

TEMA I. Motores empleados en los buques, partes principales, funcionamiento, averías y mantenimiento

1.1. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS.....	3
1.2. PARTES PRINCIPALES DE LOS MCIA.....	3
1.2.1. Partes móviles de los MCIA.....	4
1.2.2. Partes fijas de los MCIA.....	7
1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MCIA.....	10
1.3.1. Motores según el modo de inflamar el combustible.....	10
1.3.2. Motores según el número de tiempos.....	11
1.3.3. Motores según su instalación en el casco.....	11
1.4. CICLOS DE TRABAJO DE LOS MCIA.....	12
1.4.1. Ciclo del motor de explosión de dos tiempos.....	12
1.4.2. Ciclo del motor de explosión de cuatro tiempos.....	14
1.4.3. Ciclo del motor diésel de cuatro tiempos.....	15
1.4.4. Consideraciones del ciclo real de cuatro tiempos.....	16
1.5. SISTEMAS AUXILIARES DE LOS MCIA.....	17
1.5.1. Sistema de alimentación diésel.....	17
1.5.2. Sistema de alimentación de gasolina.....	21
1.5.3. Sistema de lubricación.....	21
1.5.4. Sistema de refrigeración.....	22
1.5.5. Sistema de arranque.....	28
1.5.6. Sistema de renovación de la carga.....	31

1.5.7. Sistema de escape.....	32
1.5.8. Sistema de cambio de la marcha.....	34
1.5.10. Sistema de propulsión.....	35
1.6. MANTENIMIENTO DE LOS MCIA.....	36
1.6.1. Herramientas a bordo.....	37
1.6.2. Operaciones de mecanizado básicas.....	39
1.6.3. Mantenimiento preventivo básico de los mcia.....	41
1.7. AVERÍAS MÁS COMUNES.....	43
1.7.1. Averías relacionadas con el sistema de alimentación de combustible.....	44
1.7.2. Averías relacionadas con el sistema de lubricación.....	44
1.7.3. Averías relacionadas con el sistema de refrigeración.....	45
1.7.4. Averías relacionadas con el sistema de arranque.....	45
1.7.5. Averías relacionadas con el sistema de renovación de la carga.....	46
1.7.6. Averías relacionadas con el sistema de propulsión.....	46

1.1. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA ALTERNATIVOS

Los motores normalmente empleados en la propulsión o generación de energía eléctrica a bordo de los buques pesqueros son los denominados **motores de combustión interna alternativos (MCIA)**. Estos motores se denominan así porque generan trabajo a partir de una **combustión** que tiene lugar en el interior de un cilindro. Luego, esta energía térmica procedente de un combustible se transforma en **energía mecánica**, en el movimiento **alternativo** de un pistón. Posteriormente este movimiento alternativo se convierte en **rotativo** gracias a un sistema biela-manivela. El movimiento rotativo finalmente se aprovecha para la propulsión o generación de la corriente eléctrica, es decir, que estos motores transforman la **energía térmica** del combustible en **energía mecánica**.

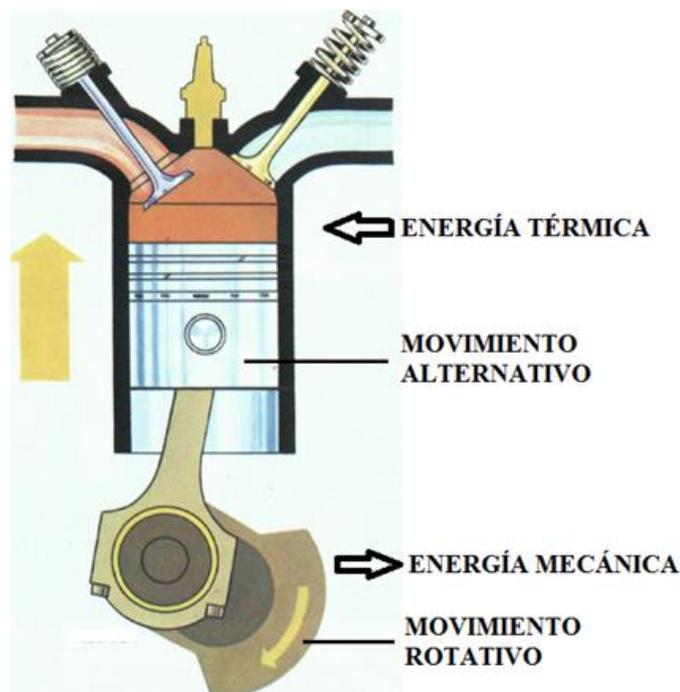


Figura 1.1. Transformación energética en un mcia.

1.2. PARTES PRINCIPALES DE LOS MCIA

Los mcia están formados por numerosas piezas que poseen una función determinada, algunas de ellas son móviles y otras son fijas.

A continuación se van a detallar los elementos más importantes que constituyen los mcia y en particular la de los **motores interiores**, que son los más utilizados en las embarcaciones de pesca. Más adelante se harán algunas observaciones sobre otro tipo de motores, como los **fuerabordas**.

1.2.1. Partes móviles de los MCIA

Las partes móviles aprovechan la energía térmica de la combustión y la transmiten, transformándose en energía mecánica útil. Los elementos móviles más importantes son siguientes:

Pistón: se trata de una pieza cilíndrica que se desplaza de forma lineal y alternativamente por el interior del cilindro. Durante este desplazamiento se alcanzan dos puntos extremos llamados **puntos muertos**, el más cercano a la culata se denomina punto muerto superior (PMS) y el más distante punto muerto inferior (PMI). El recorrido del pistón desde un punto muerto al otro se denomina **carrera**.

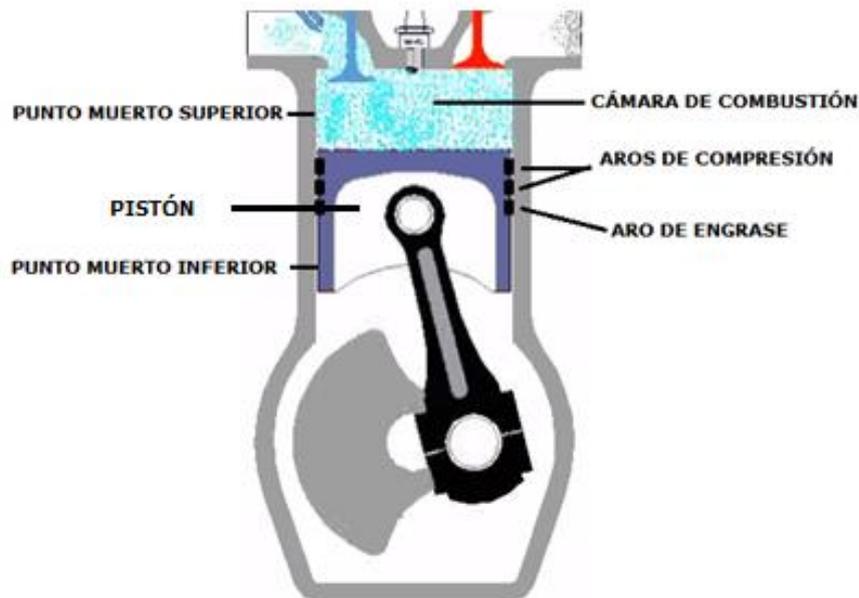


Figura 1.2. Corte transversal de un mcia.

El pistón tiene unas ranuras o **cajeras** en cuyo interior se encuentran los **aros o segmentos**, que son unos anillos abiertos y flexibles. La misión de estos aros es hermetizar la **cámara de combustión** y engrasar el cilindro. Los aros más cercanos a la cámara de combustión se denominan **aros de compresión** y el más alejado, **aro de engrase**. De los aros de compresión, el más cercano a la **cámara de combustión** se denomina **aro de fuego**.

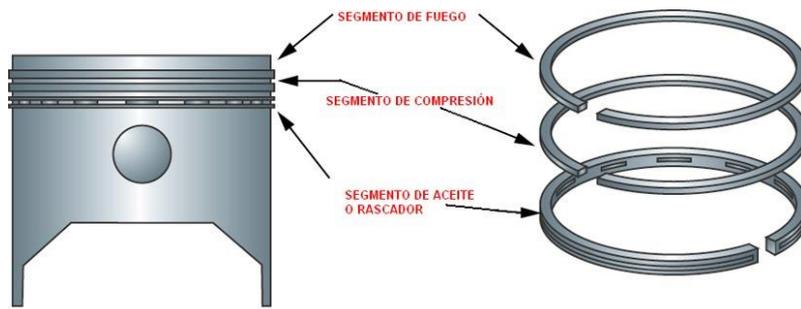


Figura 1.3. Segmentos de un pistón.

Biela: es el elemento que une el pistón al cigüeñal y transforma el movimiento alternativo del pistón en rotativo del **cigüeñal**. La parte de la biela que se une al pistón es el **pie de biela** y la parte que se une al cigüeñal, **cabeza de biela**.



Figura 1.4. Biela.

Cigüeñal: es un eje con uno o más codos que recibe el movimiento del pistón a través de la biela.



Figura 1.5. Cigüeñal.

Eje de levas o de camones: es un eje compuesto por una serie de levas o de camones que se encarga de dar la orden de apertura o cierre de las **válvulas de admisión y escape**, de los motores de cuatro tiempos. Este eje puede encontrarse **en culata** y presionar directamente las válvulas o encontrarse **en el bloque** y accionar las válvulas mediante una transmisión. En cualquier caso este eje recibe el movimiento desde el cigüeñal mediante la correa, cadena o engranajes de la **distribución**.

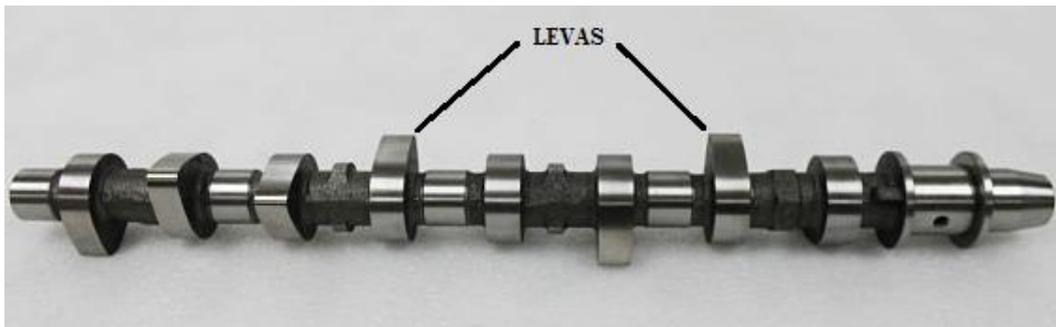


Figura 1.6. Eje de levas.

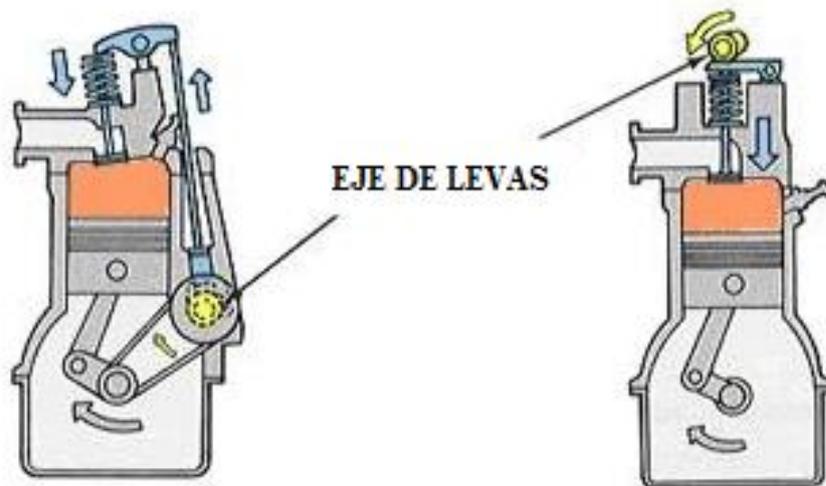


Figura 1.7. Diferentes posiciones del eje de levas.

Volante de inercia: Es una pieza pesada con forma de disco y que se encuentra unido al cigüeñal. Sirve para acumular energía cinética y devolverla cuando el motor la necesita, regulando la velocidad de éste. También sirve, mediante una corona dentada, para engranar con el motor de arranque en los motores de pequeña y mediana potencia y permitir la puesta en marcha.



Figura 1.8. Volante de inercia.

1.2.2. Partes fijas de los MCIA

Las partes fijas dan sujeción y alojamiento a los elementos móviles del motor. Las más importantes se ven a continuación.

Bloque: o bloque de cilindros, es la estructura que aloja los cilindros.

Bancada: es la parte del motor que sujeta al cigüeñal. En los motores de pequeña potencia la bancada y el bloque suelen formar una única pieza mientras que en los motores de mediana y gran potencia, son dos piezas separadas.

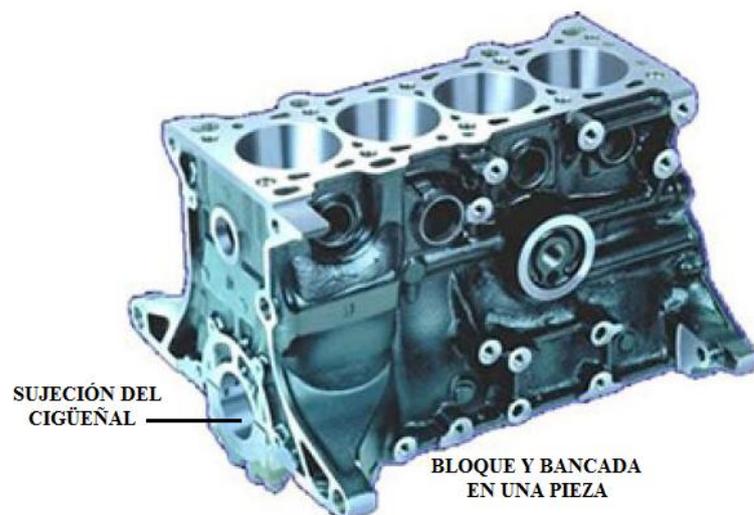


Figura 1.9. Bancada en bloque.

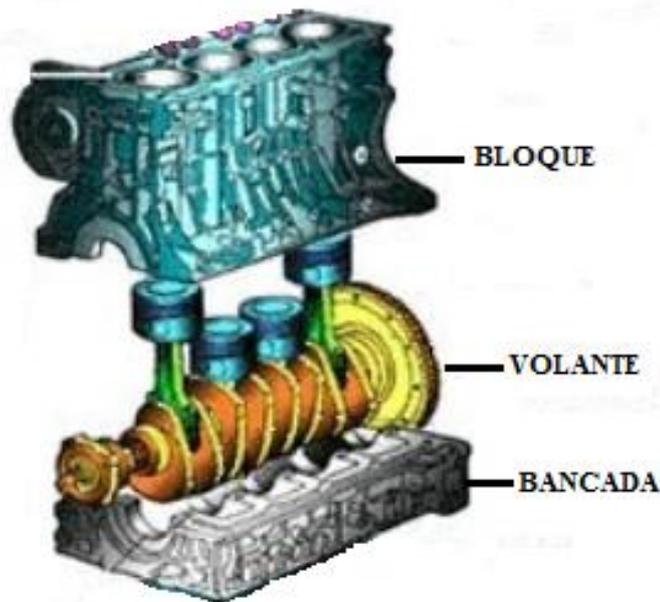


Figura 1.10. Bancada separada del bloque.

Camisa: los cilindros se encuentran en el bloque y pueden estar labrados en él o estar constituido por una pieza postiza y recambiable llamada **camisa**. Si la camisa está en contacto con el bloque, se denomina **camisa seca** y si está en contacto con el agua de refrigeración, **camisa húmeda**.

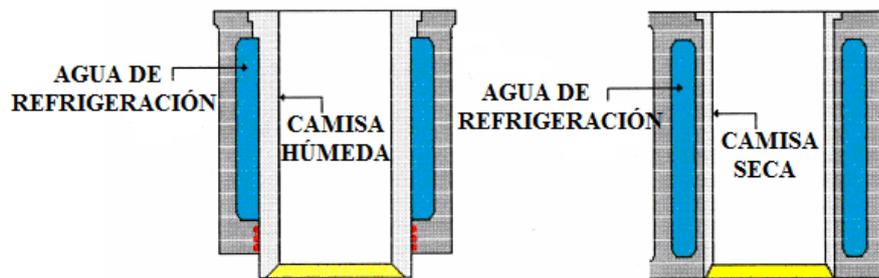


Figura 1.11. Camisa seca y camisa húmeda.

