

ARRANQUE POR AIRE COMPRIMIDO:

Aire comprimido inyectado en los cilindros.

La puesta en marcha de un motor diesel grande necesita un considerable gasto de energía en un tiempo corto. Uno de los métodos más simples de almacenar grandes cantidades de energía interna es comprimiendo aire dentro de botellones, que luego se utiliza para el arranque del motor diesel, haciéndolo expandir dentro de los cilindros. Para esto, es necesario agregarle un sistema valvular de arranque, que es el método generalmente usado en los grandes motores.

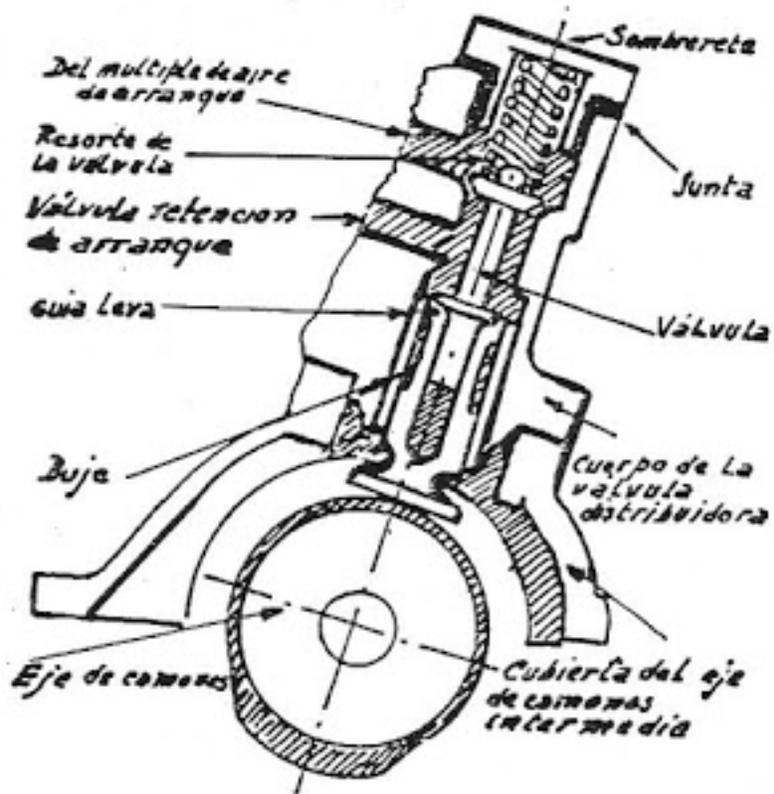
El aire comprimido utilizado para la puesta en marcha puede reponerse durante cierto tiempo, en la marcha del motor principal, usando un compresor de aire acoplado o independiente.

En la mayoría de los sistemas de arranque por aire se inyecta éste a presión a través de la válvula de puesta en marcha o arranque, que son comandadas en sus aperturas, haciéndolo en el momento correspondiente a la carrera normal de expansión siguiendo el orden de encendido. Cuando el motor ésta girando con la velocidad necesaria, se corta el aire de arranque y se pasa a inyectar el combustible.

