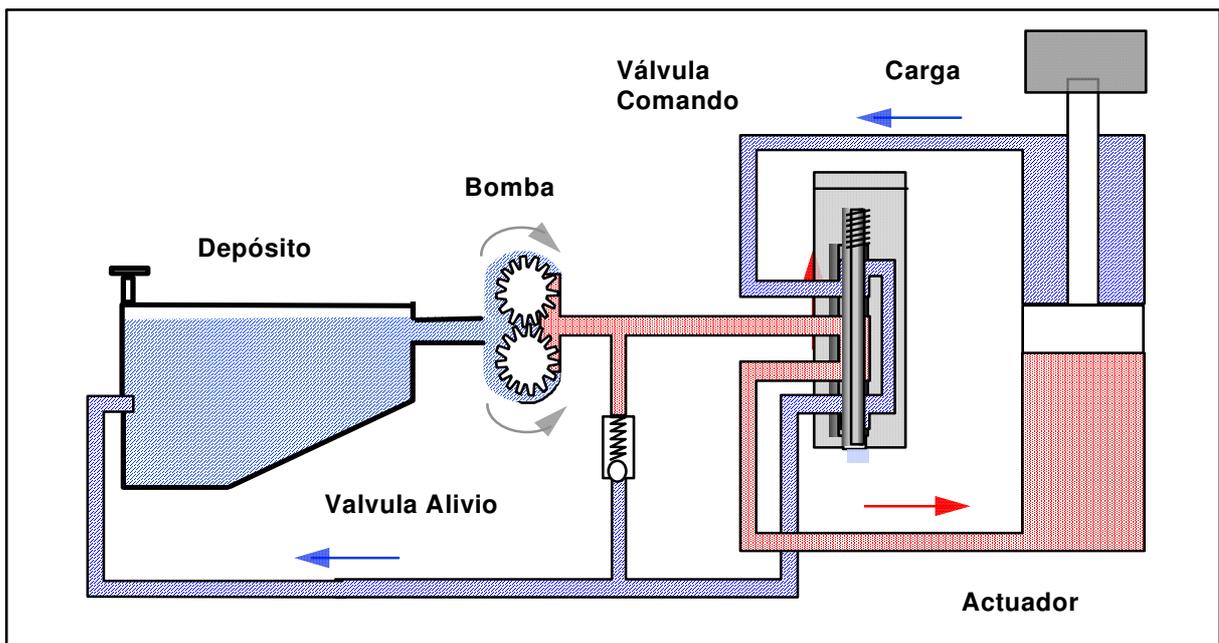
Aceites monogrado con aditivos, para motores Diesel de aspiración natural incluidos los de dos tiempos del tipo Detroit Diesel en los que se requiere un contenido de cenizas inferior al 1%. Cumple con especificaciones API CC / SF



SISTEMAS HIDRÁULICOS

Los sistemas hidráulicos se emplean extensivamente en la maquinaria industrial con distintas finalidades pero en general las más importantes son:

- a) Sistemas de control (servomecanismos)
- b) Transmisión de potencia (accionamiento de máquinas)
- c) Multiplicación de fuerza (prensas)



Los componentes básicos de un sistema son, el depósito de fluido, la bomba, los actuadores, las válvulas reguladoras de caudal y de comando. La bomba que puede ser de pistón, engranajes o paletas, eleva la presión del fluido y lo hace circular por el sistema. Las válvulas reguladoras controlan la presión y/o caudal del fluido y las de comando dirigen convenientemente el flujo a los distintos actuadores que en definitiva convierten la presión en trabajo útil (por ejemplo pistón y cilindro).

1. Funciones del fluido hidráulico

El fluido hidráulico debe

- a) Lubricar
- b) Refrigerar
- c) Sellar
- d) Proteger y mantener la limpieza
- e) Transmitir energía