Culata: la culata es un componente muy resistente que cierra los cilindros, con una **junta** apropiada, para evitar fugas de compresión de la cámara de combustión o evitar pérdida de refrigerante. La culata se encuentra fuertemente atornillada al bloque y en ella se pueden encontrar las válvulas de admisión y escape, cuando el motor es de cuatro tiempos, además de otros elementos como el **inyector** o la **bujía**.

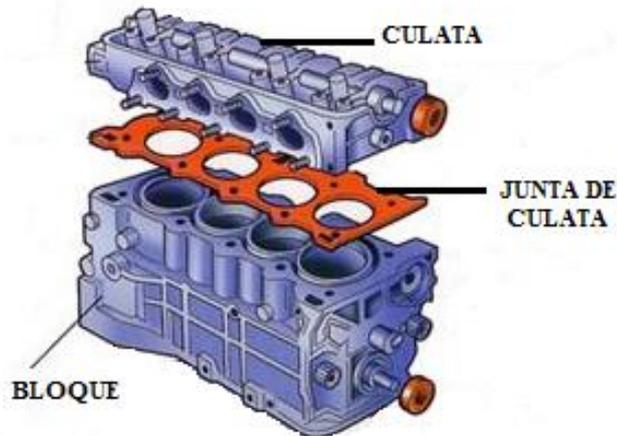


Figura 1.12. Culata y junta de culata.

Cárter: el cárter en sí no es una pieza, es un espacio donde se encuentra alojado el cigüeñal y donde se almacena el aceite de lubricación de los motores de cuatro tiempos. El cárter lo forma la bancada y la **tapa de cárter**.

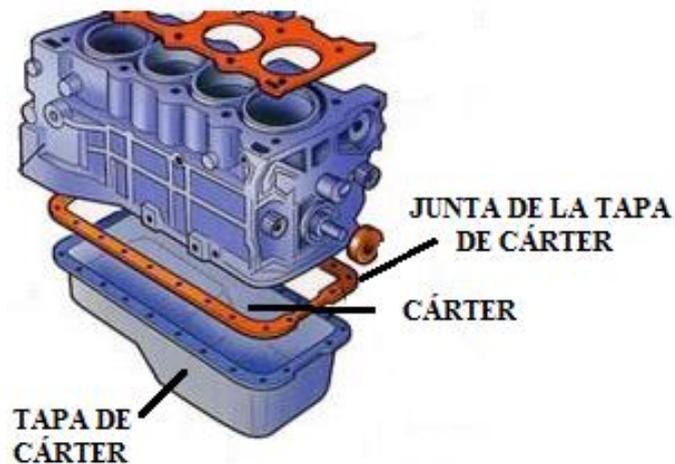


Figura 1.13. Tapa de cárter y junta.

Polín: es una pieza donde descansa el motor, suele formar parte de la estructura del casco o encontrarse afianzada a las cuadernas. En cualquier caso es un elemento robusto que debe de soportar los esfuerzos que se derivan del funcionamiento del motor. Para evitar que se transmitan vibraciones desde el motor hacia el casco del barco, se montan unas piezas intermedias flexibles y amortiguadoras que se denominan **silentblocks**.

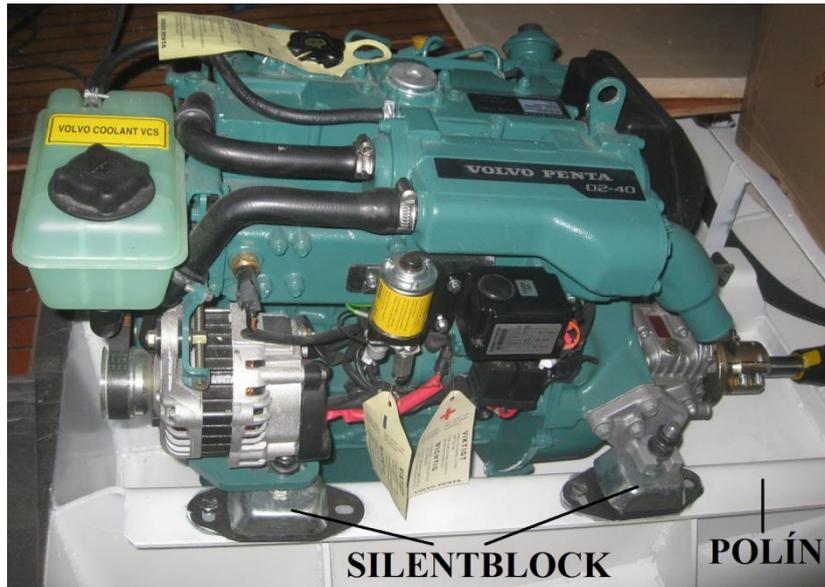


Figura 1.14. Polín y silentblocks.

1.3. CLASIFICACIÓN DE LOS MCIA

Los motores de combustión interna alternativos, en general funcionan de forma similar, es decir, un combustible se quema y la energía que desarrolla mueve un pistón de manera alternativa y luego este movimiento se aprovecha para mover el cigüeñal de manera rotativa. Pero no todos emplean el mismo combustible y se inflama de la misma forma, además el **ciclo de trabajo** puede ser diferente de unos a otro y la instalación de dicho motor a bordo también puede variar.

1.3.1. Motores según el modo de inflamar el combustible

Motores de explosión: son motores que emplean un combustible cuya inflamación se produce mediante una **chispa** que se produce en la bujía. El combustible utilizado suele ser la **gasolina**.

Este tipo de motores no son muy usados en las embarcaciones de pesca y se limitan a pequeñas embarcaciones donde el empleo de motores fuerabordas resulta más práctico.

Motores diésel: estos motores utilizan un combustible capaz de inflamarse por la **compresión** y la alta temperatura obtenida en el interior del cilindro. Estos motores son los más extendidos en las

embarcaciones pesqueras y el combustible empleado para motores de pequeña y mediana potencia es el **gasoil**.

1.3.2. Motores según el número de tiempos

Los mcia pueden realizar su ciclo de trabajo en dos o cuatro carreras del pistón, recibiendo entonces el nombre de motores de **dos** o **cuatro tiempos**. Se entiende como **ciclo de trabajo** las fases que se realizan en el interior del cilindro para desarrollar la combustión y obtener trabajo, repitiéndose una y otra vez durante el funcionamiento del motor.

1.3.3. Motores según su instalación en el casco

Los motores que se emplean en la propulsión de las embarcaciones pesqueras suelen tener dos configuraciones de montaje a bordo, instalación **interior** e instalación **fueraborda**, siendo la más extendida el empleo de motores interiores.

Motor interior: el motor se encuentra por debajo de la cubierta y la transmisión propulsora sale al exterior a través de un orificio practicado en el casco, el más extendido es el motor interior con eje propulsor, encontrándose éste por debajo de la línea de flotación en mayor o menor medida. Normalmente se tratan de motores diésel de cuatro tiempos por tener un consumo más económico. Este tipo de motores abarca toda la gama de potencias.

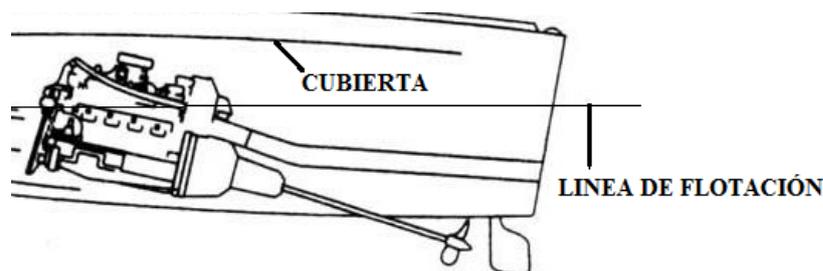


Figura 1.15. Motor interior.

Motor fueraborda: en este caso el motor y el eje propulsor se encuentran en el exterior del casco, formando una unidad compacta y normalmente afianzado al espejo de popa. Habitualmente se tratan de motores de explosión de dos o cuatro tiempos aunque en mucha menor medida se pueden encontrar el empleo de motores fuerabordas diésel de cuatro tiempos. Los motores fuerabordas se pueden encontrar en embarcaciones de pequeña eslora y su mayor consumo se compensa con

ser fáciles de desmontar en caso de necesidad y no tener que practicar agujero al casco. Para la pesca se suelen emplear en la gama de pequeñas potencias, aunque estos motores pueden alcanzar más de 300 caballos en la náutica recreativa.



Figura 1.16. Motor fueraborda.

1.4. CICLOS DE TRABAJO DE LOS MCIA

Todos los mcia se caracterizan básicamente en introducir aire y combustible en el interior del cilindro, comprimir la mezcla, inflamarla y eliminar los gases de la combustión con el objetivo de obtener trabajo. Estas fases se van desarrollando cíclicamente durante el funcionamiento del motor. Sin embargo este funcionamiento cíclico o **ciclo de trabajo** no se realiza de la misma manera en todos los motores.

A continuación se detallan los ciclos de funcionamiento de los motores empleados en las embarcaciones de pesca de pequeño tonelaje.

1.4.1. Ciclo del motor de explosión de dos tiempos

Este ciclo de funcionamiento se encuentra en motores fuerabordas. Habría que distinguir entre los motores con **carburador** y los motores con **inyección directa** de combustible. Los primeros se han dejado de fabricar por sus efectos contaminantes y altos consumos, aunque se siguen utilizando y los segundos mejoran mucho las emisiones contaminantes.

Ciclo del motor de dos tiempos con carburador: este tipo de motor no se comercializa pero sigue utilizándose si ya se hallaba instalado antes del cambio de la normativa anticontaminante.

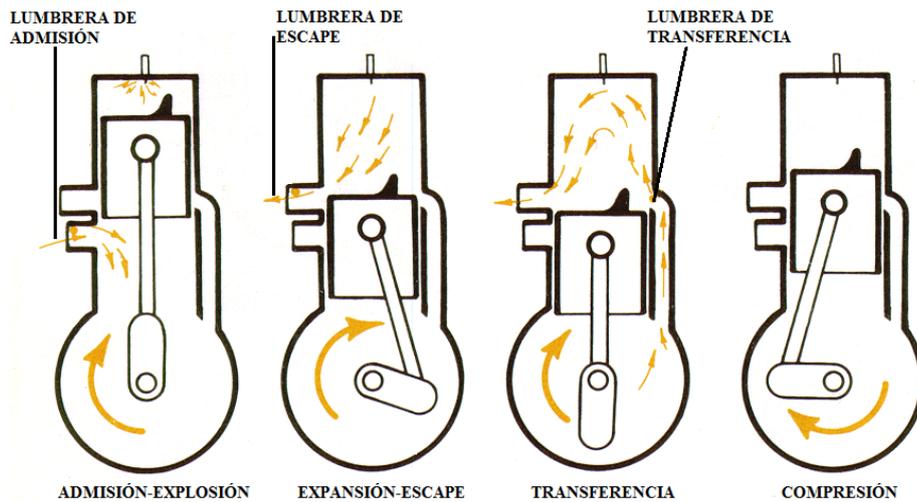


Figura 1.17. Ciclo de trabajo del motor de explosión de dos tiempos.

Durante el **primer tiempo**, en la carrera ascendente, el pistón comprime la mezcla formada por aire, gasolina y aceite por su parte superior, aparece la chispa en la bujía y se produce la explosión. A la vez, en la parte inferior, se produce la admisión gracias a una depresión en el cárter que hace que entre mezcla nueva de aire, gasolina y aceite por la **lumbrera de admisión**.

En el **segundo tiempo**, durante la carrera descendente, se produce la expansión de los gases inflamados y el pistón descubre la **lumbrera de escape**, facilitando la evacuación de éstos. Al mismo tiempo se produce una compresión en el cárter que permite que la mezcla suba hacia el cilindro cuando la **lumbrera de transferencia** se descubre. Esta nueva mezcla realiza un barrido facilitando la eliminación de los gases de escape resultantes de la combustión.

Luego el pistón comienza a subir, se cierra la lumbrera de transferencia, la lumbrera de escape y comienza de nuevo la compresión.

Este ciclo se realiza en **dos carreras** y **una vuelta de cigüeñal**.

Ciclo del motor de dos tiempos con inyección directa de combustible: estos motores se siguen comercializando y aportan una disminución de las emisiones contaminantes y ahorro de combustible con respecto a los de dos tiempos con carburador.

Existen diversos sistemas de inyección directa pero todos se fundamentan en que el combustible entra en el cilindro a través de un inyector durante la carrera ascendente, una vez que la lumbrera de escape está cerrada, evitando así el barrido de los gases de escape con mezcla y consecuentemente la posibilidad de perder combustible sin quemar hacia el exterior.

1.4.2. Ciclo del motor de explosión de cuatro tiempos

Los motores que funcionan realizando este ciclo se pueden encontrar en fuerabordas y en unidades interiores, aunque estos últimos son rara vez empleados en embarcaciones pesqueras. Los motores de cuatro tiempos emplean para realizar la admisión y el escape válvulas, que son elementos que se abren y se cierran gracias al eje de levas, que está perfectamente coordinado con el movimiento de los pistones y por lo tanto con el cigüeñal. El ciclo de este tipo de motores sería como sigue:

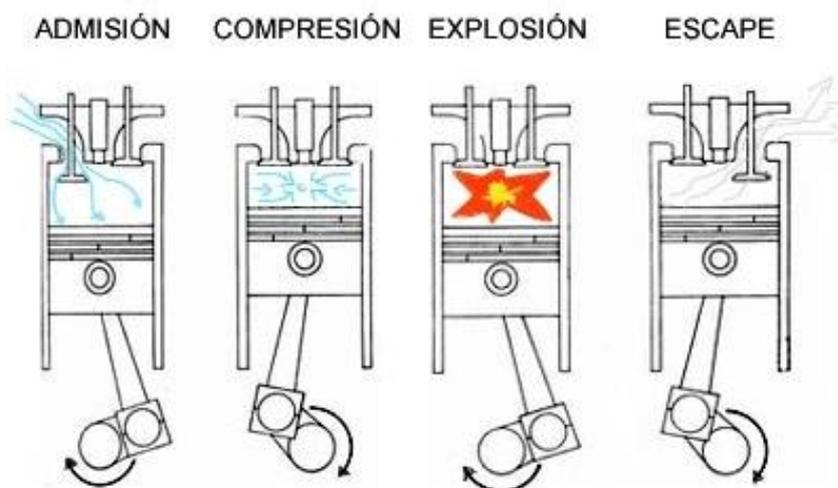


Figura 1.18. Ciclo de trabajo del motor de explosión de cuatro tiempos.

El **primer tiempo** o de **admisión** tiene lugar cuando el pistón se desplaza desde el punto muerto superior hasta el inferior con la válvula de admisión abierta, introduciendo **aire y combustible**.

En el **segundo tiempo** o de **compresión**, el pistón se desplaza desde el punto muerto inferior al superior comprimiendo la masa de aire y combustible, con las dos válvulas cerradas.

El **tercer tiempo** o de **explosión**, en el punto muerto superior, la bujía genera la chispa y la consecuente inflamación del combustible. El pistón se desplaza hasta el punto muerto inferior con las dos válvulas cerradas. Aquí es donde se obtiene la **carrera útil**, donde el motor aporta trabajo.

El **cuarto tiempo** o de **escape**, se realiza cuando el pistón se desplaza desde el punto muerto inferior hasta el superior con la válvula de escape abierta, permitiendo la eliminación de los gases residuales de la combustión.

Éste ciclo se realiza con **cuatro carreras** de pistón y **dos vueltas** de cigüeñal.

1.4.3. Ciclo del motor diésel de cuatro tiempos

Los motores diésel de cuatro tiempos son los normalmente empleados en la propulsión de las embarcaciones pesqueras, encontrándose en unidades interiores y rara vez en fuerabordas. Su ciclo se desarrolla de la siguiente forma:

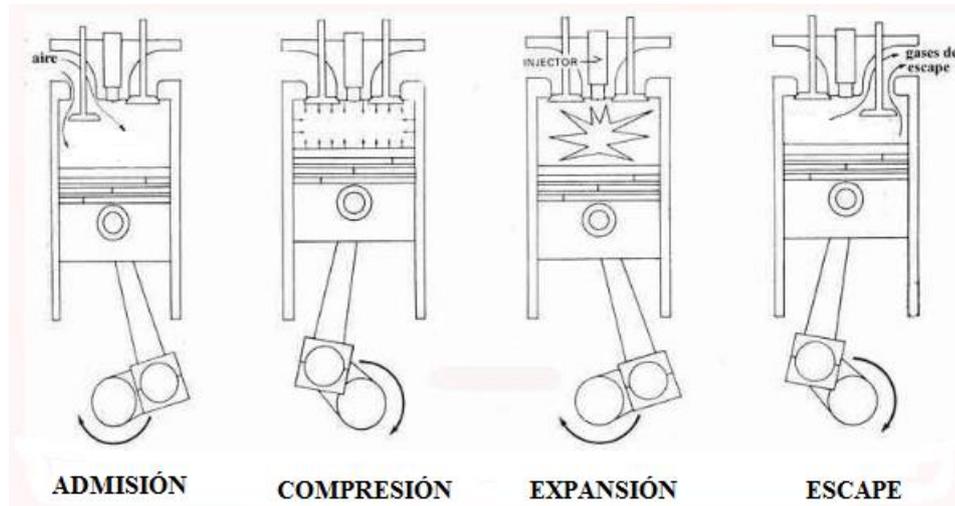


Figura 1.19. Ciclo de trabajo del motor diésel de cuatro tiempos.