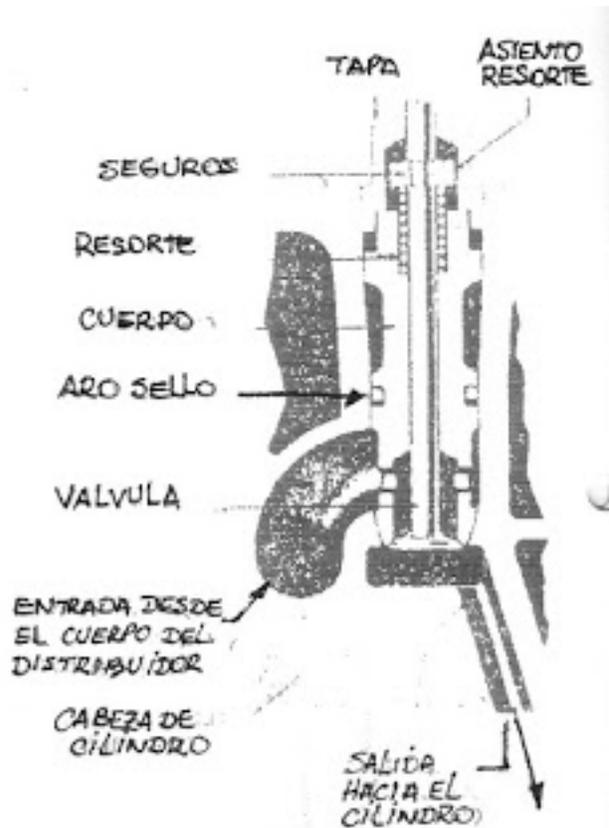
En los motores que tengan diez o menos cilindros, normalmente se equipan con válvulas de arranque en todos los cilindros. En los de 12 ó 16 cilindros, sólo la mitad de éstos se equipan con válvulas de arranque. En los motores multicilíndricos de 2 tiempos de más de tres cilindros se pueden hacerlos arrancar con aire comprimido en cualquier posición de arranque. En los de 4 tiempos debe tener como mínimo para esta condición seis cilindros.

Existen dos métodos para el tiempo de abertura de las válvulas de arranque:

- De accionamiento mecánico directo por medio de camones individuales.
- De accionamiento indirecto, por medio de un distribuidor de aire.

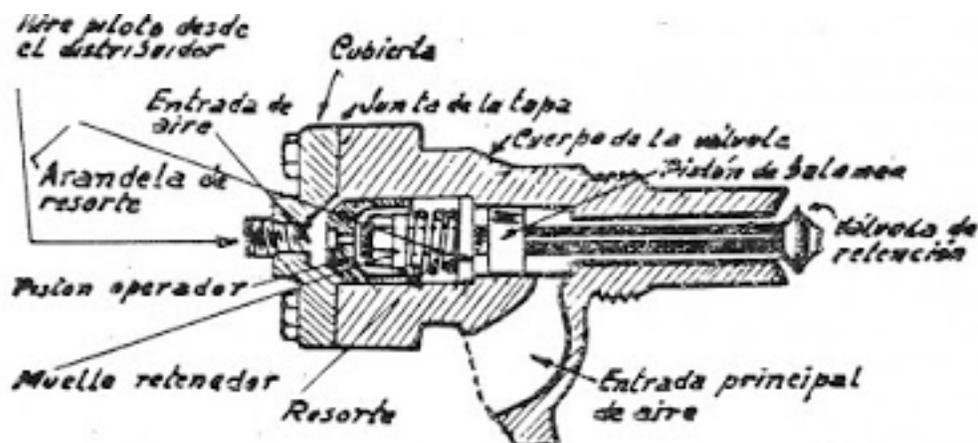


Esta figura muestra una válvula distribuidora accionada por camones.