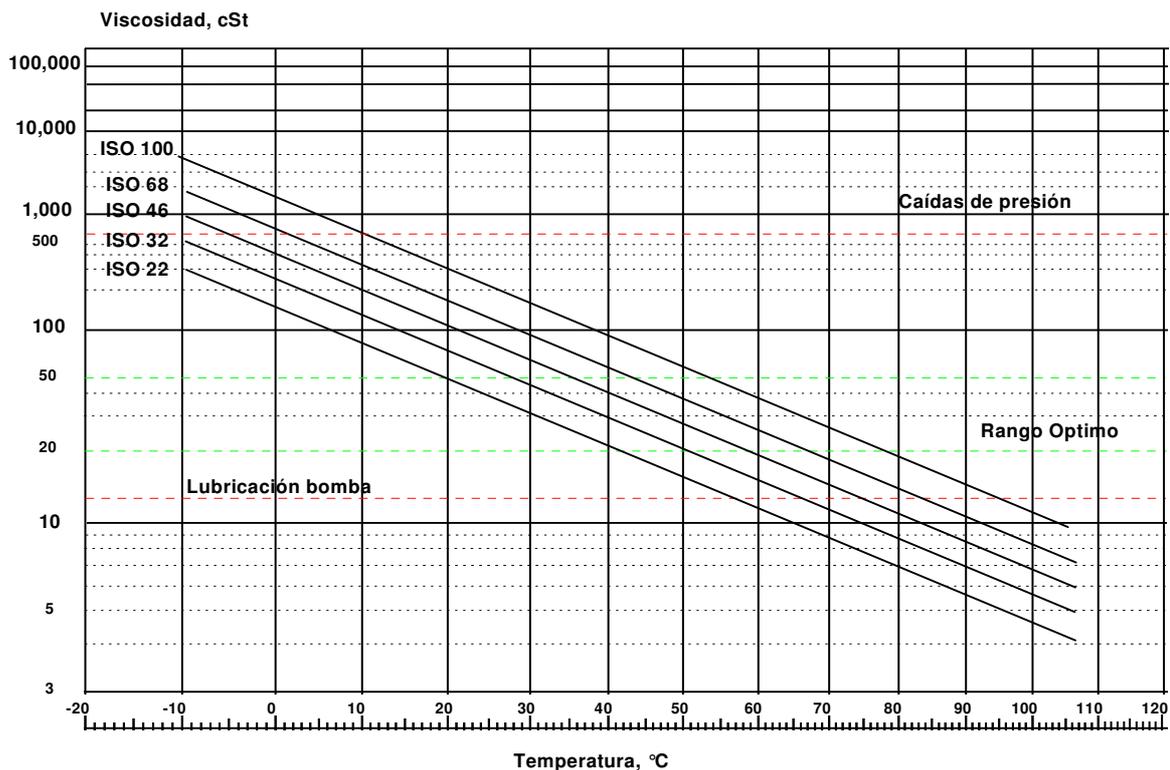
En este sentido, para la mayoría de las aplicaciones industriales, los aceites minerales son ideales como fluidos hidráulicos. Sin embargo, no resultan adecuados para presiones y temperaturas extremas de trabajo. A muy altas presiones, se produce la rotura de una



línea o manguera, el fluido sería finamente pulverizado y si se emplea un aceite mineral se corre el riesgo de que se produzca la ignición del spray por chispas, superficies calientes circundantes, etc. Para estos casos se han desarrollado fluidos hidráulicos denominados "resistentes al fuego" (emulsiones aceite-agua, agua-aceite, soluciones agua-glicol, y fluidos sintéticos).

2. Propiedades

a) Viscosidad: La elección de una viscosidad adecuada surge de un balance de distintos requerimientos. Una viscosidad elevada, aumenta el rendimiento volumétrico de la bomba (reduce pérdidas por recirculación) y ofrece mayor protección al desgaste de las piezas móviles pero a su vez aumenta las pérdidas por fricción en el circuito, lo cual se traduce en un incremento de la temperatura de operación y en un mayor consumo de potencia. Por otra parte, una viscosidad reducida aumenta la eficiencia mecánica (conversión de energía) en la bomba pero se traduce en una pérdida de precisión en los controles. En general es deseable que dentro del rango de temperaturas de operación, la viscosidad del aceite esté comprendida entre los 12 cSt y los 500 cSt. El límite inferior está dado por los requerimientos de lubricación de los rodamientos y partes móviles de las bombas y el superior por las pérdidas de carga en el circuito.



b) Protección antidesgaste: Dado que dependiendo de las características del sistema, el espesor de película en algunas de las partes móviles puede ser pequeño (servoválvulas, etc.) resulta conveniente que el lubricante cuente con aditivos antidesgaste.