Durante el **primer tiempo**, el pistón desciende con la válvula de admisión abierta por la que solamente entra **aire**.

En el **segundo tiempo** las válvulas están cerradas y el aire se comprime, mientras el pistón asciende.

En el punto muerto superior se produce la inyección de combustible y, debido a las altas temperaturas, se produce la inflamación de éste. El **tercer tiempo** tiene lugar con la expansión de los gases y el pistón desciende con las válvulas del cilindro cerradas. En este tiempo se produce la **carrera útil** del ciclo.

Finalmente, **en el cuarto tiempo**, el pistón se desplaza desde el punto muerto inferior hasta el superior, con las válvulas cerradas y permitiendo que los gases residuales salgan al exterior.

Este ciclo se desarrolla con **cuatro carreras** de pistón y **dos vueltas** de cigüeñal.

1.4.4. Consideraciones del ciclo real de cuatro tiempos

Teóricamente el ciclo de funcionamiento de los motores de cuatro tiempos se podría representar, en función de la posición del cigüeñal durante la realización del ciclo, de la siguiente manera:

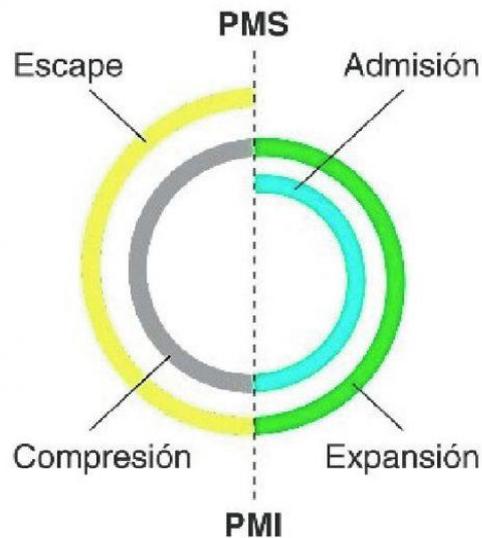


Figura 1.20. Representación de los tiempos del ciclo teórico del motor de cuatro tiempos.

En la práctica, los ciclos de cuatro tiempos, tanto de explosión como diésel, necesitan de un tiempo para la apertura y cierre de las válvulas. Por lo tanto estos movimientos no son instantáneos, esto significa que desde que una válvula comienza a abrir o a cerrar, hasta que lo consigue, el motor ha girado una serie de grados. Así que los tiempos no duran 180 grados de giro de cigüeñal o una carrera de pistón, sino que algunos se prolongan más (admisión) y otros se acortan (escape) para conseguir el máximo rendimiento del motor, obteniéndose la siguiente representación:

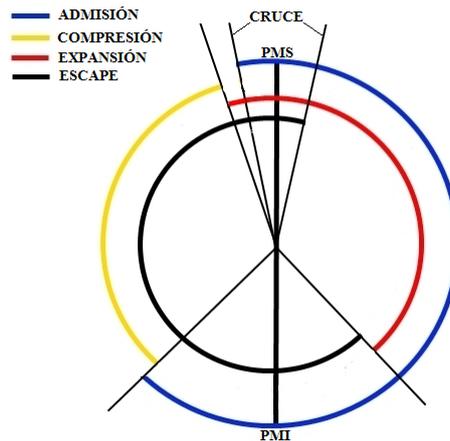


Figura 1.21. Representación de los tiempos del ciclo real del motor de cuatro tiempos.

En la figura anterior se observa que cuando en un motor de cuatro tiempos finaliza el tiempo de escape y comienza el tiempo de admisión, se tiene que producir el cierre de la válvula de escape y la apertura de la válvula de admisión en las proximidades del punto muerto superior. Según la consideración anterior, esto hace que la válvula de admisión comience a abrirse un poco antes del PMS y la válvula de escape termine de cerrarse un poco después del PMS. La consecuencia es que durante un corto espacio de tiempo las dos válvulas se encuentren abiertas, dando lugar a lo que se denomina **solape o cruce de válvulas**. Esta situación es beneficiosa para mejorar el escape y la entrada de aire fresco en el desarrollo del ciclo y mejorar el rendimiento.

1.5. SISTEMAS AUXILIARES DE LOS MCIA

Los sistemas auxiliares de los MCIA son un conjunto de dispositivos cuya función es la de mantener su correcto funcionamiento. El buen conocimiento de ellos permitirá sacar el máximo partido del motor y mantenerlo en condiciones mecánicas óptimas y de seguridad. Se analizarán los sistemas auxiliares asociados a los motores de pequeña y mediana potencia empleados en las embarcaciones de pesca.

1.5.1. Sistema de alimentación diésel

El sistema de alimentación diésel se encarga de hacer llegar el combustible al interior del cilindro en las mejores condiciones de filtrado y pulverizado para que se mezcle con el aire y se queme adecuadamente en el momento oportuno. La figura siguiente muestra el esquema de un

sistema de inyección diésel general y los elementos que se suelen encontrar.

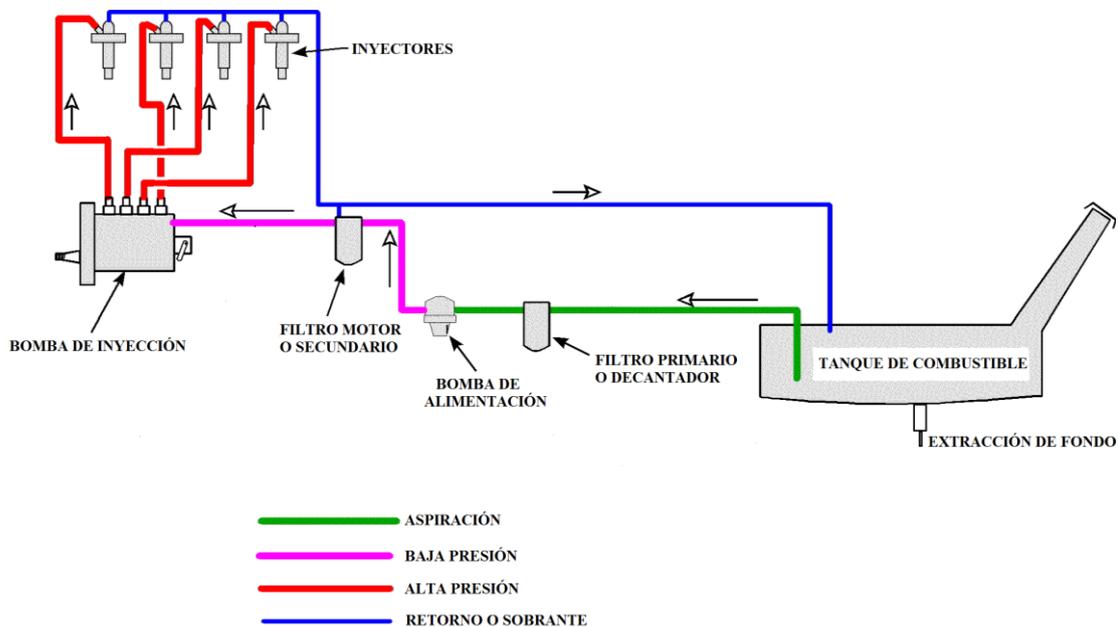


Figura 1.22. Sistema de alimentación de combustible de un motor diésel.

Tanque de combustible: es donde se almacena el gasoil. Se recomienda que este tanque disponga de una **extracción de fondo** que permita la eliminación periódica de sedimentos y el agua que se pueda acumular por condensación u otros motivos.

Filtro primario o decantador: es un filtro que permite retener las impurezas más gruesas y el agua procedentes del tanque. Suelen tener un pequeño grifo para eliminar el agua que se acumula en la parte baja. El poro filtrante de este filtro debe ser mayor que el del filtro secundario instalado en el motor, es decir, permite el paso de partículas más pequeñas que quedarán retenidas en el filtro motor. Si tuvieran el mismo poro filtrante ambos filtros, sólo trabajaría el decantador.



1.23. Filtro decantador de combustible.

Bomba de alimentación: se encarga de aspirar el combustible del tanque y acercarlo a la bomba de inyección o de alta presión. Puede ser mecánica y estar accionada por algún elemento móvil del motor o eléctrica y alimentada por la batería de arranque.



Figura 1.24. Diferentes bombas de alimentación mecánicas y eléctrica.

Filtro motor o secundario: se encarga de retener las impurezas más pequeñas que puedan llevar el combustible y dañar el sistema, sobre todo bomba de inyección e inyectores.



Figura 1.25. Filtro de gasoil secundario.

Bomba de inyección: es el dispositivo encargado de elevar la presión lo suficiente como para realizar una adecuada pulverización en el interior del cilindro mediante los inyectores. La bomba es arrastrada por el propio motor. En los motores diésel la presión de inyección oscila entre unos pocos cientos de kg/cm^2 hasta alrededor de los 2000 kg/cm^2 , en algunos motores modernos. Existen diferentes tipos de bombas de inyección, según el sistema de inyección. Por ejemplo las de la figura son del tipo **rotativa** y **en línea**, fácil de identificar por la disposición de las salidas hacia los inyectores, unas dispuestas alrededor del eje de rotación y las otras alineadas.



Figura 1.26. Bomba rotativa (izquierda) y bomba en línea (derecha).

Inyector: es el elemento encargado de pulverizar finalmente el gasoil en el interior del cilindro. Los inyectores pueden ser **mecánicos**, accionados por la presión de la bomba o **eléctricos**, gobernados por una señal eléctrica.

Los circuitos de alimentación de gasoil trabajan con un exceso de combustible en la bomba de inyección y los inyectores, que es devuelto al sistema mediante los conductos de **sobrante o retorno**.

1.5.2. Sistema de alimentación de gasolina

Los motores de explosión no son habituales en la pesca profesional, solamente en aquellas embarcaciones ligeras y en ciertos casos, podría estar justificado.

Los motores fueraborda empleados en estos casos suelen estar alimentados por un **depósito portátil**. La línea de alimentación consiste en un tubo de goma que lleva una pequeña **bomba de cebado manual** para eliminar el aire del tubo y hacer llegar el combustible al motor antes del arranque.

A continuación, y en el interior de la carcasa del motor, se encuentra la **bomba de alimentación** que mantiene una presión de gasolina constante al sistema de alimentación que puede ser mediante **carburetor** o **inyección**.



Figura 1.27. Sistema de alimentación de gasolina de un motor fueraborda.

1.5.3. Sistema de lubricación

El sistema de lubricación tiene como objetivo hacer llegar a todas las partes del motor en contacto, con movimiento relativo, una sustancia

lubricante que limite el desgaste entre ellas. Esta función la realizan los aceites lubricantes. Estos aceites, además de **lubricar**, tienen otras funciones como **refrigerar**, **proteger** contra la oxidación y **rellenar las holguras** existentes entre algunas piezas en movimiento. El aceite empleado tiene que reunir las condiciones indicadas por el fabricante. Según el motor, la lubricación se realiza de diferente manera.

Lubricación de los motores de cuatro tiempos: se realiza, en **circuito cerrado**, mediante una bomba movida por el propio motor que aspira el aceite depositado en el cárter y lo envía a **presión** a todos los puntos que se necesiten lubricar. Luego el aceite cae por gravedad de nuevo al cárter. El nivel de aceite se mide mediante una **varilla** o **sonda** marcada con el mínimo y el máximo de aceite que debe de tener el cárter.

Este sistema incluye un **filtro de aceite**, después de la bomba, que atrapa las partículas de suciedad o metálicas que se puedan generar durante el funcionamiento del motor.

El sistema de lubricación de estos motores suele incluir un **manómetro** que indica la presión de aceite y una **alarma de baja presión** de aceite, que sonará en caso de que la presión descienda por debajo de unos valores mínimos.

Lubricación de los motores de dos tiempos con carburador: en este caso el aceite de lubricación se mezcla con el combustible, ambos forman una **mezcla** que pasa por el cárter junto con el aire antes de pasar al cilindro y en este recorrido, el aceite va dejando una fina capa por todos los elementos del motor. En algunos casos el aceite se mezcla previamente con el combustible en el depósito y otras el motor lleva un depósito de aceite y mediante una bombita dosificadora el aceite se dosifica en el combustible. El aceite se quema junto con el combustible.

Lubricación de los motores de dos tiempos de inyección: es diferente al anterior, debido a que el combustible no pasa por el cárter sino que se inyecta directamente en el cilindro. Aquí el aceite no se mezcla con el combustible, se introduce directamente en el cigüeñal en la dosis que necesita.

1.5.4. Sistema de refrigeración

Los mcia, al funcionar, realizan una combustión en el interior del cilindro y aumentan rápidamente su temperatura, poniendo en peligro la integridad del propio motor. Esta temperatura se tiene que controlar y en el caso de los motores marinos se recurre a un sistema de refrigeración mediante el empleo del agua salada o algún refrigerante líquido. El objetivo del sistema de refrigeración es alcanzar la temperatura de trabajo lo antes posible y luego mantenerla. La temperatura de trabajo

suele estar entorno a los 85 grados centígrados y suele visualizarse en el termómetro o en el caso de carecer de termómetro, el motor debe de tener una alarma de alta temperatura que sonará en caso de superar un valor determinado.

Los dos sistemas de refrigeración más empleados en los motores marinos son el circuito **abierto o directo** y el **cerrado o doble**.

Circuito abierto o directo de refrigeración: emplea como refrigerante el agua de mar, que pasa por las galerías de refrigeración del interior del motor y es devuelta al mar. Este tipo de refrigeración lo emplean algunos motores interiores de pequeña potencia y los motores fuerabordas. El funcionamiento general de este sistema se puede comprender con el ejemplo siguiente que corresponde al de un motor interior:

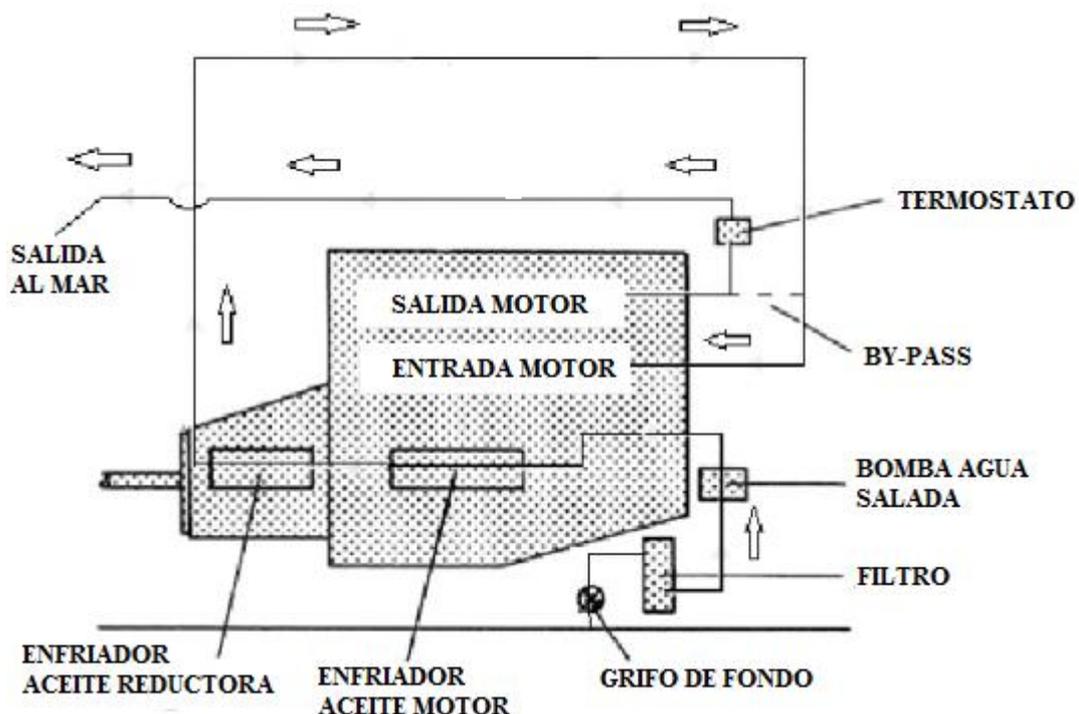


Figura 1.28. Sistema de refrigeración marino abierto o directo

El agua de mar entra a través del casco por el **grifo de fondo** y un **filtro** gracias a la aspiración de una **bomba** movida por el propio motor. La circulación de agua salada se puede aprovechar también para refrigerar otros elementos del motor como, en este caso, el intercambiador de aceite motor y el de aceite de la reductora.