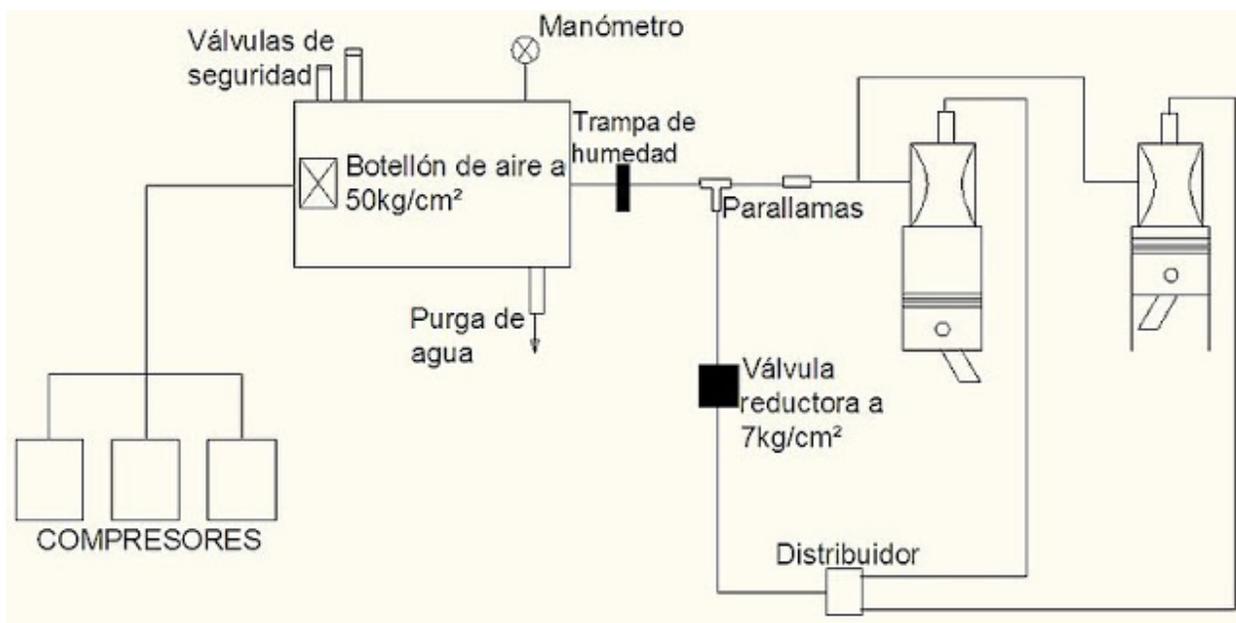
Esta es una válvula de retención de aire de arranque del mismo motor.

Como el distribuidor va colocado a cierta distancia de la culata del cilindro, las válvulas de arranque generalmente son accionadas por pilotos movidos por la presión del aire de entrega desde el distribuidor.

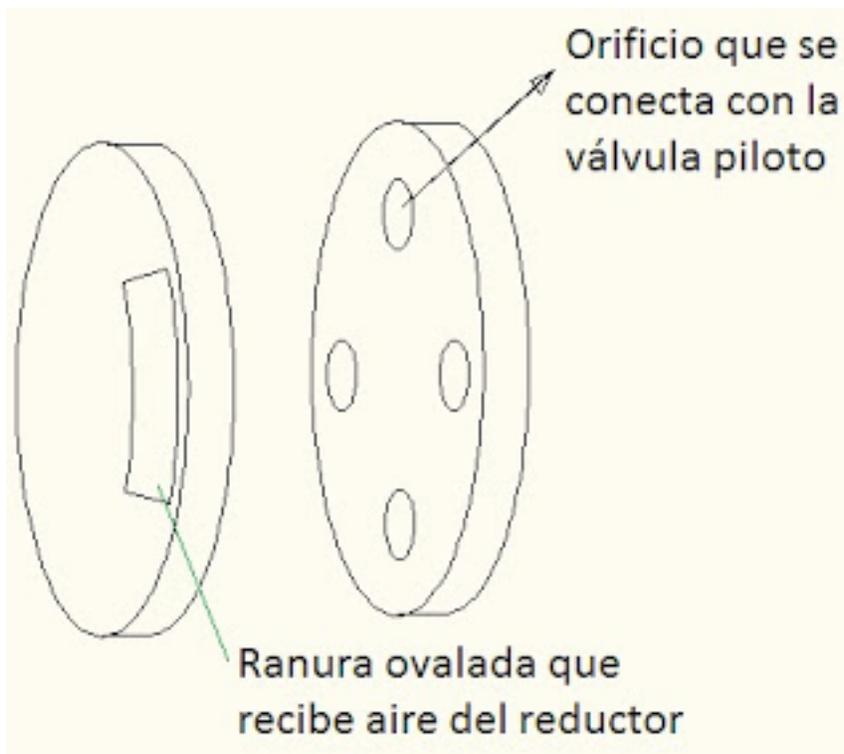


La figura nos muestra una válvula piloto. En este caso, el distribuidor se conecta mediante tuberías pequeñas a una cámara de aire encima de cada válvula de arranque, que lleva un pistón unido al tope de la válvula de arranque. La presión de aire entregada por el distribuidor en el momento oportuno o tiempo actúa sobre la cabeza del pistón, que abre la válvula de arranque. El suministro de aire de arranque que se encuentra en la válvula, es entregado por la entrada principal y cuya presión no influye en la abertura de la válvula de arranque, debido a que esta es equilibrada por el pistón de balanceo.