c) Estabilidad a la oxidación: Es usual que la temperatura del fluido en el depósito se encuentre entre 25 y 50 °C por encima de la temperatura ambiente. Es imposible excluir



totalmente al aire del sistema (en el depósito por ejemplo) y además es usual que el lubricante esté en contacto con metales que actúan como agentes catalíticos. Por esto es muy importante que el lubricante tenga una elevada resistencia a la oxidación.

d) Baja tendencia a la formación de espuma: La presencia de aire ocluido en el aceite es indeseable ya que aumenta su compresibilidad, de modo que la respuesta del sistema a una señal de mando sería errática. Por esta razón es importante que el aire incorporado por batido se libere rápidamente y sin que se produzca excesiva espuma.

e) Demulsibilidad: Es importante que el agua que pueda incorporarse al aceite por condensación o contaminación se separe rápidamente y decante en el deposito para que pueda ser purgada. De otro modo se deteriorarían rápidamente las válvulas y bomba.

f) Protección contra corrosión y herrumbre: Necesaria para prevenir el ataque de las superficies metálicas por la presencia de agua y aire.

g) Filtrabilidad: Se requiere una cuidadosa elección de los aditivos del aceite a fin, de evitar que en presencia de agua, algunos contaminantes reaccionen con los mismos dando lugar a la formación de geles que bloquean los filtros.

3. Lubricantes de la línea Shell

Tellus 22, 37, 46, 68, 100

Aceites de alta refinación e índice de viscosidad, buena demulsibilidad, con aditivos antioxidantes, anticorrosivos, antiespumantes y antidesgaste, especialmente indicados para sistemas hidráulicos, excepto en aquellos que tengan elementos con aleaciones a base de plata.

Morlina 10 , 150, 220

De características similares a los anteriores pero con una aditivación antidesgaste distinta. Pueden ser utilizados en sistemas que tengan aleaciones de plata. Los grados ISO 5 y 10 se emplean en telemotores y husillos de alta velocidad.

Tellus T 32, 46, 68, 100

Aceites de alta refinación y muy alto índice de viscosidad, buena demulsibilidad, con aditivos antioxidantes, anticorrosivos, antiespumantes y antidesgaste, especialmente indicados para sistemas hidráulicos que están expuestos a amplias variaciones de temperatura de operación.

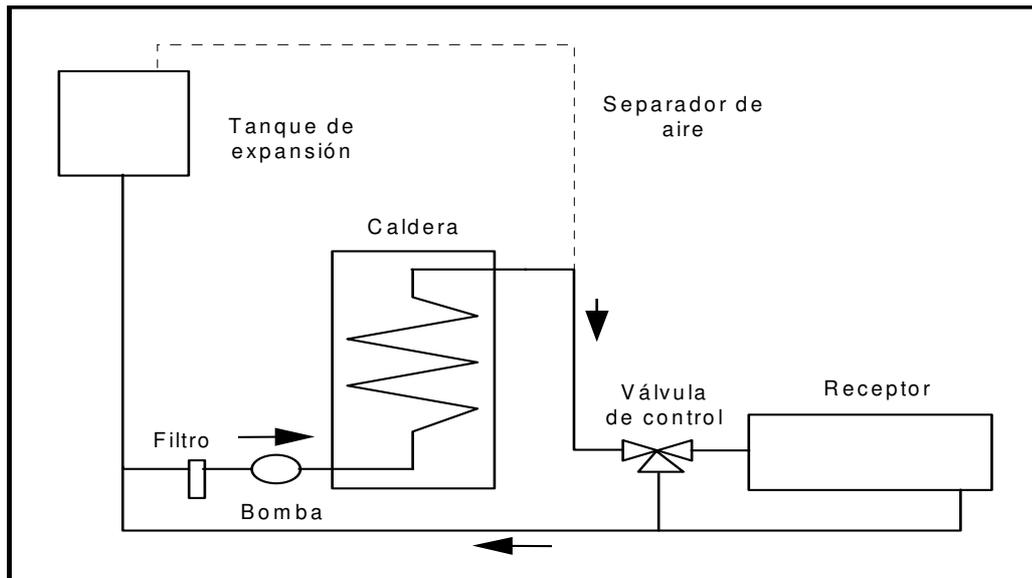
Hydrafluid 37, 46, 68

Aceites de alta refinación e índice de viscosidad, buena demulsibilidad, con aditivos antioxidantes y anticorrosivos para sistemas hidráulicos que operan en condiciones normales y con cargas moderadas.



SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

En muchas aplicaciones industriales se emplea aceite como agente de transmisión de calor ya que a diferencia del agua se pueden alcanzar temperaturas relativamente elevadas (300°C) sin necesidad de trabajar a altas presiones.



Por lo general los sistemas son cerrados. El aceite se calienta en una caldera y una bomba lo hace circular por un circuito hacia los receptores que contienen a los intercambiadores o superficies de calefacción propiamente dichas.

1. Propiedades del aceite

- a) Viscosidad: La viscosidad del aceite debe ser pequeña a fin de facilitar el flujo del mismo por el circuito y mejorar la transmisión de calor
- b) Alta estabilidad térmica: La principal causa de deterioro del aceite en un sistema correctamente diseñado y operado es el craqueo térmico a altas temperaturas que puede conducir a la formación de depósitos carbonosos.
- c) Volatilidad: Es importante que el aceite tenga una baja volatilidad como para que no se produzca una excesiva formación de vapores durante la operación normal.

2. Productos de la línea Shell

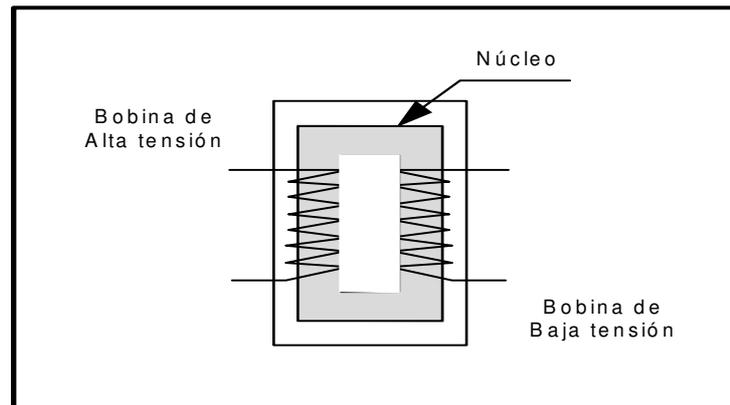
Thermia B

Aceite mineral puro de alta estabilidad térmica, buena estabilidad a la oxidación, de baja viscosidad y baja volatilidad para sistemas cerrados que se operan hasta 300°C.



TRANSFORMADORES ELÉCTRICOS

Los transformadores son aparatos destinados a cambiar la tensión o voltaje de una corriente alterna sin modificar su frecuencia. El uso de transformadores permite generar y transportar económicamente la energía eléctrica a elevadas tensiones (por ejemplo 13000 V) para luego reducirlas a las tensiones habituales de utilización (por ejemplo 220V).



A pesar de que la eficiencia de transformación es elevada (97-99%) siempre existen pérdidas que provocan un aumento de temperatura en el núcleo y los bobinados. Entonces, salvo los transformadores pequeños que pueden estar refrigerados por aire, los de mayor tamaño requieren un enfriamiento mediante un aceite que circula en su interior ya sea por convección natural o forzada.

1. Funciones del aceite

Básicamente el aceite para transformadores debe cumplir con dos funciones

- a) Refrigerar, es decir disipar el calor generado.
- b) Aislar los bobinados entre sí y con el núcleo y carcasa.

2. Propiedades del aceite

- a) Baja viscosidad: Como en general la circulación de aceite es por convección natural, si el aceite es muy viscoso no se tendrá una buena circulación y al no ser eficiente el efecto refrigerante se producirá un recalentamiento del transformador.
- b) Bajo punto de escurrimiento: Como muchos transformadores se encuentran a la intemperie es necesario que el aceite tenga buena fluidez a bajas temperaturas.
- c) Alta estabilidad a la oxidación: Como la vida útil del aceite debe ser prolongada, es esencial evitar la formación de productos de degradación resultantes de la oxidación que aumentan la acidez, la viscosidad del aceite y su capacidad de aislación.



d) Alta rigidez dieléctrica: La rigidez dieléctrica es una de las formas empleadas para definir la capacidad de aislación y está vinculada a consideraciones de seguridad del equipo ya que da una idea de la tensión necesaria para que se produzca un arco eléctrico (descarga) entre el bobinado y la carcasa o el núcleo. La rigidez dieléctrica se ve muy afectada por la presencia de humedad y otros contaminantes.

e) Alta resistividad: La resistividad es otra forma de evaluar la capacidad aislante y es una medida de la resistencia al flujo de corrientes de pérdida dentro del transformador.