Si el motor está frío, el **termostato** hace que el agua salada circule casi en su totalidad por el **by-pass** hacia el mar. En el caso de que el motor se caliente, el termostato dejará pasar cada vez más agua salada por el

motor, para mantener una temperatura constante de éste, y volverá al mar.

El **grifo o macho de fondo** es una válvula que incomunica la aspiración del mar con la instalación del barco. Esto permite hacer mantenimientos en la instalación de agua salada sin que entre agua salada, como por ejemplo la limpieza del filtro de agua salada.



Figura 1.29. Aspiración del mar y grifo de fondo.

El filtro de agua salada evita que entren partículas del mar que puedan obstruir el circuito de agua salada o dañar la bomba.



Figura 1.30. Filtro de agua salada.

El **termostato** es una válvula de tres vías que deja pasar el agua del mar hacia el motor o de vuelta al mar en función de la temperatura del

motor. Posee un elemento sensible que se dilata y actúa sobre la apertura de la válvula colocándola en una posición u otra.

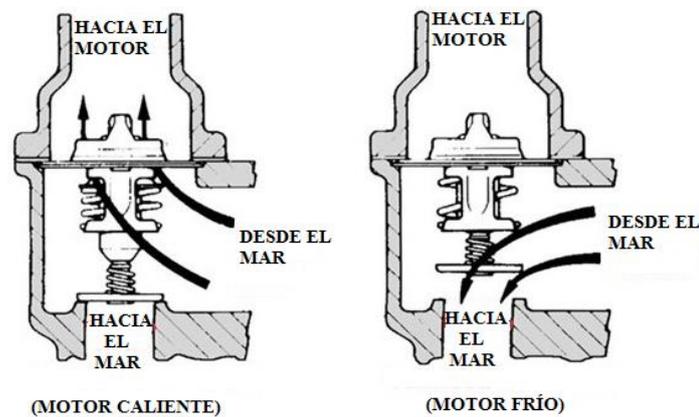


Figura 1.31. Funcionamiento del termostato.

La **bomba de agua salada** suele ser de paletas de goma y accionada por el propio motor, por correa o engranaje.



1.32. Bomba de paletas de agua salada.

Circuito cerrado o doble de refrigeración: es empleado en motores marinos de cualquier potencia. Consiste en dos circuitos, uno de refrigerante que circula por el interior del motor y otro de agua salada que se emplea para enfriar el refrigerante del motor. El funcionamiento de este sistema se explica con la figura siguiente:

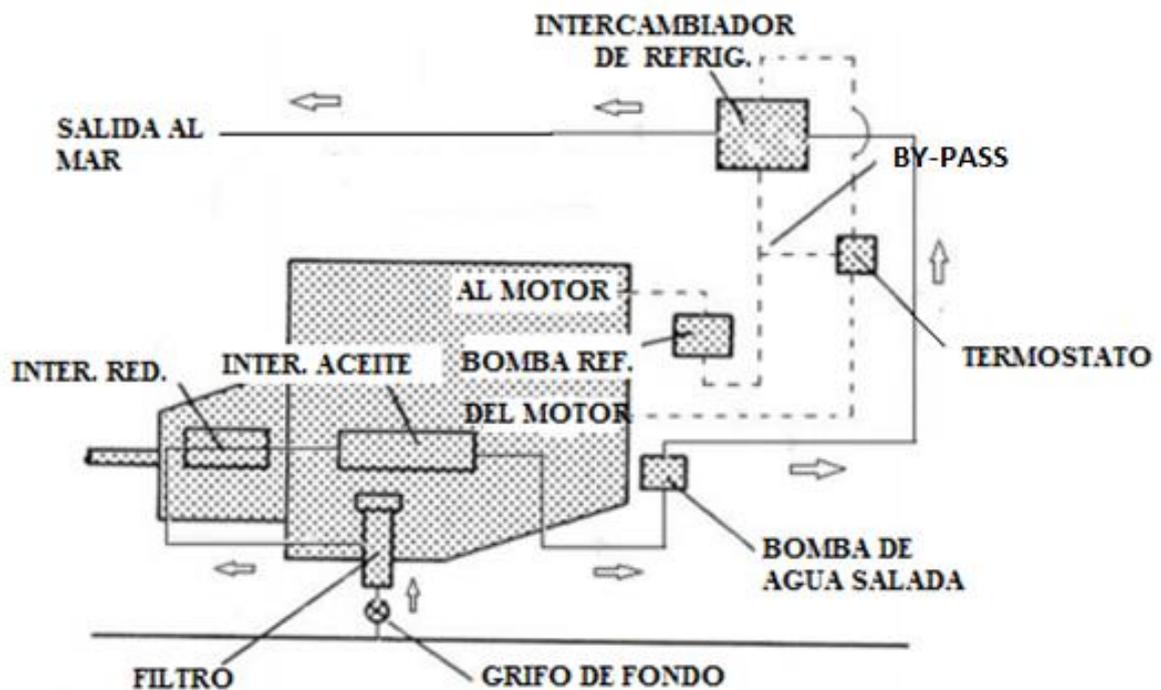


Figura 1.33. Sistema de refrigeración marino cerrado o doble.

El agua salada entra por la aspiración de fondo, pasa por el filtro, puede refrigerar algunos elementos del motor y la bomba de agua salada la impulsa hacia el intercambiador de refrigerante del motor y hacia el mar. En este caso el agua salada no pasa por el interior del motor sino que está lleno de un fluido refrigerante, constituido por agua y anticongelante, normalmente.

Los elementos que componen el circuito de agua salada son similares a los vistos en el sistema de abierto de refrigeración, exceptuando el paso por el intercambiador.

La **bomba de refrigerante** hace recircular el refrigerante en circuito cerrado. Es accionada también por el motor, normalmente mediante correas y es del tipo centrífuga, con impulsor metálico.

El refrigerante del motor es recirculado por las galerías de refrigeración mientras que el motor se encuentre frío. Una vez que se empieza a calentar, el termostato va dejando pasar refrigerante hacia el intercambiador de refrigerante y vuelve al motor, manteniendo así la temperatura adecuada.

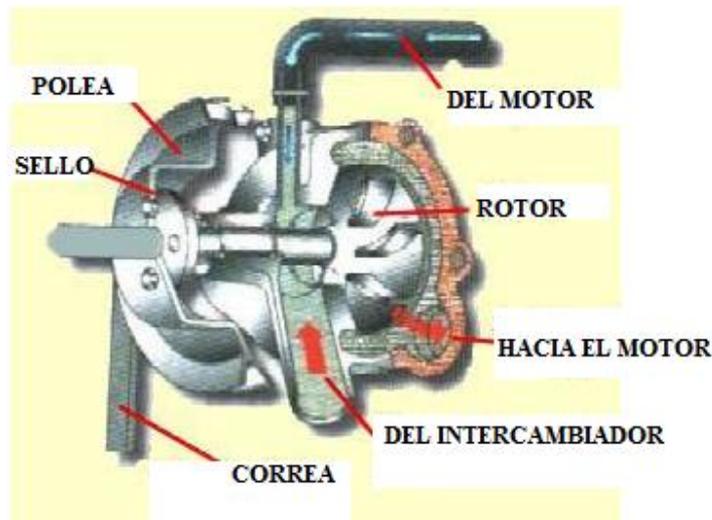


Figura 1.34. Bomba centrífuga de refrigerante.

El circuito de refrigerante tiene una capacidad determinada y para comprobarla, se puede observar en el depósito del motor o este puede incluir un **tanque de compensación** con un máximo y un mínimo.



Figura 1.35. Tanque de compensación de refrigerante.

El termostato es similar al visto anteriormente, con la diferencia de que regula la cantidad de agua que pasa por el intercambiador o se recircula por el motor.

El intercambiador de refrigerante es un elemento que pone en contacto el agua salada (fría) con el refrigerante (caliente), sin que se mezclen. El más empleado es el intercambiador tubular, que consiste en un haz de tubos por el interior de los cuales circula el agua salada y por el exterior el refrigerante.

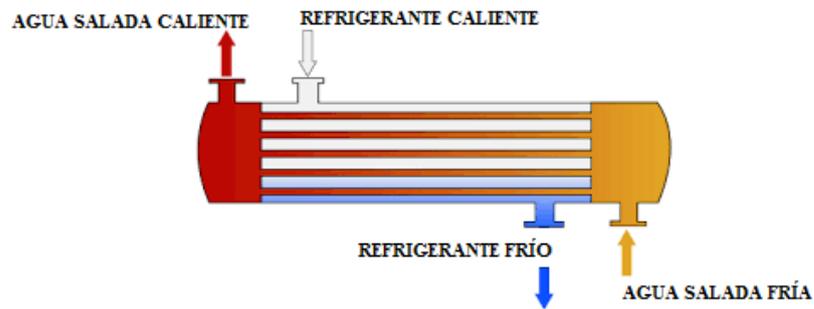


Figura 1.36. Intercambiador tubular de refrigerante.

El circuito de agua salada suele incorporar unos **ánodos de sacrificio** para protegerlo contra la corrosión. Estos ánodos son unas piezas de zinc que normalmente van roscadas e introducidas en la corriente de agua en las cercanías del elemento que tiene que proteger, como los intercambiadores por ejemplo.



Figura 1.37. Ánodo de sacrificio del motor.

1.5.5. Sistema de arranque

El sistema de arranque se encarga de hacer girar el motor para que realice las primeras combustiones y comience a funcionar. El sistema de arranque más empleado en motores de pequeña y mediana potencia es el **arranque eléctrico**, aunque el **arranque manual** se puede encontrar en algunos motores fuerabordas de pequeña potencia y rara vez en motores interiores como sistema de emergencia.

El arranque eléctrico: consiste en engranar un pequeño motor eléctrico con el dentado del volante de inercia del motor. Mediante un contacto eléctrico o llave de arranque se alimenta el motor eléctrico desde una batería destinada a tal fin y un piñón deslizante se desplaza hasta

engranar con el volante y comience a girar, arrastrando al motor térmico.

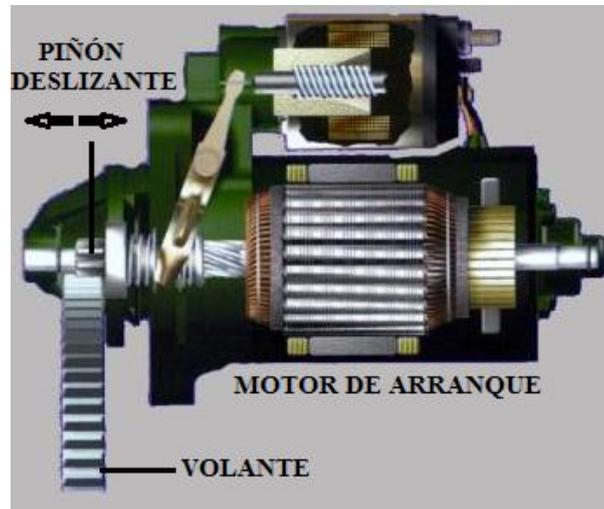


Figura 1.38. Motor de arranque eléctrico.

La batería de arranque se mantiene cargada mediante el **alternador** del motor, que es un dispositivo que gira movido mediante una correa por el motor. El alternador genera corriente alterna pero un **rectificador** la transforma en continua.

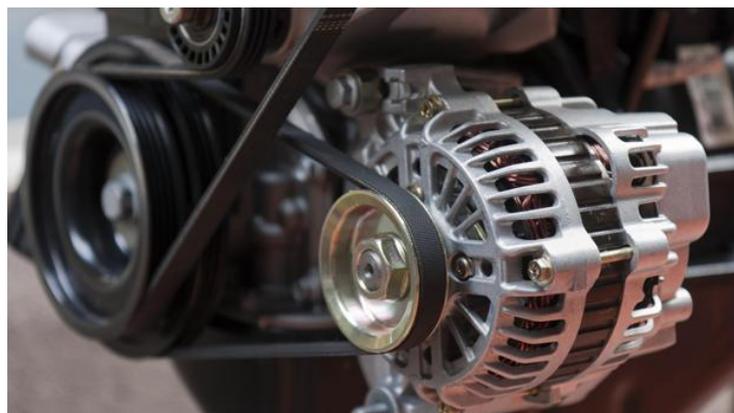


Figura 1.39. Alternador del motor.

El arranque manual: se encuentra en algunos motores fueraborda y consiste en una cuerda enrollada en el volante que al tirar de ella hace girar el motor. Luego la cuerda se enrolla automáticamente.

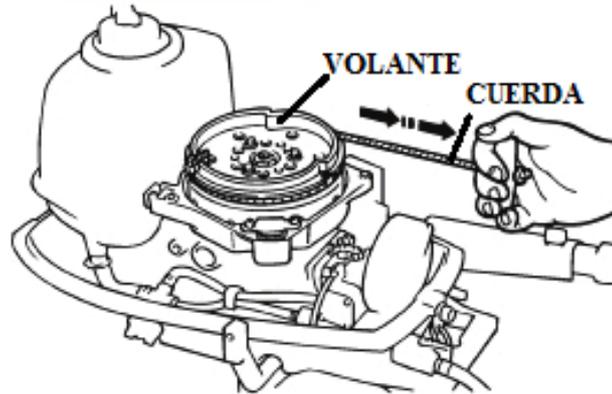


Figura 1.40. Arranque manual mediante cuerda.

Algunos motores interiores incorporan la posibilidad del **arranque manual** como opción de emergencia en caso de que falle el eléctrico. En este caso el motor debe de tener un sistema de **descompresión** del cilindro para poder girar fácilmente el motor durante el arranque.

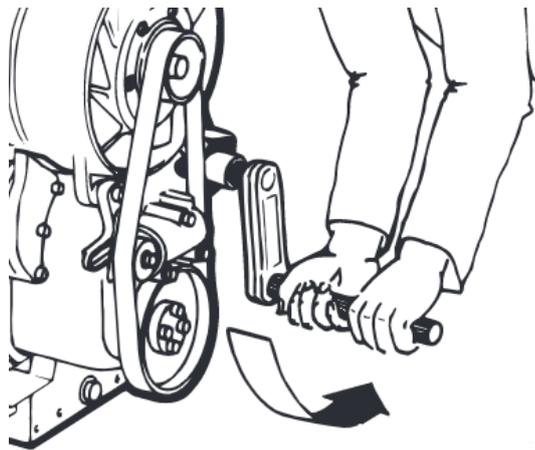


Figura 1.41. Arranque manual mediante manivela.

1.5.6. Sistema de renovación de la carga

En el proceso de renovación de la carga de los mcia se hayan involucradas dos fases, la **admisión** y el **escape**, mediante las cuales se produce la introducción del aire puro para que se produzca la combustión y la posterior eliminación de los gases de escape.

Según cómo se introduce el aire en el interior de los motores, estos pueden ser **atmosféricos** o **sobrealimentados**.

Motores atmosféricos: son aquellos que introducen el aire de admisión por la depresión y consecuente succión generada por el movimiento del pistón.

Motores sobrealimentados: son aquellos que introducen el aire de admisión mediante un dispositivo que lo "empuja", sometiéndolo a cierta presión por encima de la atmosférica. Esto consigue introducir una mayor cantidad de aire en el cilindro y, por tanto, permite introducir una mayor cantidad de combustible. Lo que se consigue es aumentar la potencia del motor sin modificar las dimensiones del cilindro.

El método más empleado para sobrealimentar los motores de cuatro tiempos es el uso de un compresor y concretamente el **turbocompresor**.