El aire es entregado a los cilindros para el arranque, cuando el distribuidor envía aire a la válvula piloto para actuar sobre el pistón de la válvula de arranque, que lo obliga a abrirse.



Sistema típico de aire de arranque.



Esquema básico de distribuidor de aire de arranque típicos en MTU , Pielstick, MAN, etc.

Elementos constructivos del sistema

Botellones de aire: También llamados tanques, sirven de suministro y reserva de aire. Estructuralmente están contruidos con medidores de presión (Manómetros), una tapa de inspección para su revisión interna, una válvula de purga, ésta debe ser controlada periódicamente para el desagote del agua condensada en su interior (Además, el botellón de aire debe tener una leve inclinación para que se pueda realizar el purgado), dos válvulas de seguridad de presión para evitar sobrecargas, un termómetro y una válvula de cierre. El espesor de las paredes de los depósitos debe poder soportar presiones tres veces mayores que la presión nominal como mínimo, por razones de seguridad.

Compresores: Son máquinas que aspiran el aire ambiente a presión atmosférica para conferirle una presión superior. La selección del compresor debe realizarse de acuerdo a la presión de trabajo y caudal de aire necesario. Los sistemas de arranque por aire comprimido que lo utilizan, generalmente cuentan con uno o varios compresores siendo de vital importancia contar con uno de ellos fuera de servicio. Los compresores se pueden clasificar de acuerdo a su tipo constructivo, siendo los más comunes: Compresor alternativo a pistón y compresor rotativo a tornillo o helicoidal.

Trampa de humedad: Ubicada en la tubería de alta presión, seguido a los botellones, sacan todo el resto de humedad dispersa en el aire comprimido. Se debe extraer al máximo las moléculas de agua del aire, ya que esta sustancia es altamente corrosiva y perjudicial para el motor.

Reductor de presión: A través de un mecanismo de válvulas expansivas reducen la presión del aire. Tiene como objetivo permitir que el distribuidor de aire sea de menores dimensiones de lo que sería si trabajase directamente con la presión de red. Al haber reductor de presión, no solo el distribuidor será de menores dimensiones, sino también los comandos de válvulas de arranque en los cilindros.

Distribuidor de arranque rotativo: Su movimiento está sincronizado con el cigüeñal y movido por el árbol de levas. Tiene una toma del aire del reductor y tantas salidas circulares como válvulas de arranque existan. Siempre comunica la entrada con una de las salidas, de modo que el motor siempre está listo para arrancar. Una forma posible es un disco con un orificio que gira solidario a un eje sincronizado al giro del cigüeñal. Un disco estático, con perforaciones que abarcan un determinado ángulo, se mantiene en contacto con el primer disco. Cada orificio del disco fijo se comunica con una de las válvulas de arranque por medio de tuberías. El ángulo que abarcan esos orificios en el disco fijo representan otro ángulo directamente proporcional al eje del cigüeñal.

Válvula piloto: Ubicada por encima de la válvula de arranque, se compone de un émbolo retenido por un resorte el cual es vencido al ingresar el aire proveniente del distribuidor ($7\text{kg}/\text{cm}^2$) Una vez abierto, él émbolo realiza presión sobre la válvula de arranque que se encuentra por debajo, estirando su resorte de contención, produciendo su apertura.

Motor arrancador o arrancador neumático en caso de ser éste el sistema de arranque.