f) Bajo factor de disipación: Cuando se somete al aceite a un campo eléctrico alterno inevitablemente se inducen corrientes de modo una pequeña parte de la energía entregada se pierde y se transforma en calor. El factor de disipación es una medida de dicha pérdida, y dado que las corrientes inducidas son proporcionales a la tensión de trabajo, es muy importante que en los transformadores de alta tensión el factor de disipación sea lo más bajo posible

3. Principales Especificaciones

IEC 296	Clases I, II, y IA, IIA
VDE 0370	Clases A y B
IRAM 2026	Clases A, B y C Tipos I y II

En general las clasificaciones tienen en cuenta la viscosidad, características eléctricas y el empleo de inhibidores de oxidación.

4. Productos la línea Shell .

Shell Electro A, Shell Electro AX

Aceites de baja viscosidad elaborados con básicos especialmente refinados de modo de impartirles excelentes propiedades dieléctricas y elevada resistencia a la oxidación.

Shell Electro AX es la versión con inhibidor de oxidación. Cumplen con las especificaciones IEC 296, Clases I, II y IA, IIA.



TRANSMISIONES AUTOMOTRICES

Las transmisiones automotrices están construídas por un conjunto de mecanismos que transmiten la potencia desarrollada por el motor a las ruedas en una forma adecuada al régimen de marcha del vehículo.

Los elementos principales de la transmisión, son el embrague que permite acoplar y desacoplar en forma suave y progresiva al motor, la caja de velocidades que permite seleccionar distintas relaciones de transmisión entre la velocidad del motor y la del vehículo e invertir el sentido de marcha, y el diferencial que distribuye la potencia a las ruedas motrices.

1. Lubricantes para transmisiones manuales

Por lo general el embrague consta de una placa recubierta de material antifricción que está acoplada al eje de entrada de la caja de velocidades. En la caja a su vez hay una serie de ejes en los que están montados pares de engranajes de distintos diámetros que entran en contacto según la selección efectuada con la palanca de cambios. A cada par de engranajes le corresponde una cierta relación de transmisión o marcha. El diferencial, puede estar ubicado en el eje delantero, en el trasero, en ambos (doble tracción) o bien formando un conjunto con la caja de velocidades lo cual se conoce como caja puente, y básicamente está compuesto por un mecanismo de engranajes (satélites y planetarios).

Vemos pues que los distintos elementos mencionados (excepto por el embrague y que prácticamente no requiere lubricación) tienen al engranaje como elemento principal en común y por lo tanto los aceites empleados deben lubricar y refrigerar las superficies de sus dientes. De modo que, la viscosidad del aceite es la propiedad más importante a los efectos de disminuir la fricción y prevenir el desgaste.

Sin embargo pueden presentarse condiciones de trabajo, como ser la combinación de altas cargas y bajas velocidades, que dificultan la formación y el mantenimiento de la película lubricante. En estos casos y de acuerdo a la severidad del servicio, se requiere que el lubricante tenga incorporados en su formulación compuestos antidesgaste o extrema presión (EP) capaces de generar una película más resistente.

Por otra parte, para asegurar el correcto funcionamiento de los distintos mecanismos, será necesario que el aceite pueda además proteger a las superficies metálicas de la corrosión y el herrumbre, e impedir que se forme excesiva espuma por batido.

2. Clasificaciones Internacionales

Para poder seleccionar el lubricante adecuado, los aceites para transmisiones manuales se identifican en base a dos clasificaciones que definen sus propiedades.

La clasificación desarrollada por la Sociedad Americana de Ingenieros Automotrices (SAE), en forma similar a la descripta para aceites de motor, consta de una serie de grados basados en la medición de la viscosidad a temperaturas preestablecidas. Las denominaciones de los números SAE de cada grado se eligieron en forma deliberada de



modo que sean completamente distintos de los grados de motor para reducir la posibilidad de error en la aplicación de los lubricantes. Los grados de verano son 90, 140 y 250, mientras que los de invierno se denominan 75W, 80W y 85W.

La clasificación desarrollada por el Instituto Americano del Petróleo se basa en la severidad del servicio y de acuerdo al grado de protección antidesgaste requerido se han definido seis categorías denominadas en forma sucesiva:

GL-1, GL-2, GL-3, GL-4, GL-5 y GL-6.