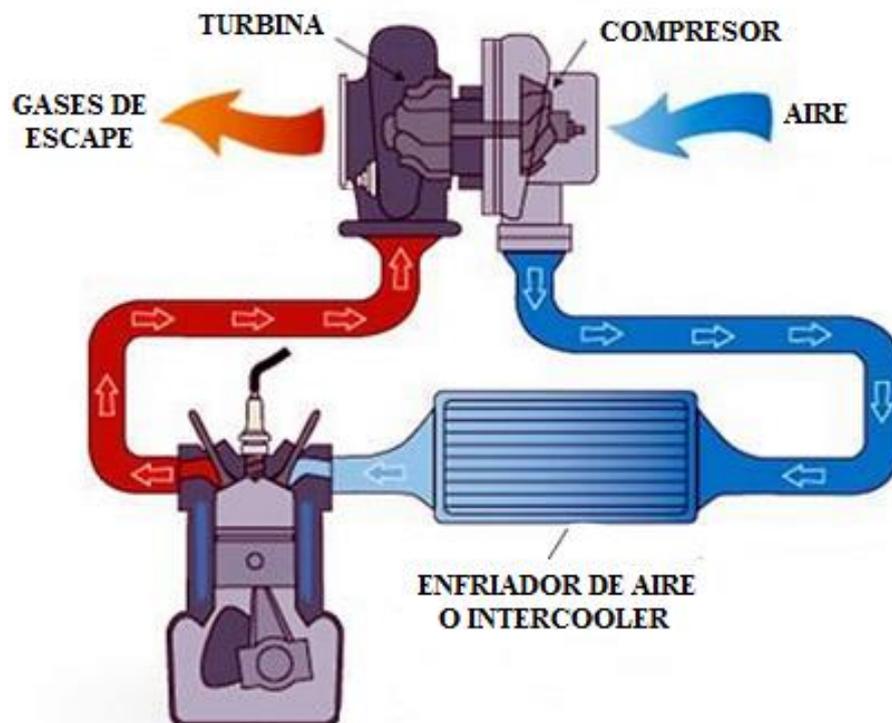


Figura 1.42. Sistema de sobrealimentación mediante turbocompresor.

El turbocompresor es un mecanismo movido por los gases del propio motor en su salida hacia la atmósfera y está constituido por dos rodets, **la turbina** y **el compresor**. La turbina aprovecha la velocidad de los gases de escape para moverse y el compresor aspira el aire de la atmósfera y lo comprime hacia el motor.

Como el aire de la atmósfera, en contacto con el turbocompresor, se calienta mucho, se hace necesario enfriarlo para disminuir su volumen antes de entrar en el cilindro y ocupe menos. Esto se consigue enfriándolo, normalmente con un **enfriador de aire** o **intercooler**.

Tanto los motores atmosféricos como los sobrealimentados suelen llevar un **filtro de aire** que evita la entrada en la admisión de impurezas que puedan dañar o erosionar el cilindro.

1.5.7. Sistema de escape

El sistema de escape es el encargado de enviar los gases de escape hacia la atmósfera. Las embarcaciones pueden eliminar estos gases mediante tubos de escapes metálicos o chimeneas, aunque es bastante habitual que en embarcaciones de pequeño o mediano porte se haga uso del **escape húmedo**, mediante el cual los gases de escape salen al exterior mezclados con el agua salada de la refrigeración.

El escape húmedo aporta las siguientes **ventajas**:

- Permite conducir los gases de escape a bajas temperaturas mediante tubos flexibles por el interior del barco.
- Elimina ruidos.
- Elimina humos y olores sobre la cubierta.

Una de las **desventajas** es que si el escape del motor se encuentra cercano o por debajo de la línea de flotación, existe la posibilidad de que, con el motor parado, pueda entrar agua de mar hacia el motor e inundarlo. La entrada de agua se puede producir por la salida del escape al exterior y por la línea de agua salada de refrigeración. Para evitarlo se tienen que tomar ciertas precauciones, la más extendida es la de elevar el tubo de escape por encima de la línea de flotación antes de salir del barco, mediante un **cuello de cisne** e instalar un purgador en la salida de agua salada para que entre aire con el motor parado y rompa el efecto sifón en el punto de inyección o de mezcla del agua salada con los gases de escape. Un caso típico de esta situación es la que se representa en la figura siguiente:

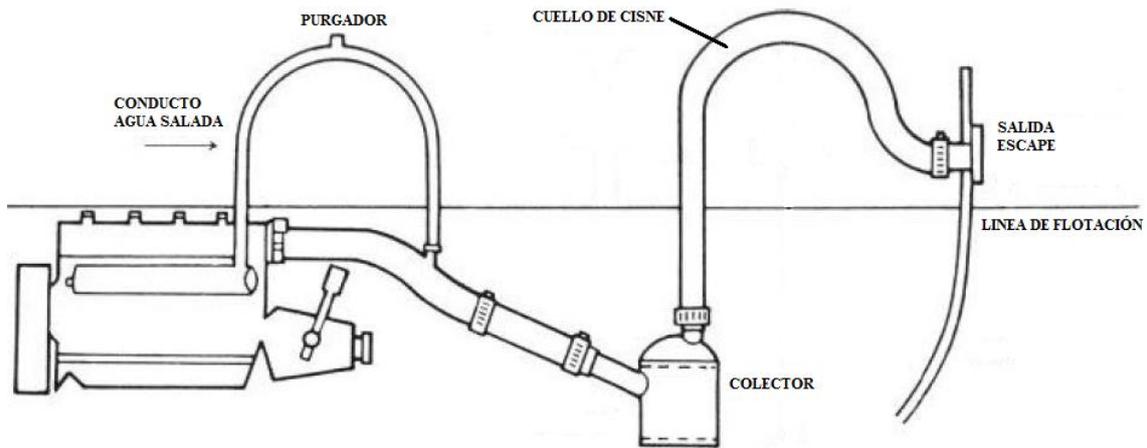


Figura 1.43. Sistema de escape húmedo.

El colector del tubo de escape sirve para recoger el agua que queda en el escape en el momento de parar el motor y no retorne al motor, además elimina ruidos durante su funcionamiento.

El purgador permite que entre aire en el momento de parar el motor y desaparezca la presión en el conducto de agua salada. Algunos funcionan mediante una válvula que cierra cuando hay presión y circula agua salada y abre cuando desaparece esta presión, permitiendo que el conducto se llene de aire.

Los elementos del sistema de escape húmedo se encuentran unidos mediante tubos de goma reforzados y normalizados para este uso.



1.44. Tubos flexibles de escape húmedo.

1.5.8. Sistema de cambio de la marcha

Las embarcaciones pesqueras tienen la posibilidad de navegar marcha adelante, marcha atrás y de parar sin detener el motor propulsor. En el caso de los motores interiores y fuerabordas el sistema más común es el empleo de **inversores** del eje, haciendo que la hélice gire en un sentido, en el otro o se detenga. Otros sistemas, menos habituales, es el empleo de **hélices de paso variable** que, sin cambiar el sentido de giro del eje y variando el paso de la hélice, estas puede propulsar adelante, atrás o no propulsar aunque giren.

Los inversores son también reductores y se les suelen llamar **inversores-reductores** o **inversoras-reductoras**.

El objetivo de estos mecanismos es hacer que la hélice gire a menos velocidad que el motor, además de invertir el sentido de giro del eje. El mejor rendimiento de las hélices se obtiene con velocidades inferiores a las del motor en este caso.

El inversor de los motores interiores son unos elementos que se encuentran montados a continuación del motor. En el caso de los fuerabordas, estos mecanismos, se encuentra en la cola, a la altura de la hélice. Los inversores o reductoras poseen un cárter donde almacenan el aceite de lubricación. Éste cárter no tiene comunicación con el del motor.

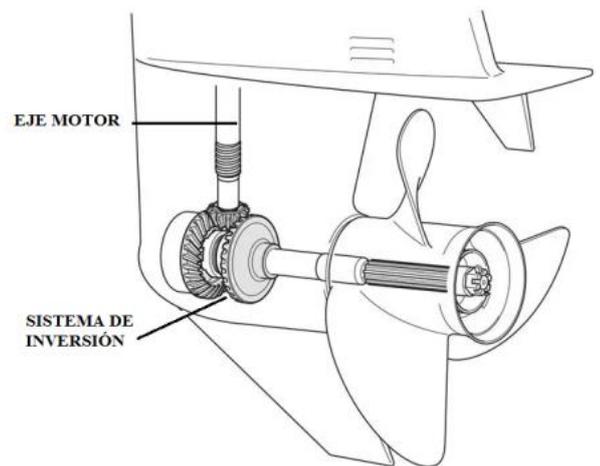
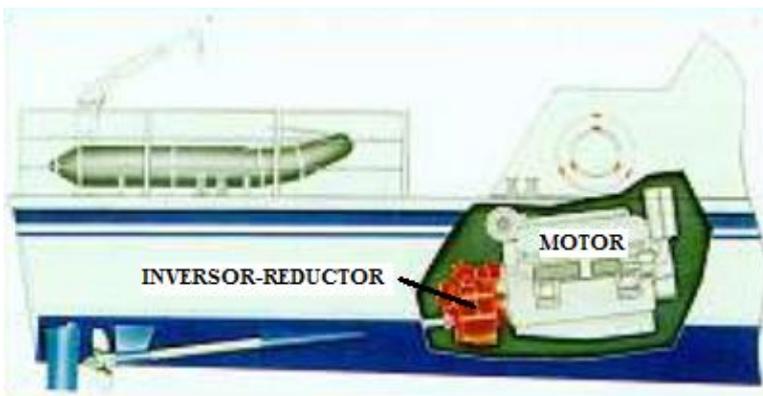


Figura 1.45. Sistema de inversión de un motor interior (izquierda) y de un fueraborda (derecha).

1.5.9. Sistema de propulsión

La propulsión de las embarcaciones se consigue aprovechando el trabajo realizado por los motores propulsores mediante algún dispositivo propulsor. El sistema de propulsión más extendido entre las embarcaciones pesqueras es el empleo de motores interiores con **línea de eje y hélice**. Este sistema utiliza un eje acoplado al inversor-reductor del motor, que sale a través del casco por un agujero denominado **bocina** y en el extremo se encuentra la hélice. El eje puede apoyarse en la bocina, aunque en ocasiones el eje se tiene que prolongar debido a la forma del casco y se apoya en unos soportes denominados **arbotantes**. El eje puede estar constituido por varios tramos, en este caso el que porta la hélice se denomina **eje de cola**.

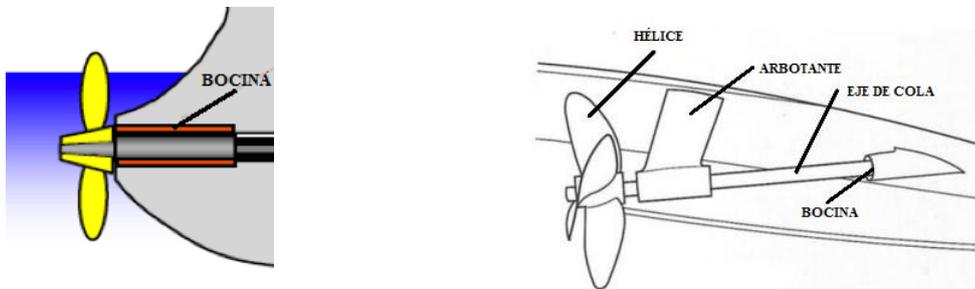


Figura 1.46. Eje con apoyo en la bocina (izquierda) y con arbotante (derecha).

La bocina está constituida por un tubo que atraviesa el casco y en su interior lleva un **casquillo o cojinete** que es una pieza de desgaste que está en contacto con el eje y lubricado por el agua de mar. Este cojinete mantiene alineado el eje y evita vibraciones.



Figura 1.47. Casquillo del eje.

Para evitar que entre agua a través del tubo de la bocina al interior de la embarcación se emplean unos elementos de sellado que permiten que el eje gire y no entre agua a través de la bocina, los más empleados son los **prensaestopas** y los **sellos mecánicos**. Los prensaestopas permiten realizar cierto apriete o ajuste a medida que se va desgastando la **estopada** o **empaquetadura**.

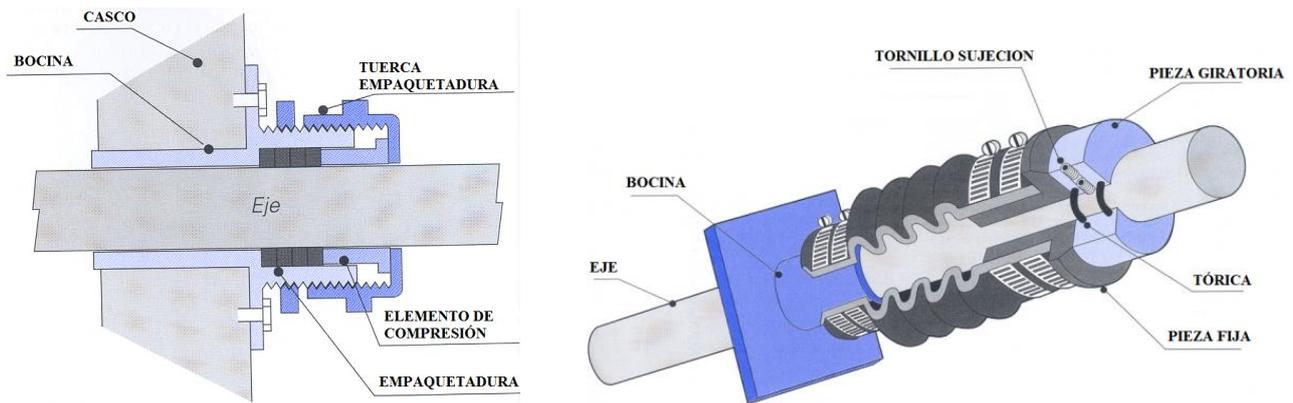


Figura 1.48. Prensaestopas (izquierda) y sello mecánico (derecha).

1.6. MANTENIMIENTO DE LOS MCIA

Se entiende por mantenimiento mecánico, aplicado a la embarcación, el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar su funcionamiento regular y buen estado de conservación. El **mantenimiento preventivo** es el más aplicado, es decir, todas los trabajos de mantenimiento que se realizan con la intención de evitar la avería o deterioro (cambio de aceite, cambio de filtros, pintado, etc.)

Las instalaciones del barco comprenden, no sólo las relacionadas con la propulsión (motores propulsores, línea de ejes...), sino también las eléctricas (generadores eléctricos, distribución...), las hidráulicas (maquinillas de pesca, gobierno...), y todas aquellas que puedan afectar a la vida a bordo y la seguridad.

Para realizar el mantenimiento es necesario un conocimiento mínimo de la constitución y funcionamiento de las instalaciones así como de la habilidad necesaria para el manejo de las herramientas y realización de las operaciones mecánicas básicas.

1.6.1. Herramientas a bordo

A bordo se llevarán las herramientas y respetos que se puedan necesitar dentro del desarrollo normal de la actividad pesquera y del mantenimiento. Teniendo en cuenta que la mayoría de uniones entre piezas se realiza mediante tornillería, las herramientas generalmente empleadas se adaptan a los tipos de tornillos que montan las instalaciones.

Las herramientas más empleadas para los tornillos de **cabeza hexagonal** son las siguientes:

Llaves de medida fija: son aquellas que tienen una medida fija, normalmente expresadas en milímetros como son las llaves **planas, de tubo, las de estrella, las acodadas, combinadas, de vaso**, etc.



Figura 1.49. Distintas llaves de medida fija.

Llaves ajustables: son aquellas que no tienen una medida definida sino un rango determinado de medidas como son la **llave inglesa** y la **llave stilson**.



Figura 1.50. Llaves ajustables.

Existen tornillos cuya cabeza es redonda, ranurada o con algún tipo de mecanizado, empleándose para estos casos herramientas como, **destornillador, llave allen o llave torx.**



Figura 1.51. Herramientas para tornillos de cabeza no hexagonal.

Herramientas de impacto: son herramientas empleadas para el golpeo directo o sobre otra herramienta, como el **martillo**.



Figura 1.52. Herramienta de percusión.

Herramientas de sujeción: empleadas para apretar o sujetar como los **alicates**.



Figura 1.53. Herramientas de sujeción.

1.6.2. Operaciones de mecanizado básicas

En el desarrollo del mantenimiento es importante cierta habilidad en el uso de las herramientas al igual que el conocimiento de ciertas operaciones básicas de mecanizado como son el **taladrado** y el **roscado manual** entre otras.

Taladrado: la realización de taladros o agujeros en el metal es una de las operaciones de mecanizado más habituales.

La herramienta empleada para realizar los taladros o agujeros se denomina **broca**. La broca es una herramienta de corte, metálica para practicar orificios en diversos materiales con un movimiento de rotación, y la máquina herramienta portátil que se suele emplear es el taladro eléctrico. Los hay de corriente alterna y de batería.



Figura 1.54. Taladro de batería.

Roscado manual: Teniendo en cuenta que las uniones habituales entre piezas suelen ser atornilladas, se puede dar la circunstancia de tener que realizar una rosca en el metal de forma manual. La rosca se puede realizar en el interior de un agujero, para introducir un tornillo, o en el exterior de una varilla para introducir una tuerca. El roscado interior se realiza con un macho de rosca y el roscado exterior mediante una terraja.



Figura 1.55. Macho de rosca (izquierda) y terraja (derecha).

El útil que se emplea para hacer girar el macho de rosca o la terraja se denomina **bandeador**.

Las características de las roscas obedecen al **sistema de rosca** correspondiente. El más empleado es el **sistema métrico**.