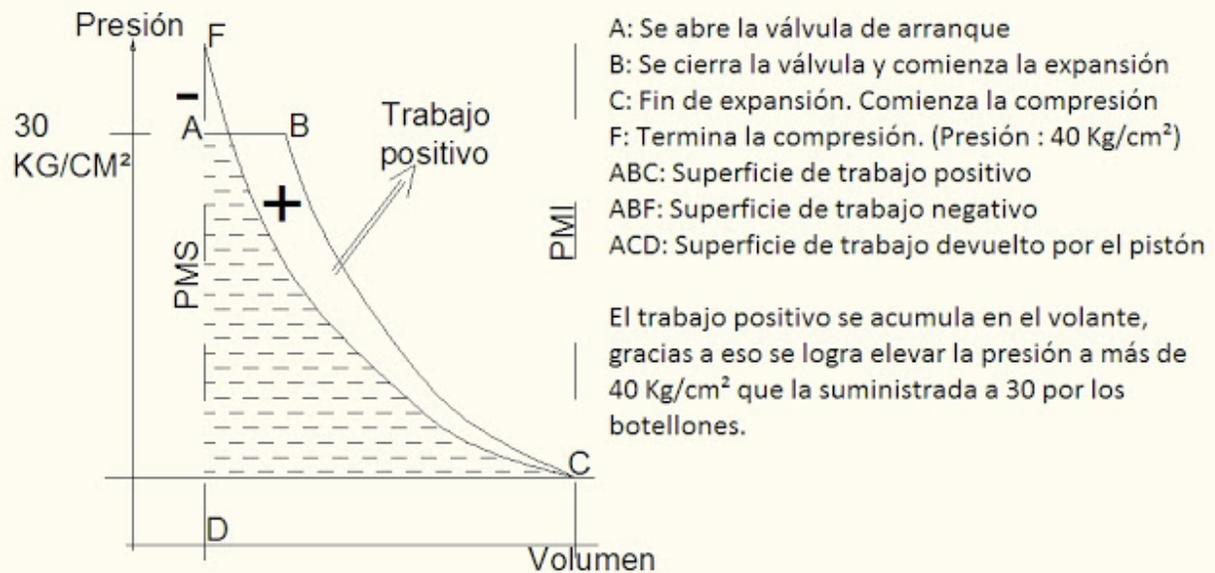


Diagrama de trabajo del aire de arranque en un cilindro.



ARRANCADOR NEUMÁTICO

También con el sistema neumático se pueden usar arrancadores neumáticos similares a los eléctricos, con un acople tipo "Bendix".



El arrancador neumático recibe aire de arranque desde un válvula piloto, haciendo trabajar una turbina neumática, o un motor neumático de paletas, que mueve un sistema de transmisión que

termina en un piñón retráctil tipo "Bendix" que acopla directamente en una corona dentada ubicada en el volante de inercia del motor.



ARRANQUE HIDRÁULICO



Si bien el arranque hidráulico es un sistema de arranque que no está implementado todavía en nuestra Armada, lo mencionaremos ya que sí se lo utiliza en la aeronáutica, y en instalaciones terrestres pesadas en las que los motores transcurren prolongados lapsos de tiempo detenidos.

El arrancador hidráulico es una pieza de maquinaria para el arranque rápido y fácil de motores Diesel sin necesidad de baterías eléctricas o compresores e intercambiable con los arrancadores eléctricos. De construcción robusta para una fiabilidad del 100%.