3. Requerimientos de lubricación

Las cajas de velocidades pueden estar lubricadas con aceites de cárter de motor o bien con aceites Extrema Presión (EP) como los empleados en los diferenciales, de acuerdo a las condiciones de carga y velocidad.

Los diferenciales convencionales, por lo general tienen dentados hipoidales en los que se generan altas presiones de contacto y elevados deslizamientos. Para evitar problemas de desgaste y eventualmente de rotura de los dientes, sólo se emplean aceites con aditivos EP correspondientes a la clasificación API GL-5. Los grados de viscosidad usuales son el 80W-90 y el 85W-140. Los diferenciales autoblocantes requieren el empleo de lubricantes especiales a fin de evitar el patinado y tironeo de los discos de fricción que acoplan las ruedas a los planetarios.

Finalmente, en lo que respecta a las cajas puente, la selección depende básicamente del dentado del conjunto diferencial que puede ser hipoidal, cónico o cilíndrico. Por lo general se emplean lubricantes extrema presión correspondientes a las clasificaciones API GL-4 y API GL-5 y si bien puede decirse que la mayoría de los vehículos utilizan un grado de viscosidad 80W-90, la tendencia es emplear aceites de menores viscosidades.

4. Lubricantes de la línea Shell

SF 5288

Aceite Extrema Presión SAE 75W-80W Especialmente desarrollado para cajas puente empleadas en la tracción delantera de automóviles Peugeot y Citroën. Cumple con especificaciones API GL5 entre otras.

Spirax GX 80W

Aceite Extrema Presión monogrado SAE 80W. Para cajas de velocidades manuales del tipo ZF empleadas en vehículos comerciales (Mercedes Benz, Volvo) y cajas puente de automóviles que requieran aceites de sus características (Fiat, Ford, VW, etc.). Cumple con especificaciones API GL4 entre otras. No deben utilizarse en diferenciales de puentes traseros.

Spirax AX 80W- 90, 85W-140



Aceites Extrema presión multigrado para diferenciales hipoidales convencionales de puentes traseros. También para algunas cajas de velocidades y de dirección mecánicas. Cumple con especificaciones API GL5 entre otras.

Spirax ALS 80W- 90, 85W-140

Aceites Extrema presión multigrado para diferenciales hipoidales autoblocantes de puentes traseros. Cumple con especificaciones API GL5 entre otras.

Spirax STF

Lubricante sintético SAE 75W-90 para cajas de velocidades sincronizadas y cajas puente. Cumple con especificaciones API GL3 y GL4 entre otras.

Transmisión 90, Transmisión 140

Aceites minerales puros. Cumple con especificación API GL1

5. Lubricantes para transmisiones automáticas

Las transmisiones automáticas constan básicamente de un embrague hidráulico, es decir un conjunto bomba-turbina, una caja de velocidades compuesta por trenes de engranajes que se bloquean mediante frenos y se acoplan mediante paquetes de discos de fricción y una serie de mecanismos auxiliares que operan los cambios de marcha en el momento preciso.

Todos estos mecanismos se encuentran reunidos en una caja y a fin de asegurar su correcto funcionamiento el aceite debe lubricar refrigerar proteger a los distintos elementos en cuestión no obstante en este caso particular el aceite es además el elemento que transmite la energía, y es muy importante que su viscosidad sea lo más baja posible (mejora la eficiencia de la transmisión) y que esta no varíe sensiblemente con la temperatura. Además se requieran ciertas propiedades friccionales especiales para evitar que los embragues y frenos que acoplan y bloquean las marchas no patinen.

Existen distintas normas y especificaciones que permiten evaluar la performance de los lubricantes de acuerdo al diseño de la transmisión, siendo las más importantes:

Dexron (GM), Allison C3 y C4, Caterpillar TO-2 y TO-4, Mercon (Ford).

6. Productos de la línea Shell

Donax TX

Fluido de alta calidad elaborado con bases sintéticas y aditivos que le confieren características friccionales especiales, propiedades antidesgaste, anticorrosivas y antiherrumbre. Cumple con especificaciones General Motors Dexron II, Ford Mercon y Allison C4 entre otras.

Donax TM



Aceite mineral de baja viscosidad (SAE 10W-20) con aditivos especiales para transmisiones automáticas y convertidores de cupla, sistemas hidráulicos, direcciones servoasistidas y cajas de velocidades manuales de algunos vehículos comerciales.
Cumple con especificaciones General Motors Tipo A sufijo A y Allison C4 entre otras.