Las características principales de una rosca es el **diámetro** y el **paso**, el diámetro de un tornillo corresponde al de la varilla donde se labra la rosca y el paso es el avance del tornillo o la tuerca cuando gira una vuelta. En el sistema métrico, el diámetro y el paso del tornillo se expresa en milímetros, por ejemplo un tornillo M10 x 1,50 significa que tiene un diámetro de 10 milímetros y un paso de 1,5 milímetros. Por lo tanto para realizar una rosca se tendrá que conocer el diámetro y el paso para que corresponda con las características del macho de rosca o de la terraja. A continuación se relacionan unos ejemplos de roscas métricas comerciales.

Medida nominal y paso normal	Diámetro broca agujero	Medida nominal y paso fino	Diámetro broca agujero
M2 x 0,40	1,60		
M2,5 x 0,50	2,00		
M3 x 0,50	2,50	M3 x 0,25	2,75
M4 x 0,70	3,30	M4 x 0,35	3,65
M5 x 0,80	4,20	M5 x 0,50	4,50
M6 x 1,00	5,00	M6 x 0,50	5,50
M7 x 1,00	6,00	M7 x 0,75	6,25
M8 x 1,25	6,75	M8 x 0,75	7,20
M9 x 1,25	7,75	M9 x 1,00	8,00
M10 x 1,50	8,50	M10 x 0,75	9,25

Figura 1.56. Relación de algunas roscas métricas comerciales.

De la tabla anterior se deduce que si se desea realizar una rosca interior, para introducir un tornillo, es necesario taladrar un agujero de diámetro inferior al diámetro del tornillo. Si el agujero fuera igual que el diámetro del tornillo, éste no roscaría.

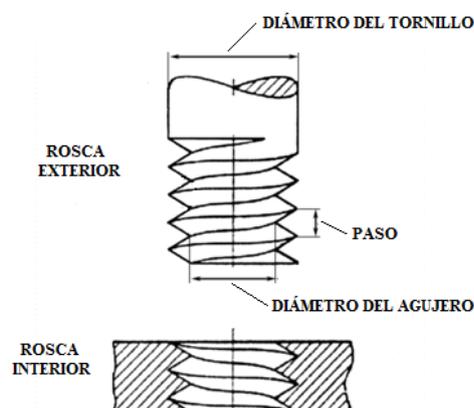


Figura 1.57. Comparativa del diámetro del agujero con el diámetro del tornillo.

La operación de roscado manual es útil, cuando por ejemplo, un tornillo se pasa de rosca. En este caso la rosca interior o la del tornillo suele estar dañada y sustituir el tornillo por otro nuevo pero igual a veces no es la solución. En este caso lo que se suele hacer es agrandar el agujero, realizar una rosca nueva e introducir un tornillo de diámetro mayor.

Otra situación en la que el roscado manual soluciona un problema es cuando un tornillo se rompe a ras de superficie. En este caso, a veces, si el tornillo se encuentra bloqueado por el óxido no queda más remedio que taladrarlo en su totalidad con un agujero igual al del tornillo y rehacer la rosca con un macho de rosca de diámetro mayor. Por tanto el nuevo tornillo debe ser de diámetro mayor al roto.

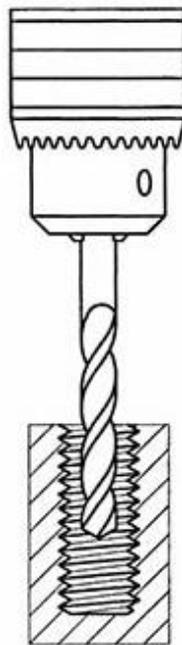


Figura 1.58. Taladrado de un tornillo roto para su extracción.

1.6.3. Mantenimiento preventivo básico de los mcia

Enumerar las operaciones de mantenimiento preventivo aplicables a los mcia de las embarcaciones y sus sistemas, con carácter general, es difícil, depende de las características de cada barco. Siempre se aconseja seguir las instrucciones del fabricante, de todas formas a continuación se hará una relación de los cuidados y controles más habituales para los diferentes sistemas de un motor propulsor diésel de cuatro tiempos interior:

Mantenimiento del sistema de alimentación de combustible:

- Mantener el nivel de combustible del tanque alto para disminuir la condensación de agua.
- Antes de arrancar el motor comprobar que la válvula de tanque de combustible está abierta y cerrarla cuando termine la jornada, para prevenir pérdidas de combustible en nuestra ausencia.
- Realizar extracciones del tanque de combustible periódicamente para eliminar la posible agua acumulada en el fondo y la suciedad.
- Controlar la posible existencia de agua en el filtro decantador y eliminarla.
- Sustituir los filtros de combustible, según prescripción del fabricante.
- Controlar, a diario, las posibles pérdidas de combustible del motor y acumulación en la sentina.

Mantenimiento del sistema de lubricación:

- Antes de arrancar el motor, comprobar el nivel del aceite del cárter del motor y de la reductora. El nivel se aconseja llevarlo al máximo para tener un margen mayor de seguridad en caso de pérdida o fuga.
- Durante la marcha del motor, comprobar que la presión del aceite sea la correcta.
- Periódicamente, sustituir el aceite y filtro del motor y de la reductora, según las recomendaciones del fabricante.
- Controlar, a diario, posibles pérdidas de aceite y acumulación en la sentina.

Mantenimiento del sistema de refrigeración:

- Comprobar, antes del arranque del motor, el nivel de refrigerante del depósito o del tanque de compensación (circuito cerrado)
- Comprobar antes del arranque que el grifo de fondo se encuentra abierto y el filtro de agua salada limpio.
- Cerrar el grifo de fondo después de cada jornada.
- Controlar, a diario, las posibles pérdidas del circuito de refrigeración y su acumulación en la sentina.
- Controlar, durante la marcha del motor, la temperatura de refrigeración
- Revisar y/o sustituir periódicamente el impulsor de la bomba de agua salada.

- Limpiar periódicamente los enfriadores de agua, aire, aceite motor y aceite de la reductora, si procede, dependiendo del motor.
- Sustituir periódicamente el refrigerante del motor, en los circuitos cerrados, según indicaciones del fabricante.
- Sustituir periódicamente los ánodos de sacrificio del circuito de agua salada, según desgaste.
- Revisar la tensión y el estado de desgaste de la correa de transmisión de la/las bombas de refrigeración.

Mantenimiento del sistema renovación de la carga (admisión y escape):

- Mantener una buena ventilación en la sala de máquinas.
- Sustitución o limpieza del filtro de aire del motor, según indicaciones del fabricante.
- Revisión del turbocompresor según indicaciones del fabricante.
- Controlar el buen estado y disposición del escape húmedo y de los elementos que lo componen, evitando estrangulamientos y curvas bruscas de los tubos de goma.
- No parar el motor bruscamente después de un alto régimen de funcionamiento, sobre todo si está sobrealimentado, así evitaremos tensiones térmicas en el motor y daños en el turbocompresor.
- Mantener las temperaturas de escape dentro de los valores adecuados.

Mantenimiento del sistema de propulsión:

- Controlar entradas de agua salada por el sistema de sellado de la bocina.
- Comprobar desgaste del cojinete de la bocina o del arbotante (con el barco en seco).
- Atención a excesivas vibraciones en el eje de cola.

1.7. AVERÍAS MÁS COMUNES

Teniendo en cuenta que los motores más empleados en las embarcaciones de pesca son motores diésel de cuatro tiempos, se hará una relación de los problemas básicos que les pueden afectar.

1.7.1. Averías relacionadas con el sistema de alimentación de combustible

El motor baja de revoluciones, se para o no arranca:

- Falta de combustible o válvula del tanque cerrada: se comprobará que hay combustible en el tanque y la válvula está abierta.
- Filtros de combustible sucios: se deben sustituir los filtros.

Humo negro o gris en el escape:

Está relacionado con una mala combustión y puede deberse a:

- Inyectores averiados, mala pulverización: en este caso se comprueban y/o sustituyen.
- Bomba de inyección averiada: puede influir en la pulverización, se debe comprobar y reparar.

1.7.2. Averías relacionadas con el sistema de lubricación

Baja presión de aceite:

Este problema se observa cuando el manómetro de aceite marca un valor por debajo de la presión establecida por el fabricante o por la alarma de baja presión de aceite. Es potencialmente grave y puede venir dada por:

- Bajo nivel de aceite: se comprobará y habrá que rellenar si procede.
- Filtro de aceite obstruido: se sustituirá
- Manómetro averiado: se comprobará o sustituirá el manómetro si procede.
- Bomba de aceite averiada: se sustituirá la bomba.

Humo azulado por el escape:

Esta anomalía se debe a una entrada anormal de aceite en el interior del cilindro y consecuente quemado, produciendo un humo azulado. Esta circunstancia puede venir dada por:

- Excesivo desgaste en los aros o cilindros: se tendrán que cambiar aros y/o sustituir camisa.

- Fuga por los retenes de las válvulas: se sustituirán los retenes.
- Fugas por los retenes del eje del turbocompresor: se sustituirán los retenes.

1.7.3. Averías relacionadas con el sistema de refrigeración

El motor se recalienta:

Esta anomalía tiene lugar cuando la temperatura del agua de refrigeración supera el valor establecido por el fabricante y viene indicado por el termómetro o por la alarma de alta temperatura. Puede producir graves daños y puede venir dada por:

- Bajo nivel de refrigerante: en este caso se ha de rellenar el depósito del motor o el tanque de compensación.
- Termómetro averiado: se tendrá que comprobar y/o sustituir.
- Válvula de fondo cerrada: se tendrá que comprobar que está abierta.
- Filtro de agua salada sucio: se tendrá que limpiar.
- Junta de culata averiada, con la consiguiente pérdida de refrigerante: habrá que sustituir la junta.
- Culata rajada: como en el caso anterior se puede perder refrigerante y habrá que reparar o sustituir la culata.
- Bomba de agua salada averiada: impulsor roto, correa destensada o rota. Se comprobará el impulsor o la correa.
- Termostato averiado: se comprobará y sustituirá si procede.
- Temperatura de agua de mar demasiado alta: en este caso el régimen del motor se bajará hasta mantener el valor adecuado.
- Intercambiador térmico sucio: se procederá a su limpieza.
- Bomba de refrigerante con correa destensada: tensar la correa.

1.7.4. Averías relacionadas con el sistema de arranque

En este caso se supondrá un motor con arranque eléctrico, que es el caso más habitual entre las embarcaciones pesqueras de pequeño y porte mediano.

El motor no arranca:

- El motor eléctrico está averiado: se comprueba y se repara o sustituye.
- La batería está agotada: se comprueba y/o sustituye
- El alternador no carga la batería: se comprueba y se repara o sustituye.

1.7.5. Averías relacionadas con el sistema de renovación de la carga

Humo negro o gris en el escape:

Suele aparecer cuando falta aporte suficiente de aire al motor.

- Ventilación de la sala de máquinas pobre: comprobar que la ventilación es correcta
- Filtro de aire sucio: se sustituirá el filtro de aire del motor.
- Enfriador de aire sucio: se limpiará el enfriador

1.7.6. Averías relacionadas con el sistema de propulsión

- Entrada excesiva de agua por el sistema de sellado del eje: ajustar el sistema o sustituirlo.
- Vibraciones excesivas en el eje de cola: motor desalineado o cojinete del eje muy desgastado.

TEMA 2: Combustible y lubricantes.

2.1. COMBUSTIÓN: TIPOS DE COMBUSTIÓN.....	48
2.2. COMBUSTIBLES EMPLEADOS EN LOS MOTORES MARINOS...	48
2.3. LUBRICANTES EMPLEADOS EN LOS MOTORES MARINOS.....	50
2.3.1. Lubricantes empleados en los motores de cuatro tiempos.....	50
2.3.2. Lubricantes empleados en los motores de dos tiempos de explosión.....	52

2.1. COMBUSTIÓN: TIPOS DE COMBUSTIÓN

Se llama **combustión** a la reacción química producida entre una sustancia combustible, en determinadas condiciones, y el oxígeno del aire, produciendo luz y calor.

Esta combustión puede ser completa o incompleta. Se habla de combustión **completa** cuando el combustible se quema totalmente y el resultado de la esta combustión está constituido por agua y **anhídrido carbónico** (productos no contaminantes). En cambio cuando la combustión es **incompleta**, se producen gases contaminantes como el **monóxido de carbono**, entre otros.

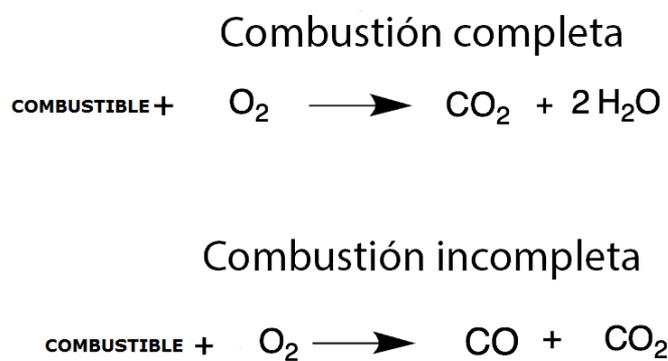


Figura 2.1. Comparativa entre combustión completa e incompleta

La combustión completa se produce cuando todas las partículas del combustible se mezclan adecuadamente con la cantidad de oxígeno necesaria del aire. Sin embargo la combustión incompleta se produce cuando el combustible arde con falta de oxígeno.

La combustión completa es imposible que se realice en los motores de combustión interna debido a que el tiempo disponible, durante el ciclo, para una mezcla perfecta entre combustible y oxígeno es muy corto. Aun así la tecnología ha mejorado mucho los motores y las combustiones cada vez son más completas y menos contaminantes.

2.2. COMBUSTIBLES EMPLEADOS EN LOS MOTORES MARINOS

Los combustibles más empleados en los motores de combustión interna empleados en la propulsión marina son los derivados del **petróleo**, extraídos de su **destilación**. Estos combustibles son los denominados **hidrocarburos**, ya que sus componentes principales son el hidrógeno y el carbono.

Los combustibles empleados en los motores de explosión deben de tener una buena capacidad de encendido en presencia de una chispa y el más empleado es la **gasolina**.

La gasolina tiene una densidad aproximada de $0,7 \text{ kg/dm}^3$ y debe de tener un **octanaje** adecuado para soportar la compresión, sin inflamarse, antes de que salte la chispa en el interior del cilindro.

El octanaje de las gasolinas expresa la capacidad para evitar la detonación, o autoinflamación en el cilindro, antes de producirse la chispa. Así un motor de explosión con una mayor relación de compresión deberá emplear una gasolina con mayor octanaje que otro que posea una menor relación de compresión. Sin embargo el motor de menor relación de compresión podrá utilizar gasolina con un octanaje mayor que el mínimo aconsejado sin que afecte ni mejore su funcionamiento.

Los combustibles empleados en los motores diésel deben de tener una buena capacidad de encendido cuando se pulveriza en condiciones de alta temperatura y presión. El combustible más empleado en los motores de pequeña y mediana potencia es el **gasoil** y en motores de gran potencia es habitual el empleo del diésel oil y el fuel oil, que son combustibles más densos, de menor calidad y más baratos.

El gasoil tiene una densidad aproximada de $0,85 \text{ kg/dm}^3$ y debe tener un **índice de cetano** adecuado para permitir el encendido en este tipo de motores. El índice de cetano expresa la facilidad de encendido, cuando se pulveriza, en condiciones de alta presión y temperatura. Las gasolineras garantizan el suministro de gasoil con un índice de cetano adecuado para el buen funcionamiento de los motores diésel.

Actualmente se están introduciendo, como combustible en algunos motores marinos, el empleo del **gas. GLP** (Gas Licuado del Petróleo) para motores de explosión y **GNC** (Gas Natural Comprimido) para motores diésel. Existen motores fuerabordas de explosión y motores diésel de mediana y gran potencia que se comercializan con la posibilidad de consumir estos combustibles gaseosos. La ventaja del gas, aunque sea un hidrocarburo derivado del petróleo, es la enorme reducción de las emisiones de partículas contaminantes que se genera con su combustión al producir una combustión más completa.

2.3. LUBRICANTES EMPLEADOS EN LOS MOTORES MARINOS

2.3.1. Lubricantes empleados en los motores de cuatro tiempos

Los lubricantes que se emplean para engrasar las partes móviles de los motores de cuatro tiempos de pequeña y mediana potencia se almacenan en el cárter y desde allí se envía a presión mediante la bomba de lubricación.

Los lubricantes son los denominados aceites, que se obtienen a partir de una **base lubricante** a la que se le añade ciertos **aditivos** para conseguir las características deseadas.