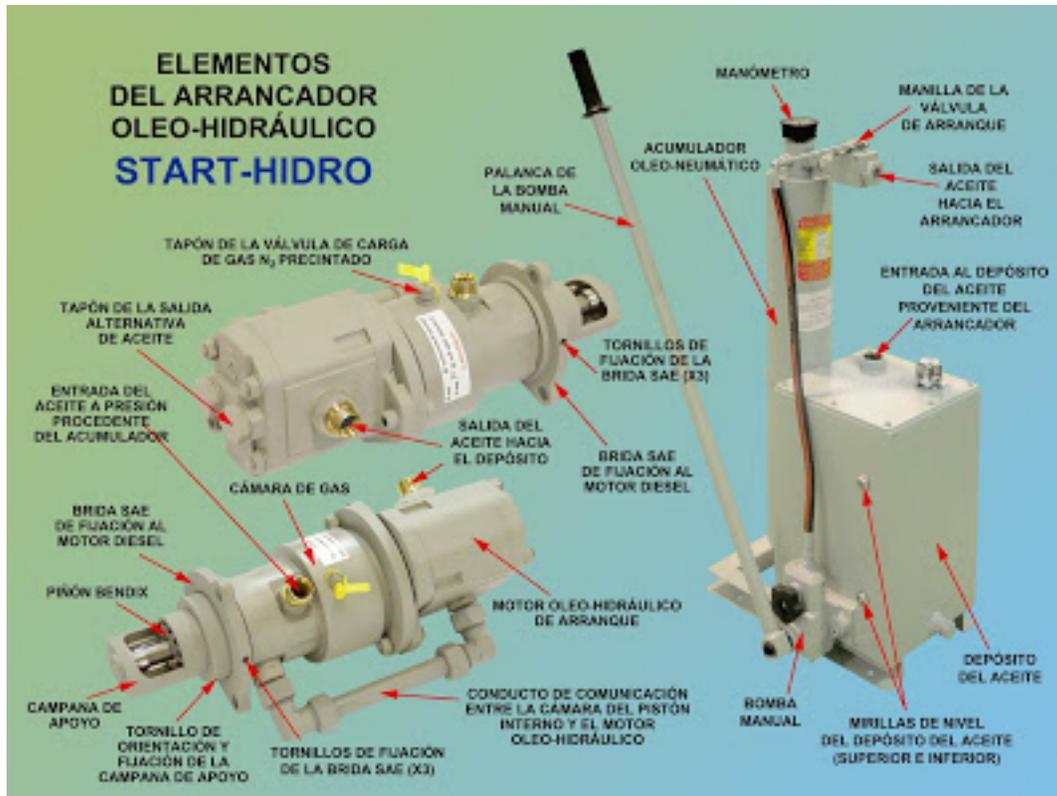


Su principio operativo se basa en la energía almacenada en un acumulador oleo-neumático precargado con nitrógeno seco.

Su operación no produce chispas, de modo que excluye cualquier riesgo de explosión, y es apropiado para motores de 50 CV a 1.000 CV.



El sistema completo se compone de una bomba manual, un acumulador de pistón conectado a un depósito de aceite, una válvula, un manómetro, dos mangueras de conexión y el motor de arranque oleo-hidráulico equipado con un cilindro hidráulico para mover el piñón Bendix de engranaje con el motor Diesel.



Los motores diesel se construyeron, generalmente, para arrancar y funcionar a una temperatura ambiente de alrededor de 20° C.

Cuando un motor diesel ha estado en un ambiente muy frío muchas horas, sin funcionar puede suceder:

- El motor de arranque no lo hace girar a la suficiente velocidad para producir mediante la compresión la temperatura necesaria.
- Aun cuando el motor sea girado con suficiente velocidad, la temperatura producida por la compresión, debido al aire frío, puede estar por debajo de la mínima necesaria para la ignición del combustible.

La lentitud en el giro resulta de un aumento en la viscosidad del lubricante. La resistencia friccional al giro de un motor esta en relación directamente proporcional a la viscosidad del aceite lubricante y se la disminuye calentándolo. La mayor fricción es en la película de aceite entre el pistón y las paredes del cilindro. Para ello el remedio más efectivo es calentar las paredes del cilindro, aumentando la temperatura del agua de los cilindros. Algunos motores chicos preparados para funcionar en climas fríos, llevan un calentador eléctrico construido en las camisas o tuberías de agua de los cilindros.

Otro sistema es bombear aceite de baja viscosidad momentos antes de parar el motor, para obtener una película de aceite de baja viscosidad entre las paredes de cilindros y pistones. Algunas veces el aceite lubricante menos viscoso resulta demasiado espeso y puede ser calentado y de no ser posible ello, diluirlo con kerosén hasta alrededor del 10 %.



BAJA TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISION.

La carga inicial de aire en el arranque es directamente proporcional a su temperatura, que influye en la temperatura final de compresión. Por lo cual es necesario recurrir a distintos métodos para vencer esa dificultad.

METODOS Y APARATOS PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL

Existen distintas formas de vencer el inconveniente de la baja temperatura del aire de admisión:

- 1). Calentadores eléctricos para el aire de admisión.
- 2). Cebadores de llama.
- 3). Bujías incandescentes.
- 4). Yescas (hisopos).
- 5). Aparatos de sobrecarga en las bombas de inyección de combustible.
- 6). Inyección de éter o nafta en el aire de admisión.
- 7). Aumento de la relación de compresión.