TRATAMIENTOS TÉRMICOS

Los tratamientos térmicos engloban una serie de procesos (ciclos calentamiento-enfriamiento) destinados a modificar la estructura cristalina de una aleación (obtenida por fusión) para conferirle las características mas adecuadas para una cierta aplicación.

Así por ejemplo, el templado, se emplea para aumentar la dureza de los aceros y consiste en calentar una pieza hasta aproximadamente una temperatura de 900°C y luego enfriarla rápidamente, sumergiéndola en un medio refrigerante. A fin de reducir las tensiones internas que un enfriamiento rápido puede producir, usualmente se complementa con un revenido que consiste en sumergir la pieza templada, durante un tiempo, en un baño a una temperatura inferior a 300°C.

Los aceites minerales se emplean frecuentemente en estos tratamientos ya que en el templado no producen un enfriamiento tan enérgico como las soluciones acuosas (con el peligro de distorsiones y fisuras) y en el revenido facilitan un calentamiento más parejo. Además en ambos casos brindan una cierta protección a la pieza de los procesos de oxidación.

1. Aceite para templado

Por lo general se emplean aceites. minerales altamente refinados con buena resistencia a la oxidación, de alto punto de inflamación y baja viscosidad para tener una buena transferencia de calor por convección, como ser Shell Thermia B.

2. Aceites para revenido

Por lo general se emplean aceites minerales altamente refinados, con buena resistencia a la oxidación, alto punto de inflamación pero de alta viscosidad, como ser el Shell Valvata 460.



TURBINAS

Las turbinas son máquinas que convierten la energía dinámica de un fluido (vapor, agua, gas) en trabajo mecánico y se emplean ya sea para propulsión, accionamiento de maquinarias o bien generación de electricidad.

1. Funciones del lubricante

El sistema de lubricación es básicamente un circuito cerrado que incluye una bomba un enfriador y un purificador en el cual el lubricante debe:

- a) Lubricar: los cojinetes y eventualmente los engranajes de reductores de velocidad.
- b) Refrigerar: los cojinetes y engranajes
- c) Sellar: gases (vapor, etc.)
- d) Transmitir señales de control
- e) Proteger todo el sistema contra herrumbre y corrosión

2. Propiedades

Si bien los requerimientos de lubricación son en principio sencillos, las propiedades del lubricante deben permanecer inalteradas a lo largo de miles de horas de servicio continuo a pesar de que el aceite pueda estar expuesto a altas temperaturas y distintos agentes contaminantes. Para turbinas de vapor (y en general por extensión para los otros tipos) se requieren:

- a) Viscosidad adecuada: Debido a las elevadas velocidades desarrolladas, en los cojinetes se requiere una viscosidad relativamente baja para minimizar las pérdidas por fricción. Por eso en unidades de mando directo un grado ISO 32 o 46 es suficiente. En caso de tener que lubricar engranajes se adoptan viscosidades mayores.
- b) Resistencia a la oxidación: Con temperaturas del orden de 600°C para vapor, la temperatura del eje (y del aceite en los cojinetes) puede alcanzar 300°C de modo que el aceite está sometido a severas condiciones de oxidación, lo cual se ve agravado por el efecto catalítico de algunos metales.
- c) Prevención del herrumbre: La contaminación de aceite con agua debido a pérdidas por retenes o condensación en el tanque de alimentación es la principal causa de formación de herrumbre. Las partículas de herrumbre son abrasivas y pueden producir un desgaste anormal en los cojinetes e interferir con la operación del regulador de velocidad.
- d) Demulsibilidad: Es importante que el agua se separe rápidamente del aceite en la centrífuga o tanque de decantación. De otro modo, dado las elevadas temperaturas es fácil que se formen emulsiones.
- e) Baja tendencia á la formación de espuma: En todo sistema dinámico es usual que se incorpore aire al aceite por batido. De modo que es muy importante que el aceite tenga una alta resistencia a la formación de espuma y libere rápidamente el aire ocluido.



3. Productos de la línea Shell

Turbo 32, 46, 68

Aceites altamente refinados con excelente separación de agua y aditivos antioxidantes y anticorrosivos. Indicados para turbinas de vapor, hidráulicas y gas. También en turbocompresores, bombas de vacío y lubricación general dónde sean indispensables las características mencionadas.