Los aceites lubricantes se pueden clasificar según la base lubricante, la viscosidad y las condiciones de servicio:

Según la base lubricante

Cuando la base lubricante de la que se obtiene el aceite procede de la destilación del petróleo, se dice que el aceite es **mineral**. En cambio si la base lubricante se obtiene de sustancias modificadas en laboratorios, sometiéndola a reacciones, el aceite que se consigue es **sintético**.

La mezcla de aceites minerales y sintéticos da lugar a aceites **semisintéticos**.

Según la viscosidad

La **viscosidad** de un aceite se puede entender como la capacidad que tiene éste para fluir a través de un orificio calibrado. A menor viscosidad, fluiría más rápidamente.

La viscosidad del lubricante que debe de emplear un motor de cuatro tiempos viene determinada por el fabricante.

La viscosidad se expresa según los grados SAE. La **SAE** es una sociedad de referencia internacional que establece una serie de grados, a mayor grado, mayor viscosidad.

Los aceites **monogrados** presentan un solo grado de viscosidad, por ejemplo el aceite SAE 30, y tienen la capacidad de disminuir su viscosidad con el aumento de temperatura.



Figura 2.2. Aceite monogrado SAE 30

Los aceites **multigrados** presentan dos grados de viscosidad, por ejemplo el aceite SAE 15W40, y tienen la capacidad de mantener la viscosidad más o menos estable dentro de un rango de temperaturas.



Figura 2.3. Aceite multigrado

Según las condiciones de servicio

El aceite lubricante cumple una serie de funciones muy importantes durante el funcionamiento de los motores de combustión interna, pero por otra parte las condiciones de trabajo varían de un motor a otro. No es lo mismo un motor sobrealimentado, con un alto número de revoluciones y sometido a cambios bruscos de régimen que otro atmosférico que funcione a un régimen de revoluciones bajo y constante.

Según lo antes dicho, el aceite lubricante tendrá que cumplir su función en cualquier situación de trabajo y por lo tanto habrá lubricantes diseñados para trabajar en unas **condiciones de trabajo** u otras. En este sentido se habla de **calidad** del aceite.

La calidad del aceite que debe de emplear un motor viene determinada por su fabricante.

Existen varias sociedades que clasifican la calidad del aceite de los motores de cuatro tiempos, las más empleadas son la **API** (American Petroleum Institute) y la **ACEA** (Asociación de Constructores Europeos de Automóviles).

La API clasifica los aceites mediante dos letras, la primera es una **C** o una **S**, según estén indicados para motores diésel o de explosión. La segunda letra indica el nivel de exigencias del motor para el que va

indicado, según el orden alfabético. Así un aceite catalogado como CF estará indicado para motores diésel cuyo funcionamiento sea más severo que para otro cuyo aceite prescrito sea CD.

La ACEA clasifica la calidad de los aceites mediante una letra y un número. Por ejemplo la letra A indica motores de explosión y la B motores diésel, detrás van acompañadas de un número de 1 a 5 que indican el nivel de exigencias del motor.



Figura 2.4. Características de calidad de un aceite multigrado

2.3.2. Lubricantes empleados en los motores de dos tiempos de explosión

Algunos motores de dos tiempos de explosión se lubrican empleando aceite mezclado con el combustible en una proporción determinada.

Estos aceites se adaptan a las especificaciones de los fabricantes de motores marinos de dos tiempos como la **NMMA** (National Marine Manufacturers Association), entre otros.

La calidad aconsejada por la Asociación Industrial de Embarcaciones (**BIA**) para los aceites lubricantes de motores de dos tiempos fuerabordas es la TCW-3. TCW significa motor de dos tiempos refrigerado por agua. El aceite TCW-3 se puede emplear en aquellos motores más antiguos donde se recomendaban aceites lubricantes TCW y TCW-2, ya obsoletos.

Teniendo en cuenta que los motores fuerabordas de dos tiempos eliminan residuos de aceite por el escape durante su funcionamiento, estos lubricantes, para adaptarse a la legislación actual, deben de ser biodegradables para reducir la contaminación provocada por los residuos de la combustión.



Figura 2.5. Aceite para motores fuerabordas de 2 tiempos.

TEMA 3. Servicios eléctricos: Conservación y mantenimiento.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA.....	55
3.2. INSTALACIONES DE CORRIENTE CONTINUA.....	57
3.2.1. Baterías.....	59
3.2.2. Acoplamiento entre baterías.....	61
3.2.3. Tipos de baterías según su uso.....	62
3.2.4. Mantenimiento de las baterías.....	63
3.3. INSTALACIONES DE CORRIENTE ALTERNA.....	65
3.4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	66
3.5. DISTRIBUCIÓN DE LA CORRIENTE.....	66
3.3.1. Protecciones eléctricas.....	66

Las instalaciones eléctricas a bordo de las embarcaciones pesqueras son esenciales para el desarrollo de la actividad profesional, por lo tanto el conocimiento de ellas y su buen mantenimiento, también lo son.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Se define la **corriente eléctrica** como la circulación de **carga eléctrica (electrones)** por un conductor. Esto se produce cuando entre los extremos del conductor existe una diferencia de potencial eléctrica, por ejemplo, al conectar dicho conductor entre los bornes de un **generador eléctrico (dispositivo capaz de producir una diferencia de potencial)**.

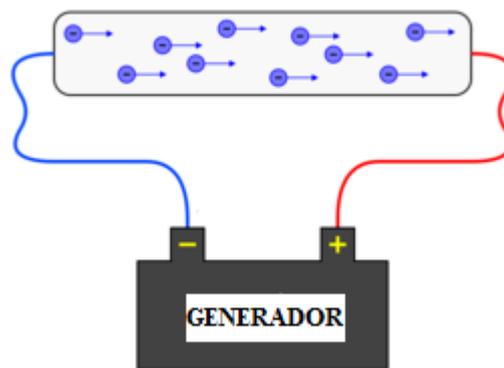


Figura 3.1. Corriente eléctrica por un conductor.

En un circuito eléctrico cuanto mayor sea la **diferencia de potencial (voltaje o tensión)**, producida por el generador, mayor será el flujo de electrones y mayor la **intensidad**. Los consumidores eléctricos o receptores presentan una **resistencia** al paso de la corriente. La corriente al pasar por el consumidor eléctrico (bombilla, motor, etc.) lo hará funcionar, y si se pusiera un interruptor en el conductor, se podría hacer funcionar el consumidor eléctrico a voluntad. Es importante tener en cuenta que todo circuito eléctrico debe de protegerse, por ejemplo con un fusible.

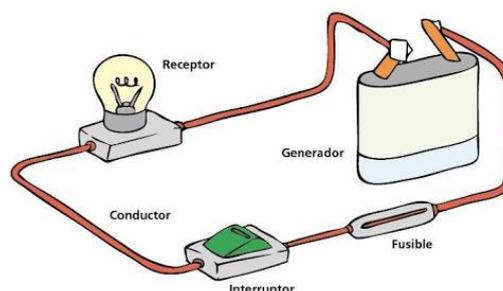


Figura 3.2. Circuito eléctrico

El voltaje, tensión o diferencia de potencial de los circuitos eléctricos se expresa en **voltios** la intensidad en **amperios** y la resistencia eléctrica en **ohmios**.

El circuito eléctrico anterior se puede comparar con un circuito hidráulico. Si ponemos en comunicación dos depósitos de agua a distinto nivel conectados mediante una tubería, el agua circulará por ella. Cuanto mayor sea la altura que separe a los depósitos (diferencia de potencial), mayor será el caudal que pase por la tubería (intensidad). Este caudal será capaz de hacer funcionar unas paletas, y si se pusiera una válvula en la tubería (interruptor), se podría hacer funcionar o parar las paletas a voluntad.

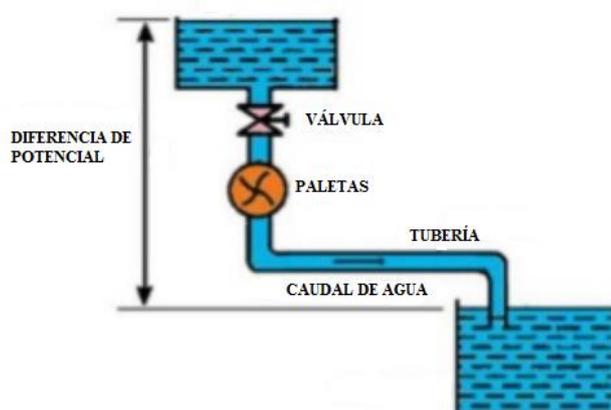


Figura 3.3. Comparativa de un circuito hidráulico con un circuito eléctrico.

Se distinguen dos tipos de instalaciones eléctricas, las instalaciones de **corriente alterna** y las de **corriente continua**. La diferencia entre ellas fundamentalmente radica en el tipo de generador eléctrico, en el caso de las instalaciones de corriente continua, los generadores son las **baterías o acumuladores** y en el caso de las instalaciones de corriente alterna los generadores son los **alternadores**.

Otra diferencia es el voltaje o tensión de las instalaciones, en las instalaciones de corriente continua el voltaje o tensión suele ser de 12 o 24 voltios y en las instalaciones de corriente alterna de 220 o 380 voltios.

En las embarcaciones pesqueras de pequeño y mediano porte las instalaciones suelen ser de corriente continua, aunque se podría dar el caso de que alguna embarcación pesquera incorpore un pequeño

generador de corriente alterna. En este caso se tendrían dos instalaciones alimentando diferentes circuitos.

3.2. INSTALACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

Las instalaciones de corriente continua pueden ser muy variadas pero a continuación se detalla una instalación de 12 voltios bastante genérica:

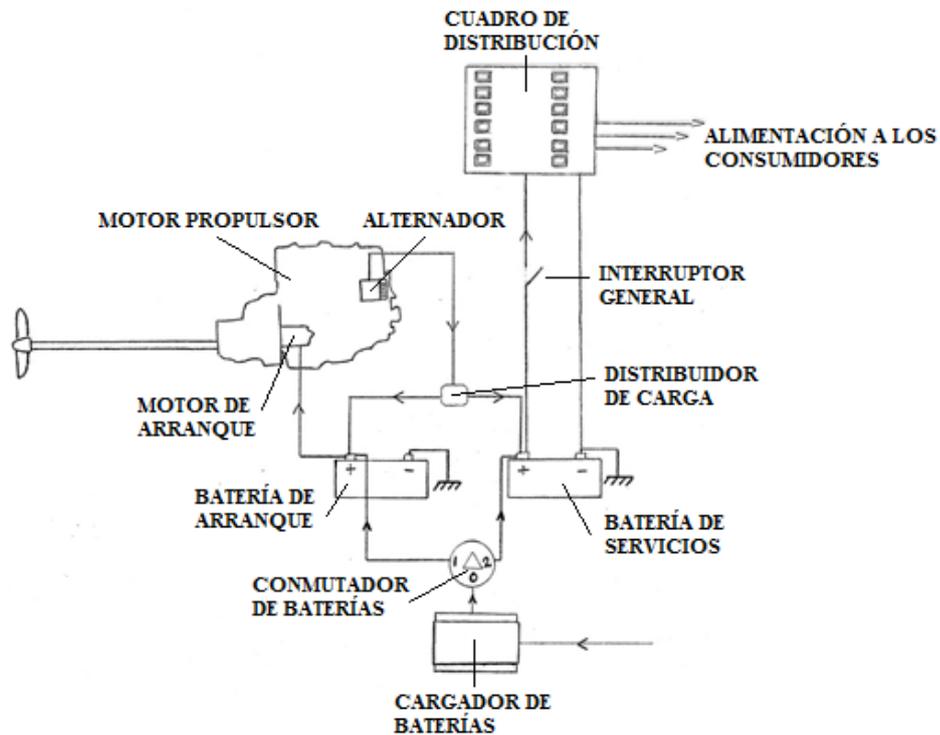


Figura 3.4. Instalación de corriente continua.

La **batería de arranque** alimenta al **motor de arranque**, que pone en marcha el motor propulsor. Una vez que el motor propulsor está en marcha arrastra el **alternador** que puede cargar la batería de arranque y la de servicios, dándose prioridad de carga a la que esté más descargada. Esta función la cumple el **distribuidor de carga**.



Figura 3.5. Distribuidor de carga para dos baterías.

Un **cargador de baterías** puede cargar la batería de arranque, la batería de servicios o ambas a la vez, dependiendo de la selección que se haga en el **conmutador de baterías**.



Figura 3.6. Conmutador de baterías.

El cargador funciona alimentado con corriente alterna que se puede obtener desde tierra cuando el barco se encuentre amarrado a puerto, navegando las baterías se cargan con el alternador del motor.

El **cuadro de distribución** distribuye la corriente de la batería de servicios y posee los interruptores y protecciones eléctricas por donde pasa la corriente hacia los consumidores del barco.



Figura 3.7. Cuadro de distribución de corriente continua.

Un **interruptor general** corta la corriente desde la batería de servicios hacia el cuadro de distribución para evitar que quede electrificado. Así se evita que quede algún servicio conectado y se pueda descargar la batería en ausencia de la tripulación por ejemplo.

3.2.1. Baterías

Las **baterías** o **batería de acumuladores** es un generador de corriente continua constituido por elementos independientes que almacenan electricidad y que se puede emplear cuando se necesite gracias a una reacción química. Cada elemento o acumulador es capaz de dar unos 2 voltios y las baterías más extendidas son de 6 elementos, dando un voltaje total de unos 12 voltios. Aunque se comercializan baterías de 3 elementos, obteniéndose una tensión de 6 voltios.

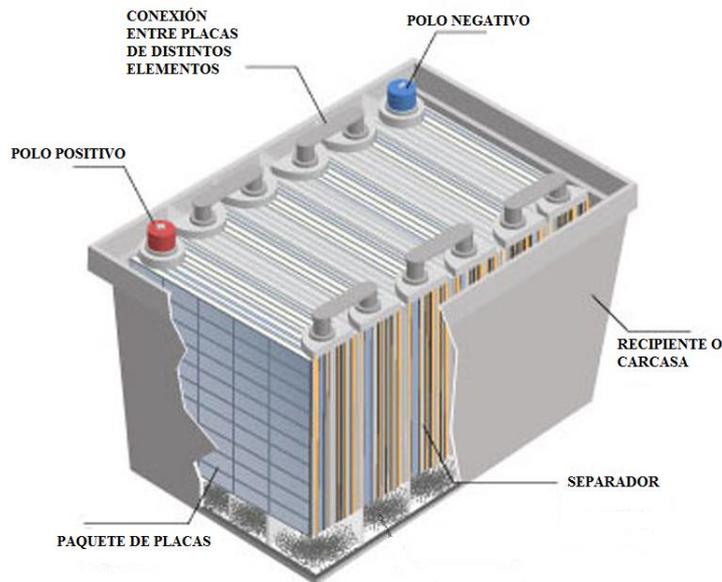


Figura 3.8. Constitución de una batería.

Cada elemento está constituido por placas positivas y negativas distanciadas por un **separador** fino. Estas placas se encuentran sumergidas en una sustancia conductora denominada **electrolito**. Las baterías generalmente empleadas son las de electrolito ácido donde las placas son de una aleación de plomo y el electrolito una mezcla de **ácido sulfúrico y agua destilada**. Todas las placas positivas están conectadas al polo positivo y las placas negativas al polo negativo. Entre estas placas se establece una reacción química que permite que la batería se cargue cuando se conecta a una fuente de corriente continua y cuando se descarga se produce la reacción química inversa.

Las características más importantes de las baterías son el **voltaje** o diferencia de potencial entre sus bornes expresada en voltios, la **capacidad** o cantidad de electricidad capaz de almacenar expresada en amperios-horas y la **intensidad máxima** capaz de generar en un tiempo determinado expresada en amperios.



Figura 3.9. Características de una batería

3.2.2. Acoplamiento entre baterías

Cuando se quiere variar las características de las baterías se recurre a los acoplamientos, que pueden ser **serie**, **paralelo** o **mixto**.

Acoplamiento paralelo: se realiza conectando los positivos por un lado y los negativos por otro.

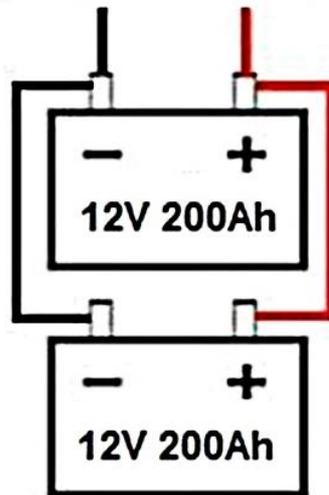


Figura 3.10. Acoplamiento paralelo de dos baterías.

Si acoplamos en paralelo dos baterías de 12 voltios y 200 A-h, el resultado sería de un grupo con 12 voltios y 400 A-h, es decir, este acoplamiento **aumenta la capacidad** y **mantiene el voltaje**.

Acoplamiento serie: se realiza conectando el positivo de una batería con el negativo de la otra.

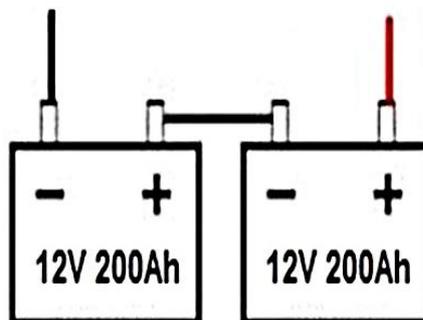


Figura 3.11. Acoplamiento serie de dos baterías.

En el caso de dos baterías de 12 voltios y 200 A-h, el acoplamiento quedaría con 24 voltios y 200 A-h de capacidad, es decir, este acoplamiento **aumenta el voltaje y mantiene la capacidad**.

Acoplamiento mixto o serie-paralelo: se realiza acoplando en paralelo grupos de baterías en serie.

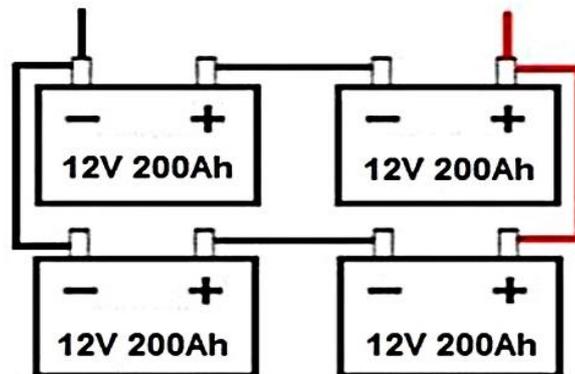


Figura 3.12. Acoplamiento mixto de cuatro baterías.

En el caso de un acoplamiento de cuatro baterías de 12 voltios y 200 A-h, el grupo quedaría con un voltaje de 24 voltios y 400 A-h, es decir, este tipo de acoplamientos **aumenta el voltaje y la capacidad**.

3.2.3. Tipos de baterías según su uso

Según el uso al que se destinen a bordo, las baterías se pueden clasificar en **baterías de arranque** y **baterías de servicio**.

Las baterías de arranque son las que se diseñan para el arranque de los motores de combustión interna. Están pensadas para entregar una gran intensidad en un corto periodo de tiempo y para descargarse muy poco, estando la mayor parte del tiempo a plena carga.

Las baterías de servicio están construidas para alimentar los servicios del barco (iluminación, sonda, gps, bombas de achique, etc.). Están diseñadas para entregar una intensidad relativamente pequeña durante un periodo de tiempo que puede llegar a ser grande, admitiendo ciclos profundos de descarga.

No se aconseja emplear baterías de arranque para alimentar servicios ni baterías de servicio para el arranque eléctrico porque no funcionan adecuadamente o incluso se pueden deteriorar.

3.2.4. Mantenimiento de las baterías

Como ya se ha dicho, las baterías más empleadas son las de acumuladores de plomo sumergidas en electrolito ácido (ácido sulfúrico y agua destilada) y los cuidados básicos son los siguientes:

- **Comprobación del nivel de electrolito:** durante el funcionamiento estas baterías pueden evaporar el electrolito, éste debe de cubrir las placas de cada elemento y estar aproximadamente un centímetro por encima de ellas. En caso de ser menor, se añade **sólo agua destilada**, porque es lo que se evapora. Las placas nunca tienen que quedar descubiertas. Algunas baterías son herméticas y no se puede acceder al electrolito.

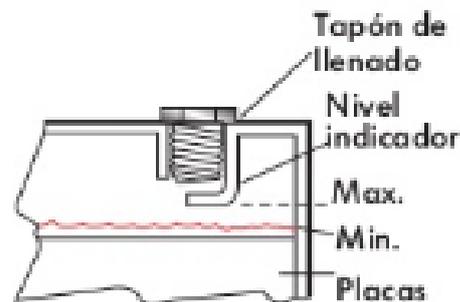


Figura 3.13. Nivel de electrolito de una batería.

- **Comprobación de la carga:** se aconseja comprobar el estado de carga de las baterías periódicamente para verificar el estado de los elementos de la instalación. Esta comprobación se hará al menos una hora después de haber sido cargada o haber estado en uso. La comprobación se puede hacer mediante un **densímetro**, tomando una muestra de cada elemento. Un valor de 1300g/cm^3 indica carga máxima y de 1100g/cm^3 , carga mínima. Una batería en buen estado o en una instalación que funcione bien debe de presentar valores de carga cercanos al máximo.

DENSIMETRO

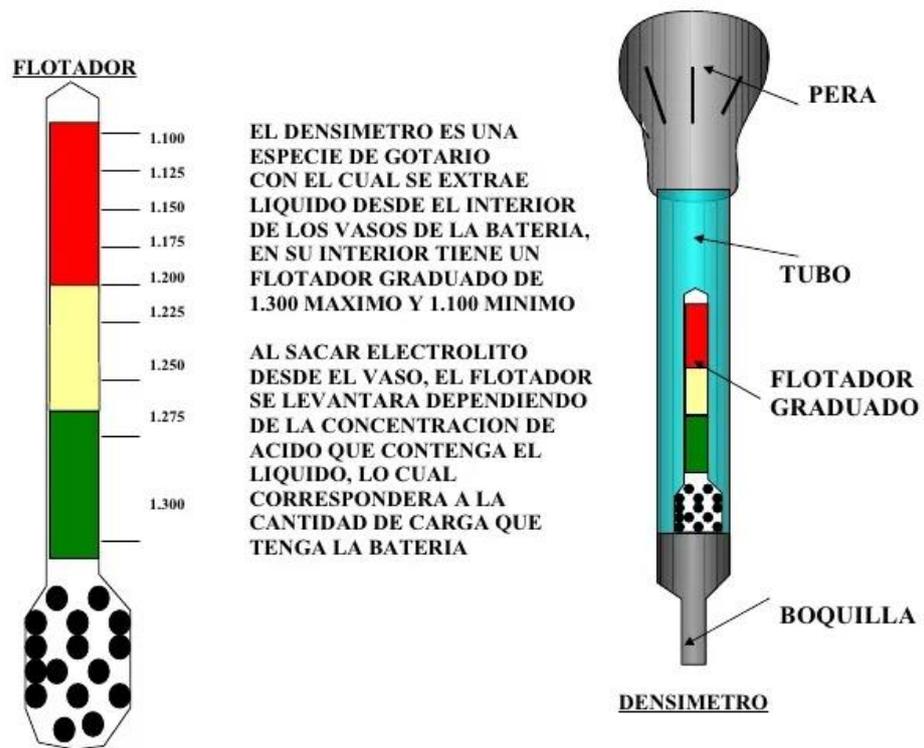


Figura 3.14. Densímetro de batería.

La comprobación de carga también se puede realizar mediante un **voltímetro**. Un valor de 12.5 voltios significa que la batería tiene un 80% de la carga y valores de 12 voltios baja carga (en torno a un 40%). Valores alrededor de 13 voltios indican que la batería está sobre el 100% de carga.



Figura 3.15. Comprobación de la carga de una batería mediante un voltímetro.

- **Limpieza de los bornes de la batería:** la suciedad y óxido que se acumulan entre el borne de la batería y los terminales del cable hacen que se produzca una caída de tensión y puede hacer que llegue un bajo voltaje a los consumidores, produciendo anomalías de funcionamiento en algunos de ellos. Conviene desmontar el terminal y limpiarlo al igual que el borne con un cepillo de alambre o lija y luego engrasarlos antes de montar.

3.3. INSTALACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

Las instalaciones de corriente alterna no son muy habituales en las embarcaciones pesqueras de pequeñas esloras. En el caso de que se hallen instaladas son de pequeña potencia y complementarias a las de corriente continua. Un ejemplo de este tipo de instalaciones podría ser como la representada a continuación:

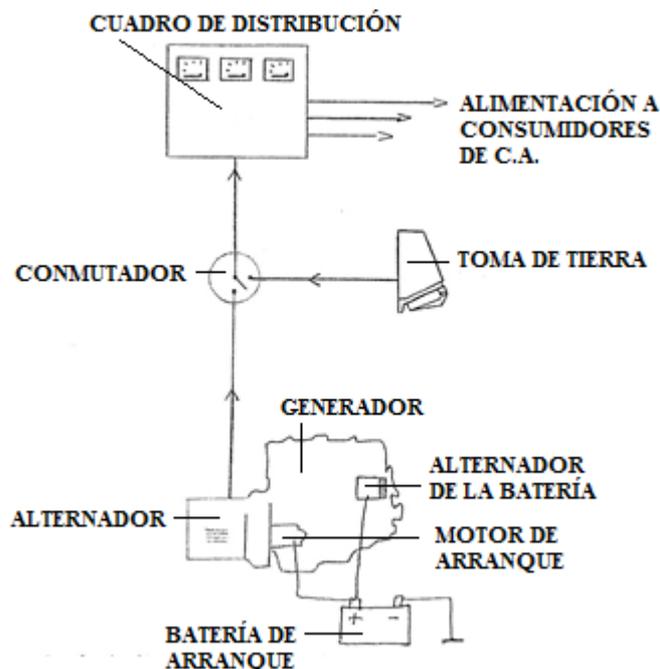


Figura 3.16. Instalación de corriente alterna.

El **generador** suele ser diésel alternador, motor diésel que mueve un alternador y produce corriente alterna, normalmente de 220, 380 voltios o ambos voltajes, dependiendo de los consumidores de corriente alterna que tenga el barco. El generador suele tener arranque eléctrico y su

propia batería de arranque, que carga un **alternador de carga** arrastrado por el motor.

La corriente es enviada al **cuadro de distribución**. Este cuadro envía la corriente a los diferentes consumidores de corriente alterna a través de los **interruptores** y **protecciones**. Los interruptores dan paso de la corriente al circuito y las protecciones protegen contra **sobrecargas** y **cortocircuitos**. Estos cuadros pueden incorporar instrumentos de medida como **voltímetros** para medir la tensión o **amperímetros** para medir la intensidad o consumo de los circuitos.

El **conmutador** permite alimentar al cuadro de distribución por medio del generador del barco o desde la toma de tierra que se puede alimentar desde el muelle.

3.4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

- Realizar el mantenimiento de las baterías periódicamente.
- Revisar la tensión y el estado de la correa del alternador del motor.
- Mantener limpios de óxido y libres de humedad los conductores eléctricos en general.
- Revisar periódicamente el alternador y el motor de arranque del motor según indicaciones del fabricante.

3.5. DISTRIBUCIÓN DE LA CORRIENTE

La distribución de la corriente se realiza a través de los cuadros de distribución y en ellos se encuentran los interruptores para alimentar cada circuito y la protección que desconecta el circuito en caso de detectarse algún problema.

3.5.1. Protecciones eléctricas

Las protecciones en las instalaciones eléctricas son unas medidas de seguridad de los circuitos. Su función es la de dejar sin corriente, de manera automática, el circuito en caso de que se presente una anomalía que pueda provocar graves consecuencias en la instalación. Los problemas más habituales que se pueden producir en los circuitos eléctricos son las **sobrecargas** y los **cortocircuitos**, ambos problemas son valores de intensidad por encima de los permitidos. La sobrecarga es un aumento moderado de la intensidad, provocando calentamiento de los conductores y el cortocircuito produce un aumento enorme de la

intensidad, pudiendo fundir rápidamente el circuito con la posibilidad de incendios.

Las protecciones más empleadas son las siguientes:

Fusibles: son elementos más débiles que el conductor que protegen y que se funden o inutilizan en caso de producirse un aumento excesivo de la intensidad, como es el caso de un **cortocircuito** o **sobrecarga**. Los fusibles están limitados por una intensidad máxima, cuando actúan se destruyen y se tienen que sustituir por otro de iguales características.



Figura 3.17. Diferentes tipos de fusibles.

Térmicos: su función es la de abrir el circuito en caso de cortocircuito o sobrecarga. A diferencia del fusible, el térmico se puede rearmar y seguir utilizando, una vez que se solventa el problema eléctrico.



Figura 3.18. Térmico.

Magnetotérmicos: estas protecciones se utilizan en corriente alterna y protege al circuito contra **cortocircuitos** y **sobrecargas eléctricas**. La acción térmica actúa por sobrecargas y la acción magnética es más rápida y lo hace ante cortocircuitos.



Figura 3.19. Magnetotérmico.

Diferenciales: se emplean también en corriente alterna y protege contra las derivaciones o fugas de corriente hacia el exterior del circuito, protegiendo por tanto a las personas de accidentes eléctricos.



Figura 3.20. Diferencial.

TEMA IV. SISTEMAS HIDRÁULICOS A BORDO

4.1. INSTALACIONES HIDRÁULICAS.....	70
4.2. MANTENIMIENTO.....	71

Las instalaciones hidráulicas se utilizan bastante en embarcaciones dedicadas a la pesca de bajura como por ejemplo los haladores hidráulicos para la pesca del trasmallo, palangre, nasas, y la pesca de cerco. Siendo elementos muy importantes para la explotación pesquera y por lo tanto importante también el conocimiento de su funcionamiento y mantenimiento.

Por otra parte el sistema de gobierno de la embarcación suele ser hidráulico, sistema clave para la seguridad del barco.

4.1. INSTALACIONES HIDRÁULICAS

Las instalaciones hidráulicas se fundamentan en someter un **fluido hidráulico (aceite)** a cierta presión y enviarlo a un actuador hidráulico para que se mueva, produciendo un trabajo (pistón o motor hidráulico, normalmente)

En la figura se representa un circuito hidráulico diseñado para mover un pistón hidráulico.

El aceite se almacena en un **depósito** y circula en circuito cerrado.

Una **bomba hidráulica** aspira el aceite del depósito y eleva su presión. La bomba puede ser movida por un motor eléctrico o por el motor propulsor, como suele ser habitual en el caso de pequeñas embarcaciones pesqueras.

Una **válvula de seguridad** evita que la presión supere una presión máxima en el sistema.

Las **válvulas distribuidoras** se encargan de enviar el aceite hacia el actuador, dirigiéndolo en un sentido u otro, obteniéndose movimiento. En el caso de un pistón, como se representa en la figura, puede mover hacia una banda u otra un timón. En el caso de un motor hidráulico, puede girar en un sentido u otro, como un halador. Las válvulas distribuidoras pueden ser de accionamiento mecánico mediante una palanca o electroválvulas, accionadas por una señal eléctrica.

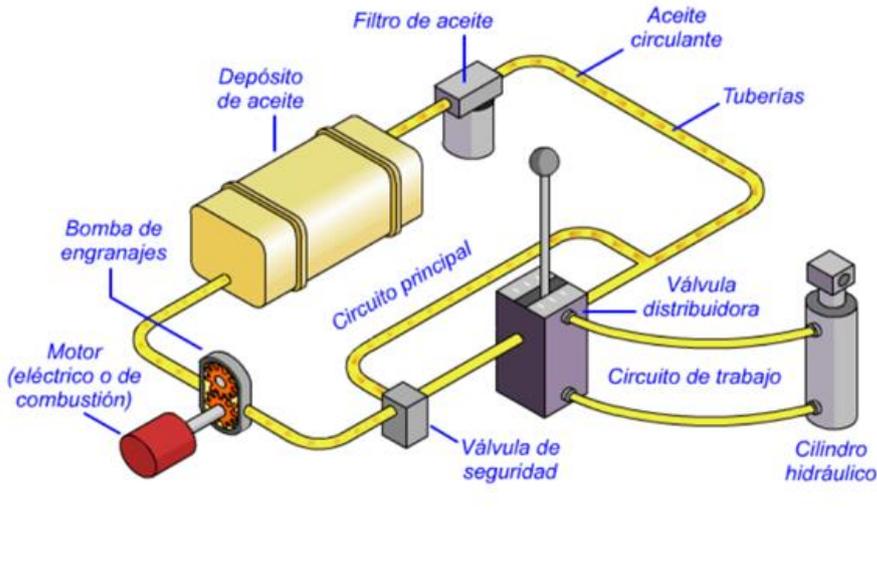


Figura 4.1. Instalación hidráulica.

Una vez que el aceite ha realizado el trabajo vuelve al depósito, pasando antes por un **filtro** que retiene las posibles impurezas arrastradas.

La instalación puede llevar un **intercambiador** para enfriar el aceite debido a que puede alcanzar temperaturas elevadas.

4.2. MANTENIMIENTO

El mantenimiento básico de una instalación hidráulica sería:

- Sustitución del aceite y el filtro periódicamente, según indicaciones del fabricante.
- Control de las posibles pérdidas que pueda presentar la instalación.