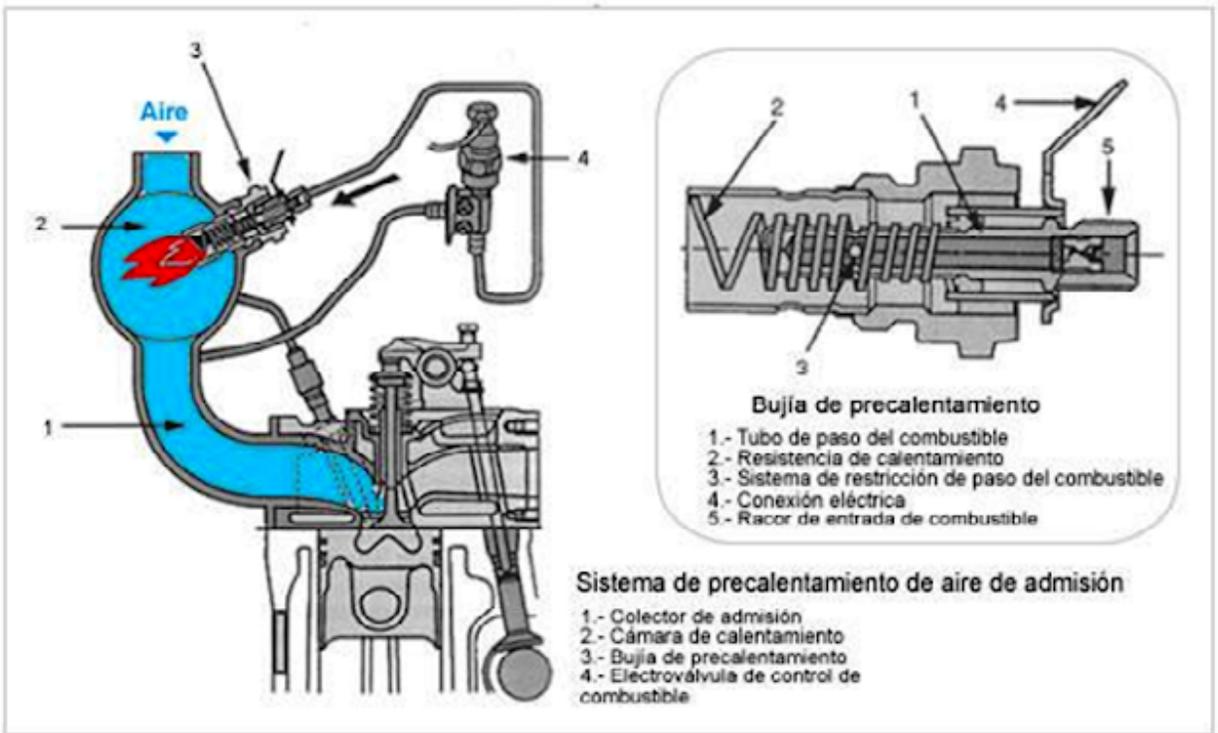
Estos aparatos se emplean en motores chicos que utilizan arranque con motor eléctrico con batería. En los motores grandes, cuyos compartimientos mantienen temperaturas alrededor de 20° C, no se utilizan aparatos especiales para el arranque en frío.

- 1). Calentadores eléctricos. Los calentadores eléctricos para el aire de admisión consisten en serpentines hechos de resistencia de alambre, instalados en los múltiples de admisión y calentados mediante la corriente de la batería de arranque. Es un buen sistema y es muy usado.



Calentador de aire de admisión.

2). Cebadores de llamas. Consiste en una bomba de gasoil accionada manualmente, con pulverizador y una bujía eléctrica con una bobina de vibración continua para la chispa. La tobera y la bujía se instalan en el múltiple de aire de admisión del motor y de ese modo dan una serie continuada de chispas. El chorro de combustible finamente pulverizado se dirige directamente contra los electrodos de la bujía, se inflama, y así calienta el aire que es aspirado hacia adentro del motor durante el arranque.

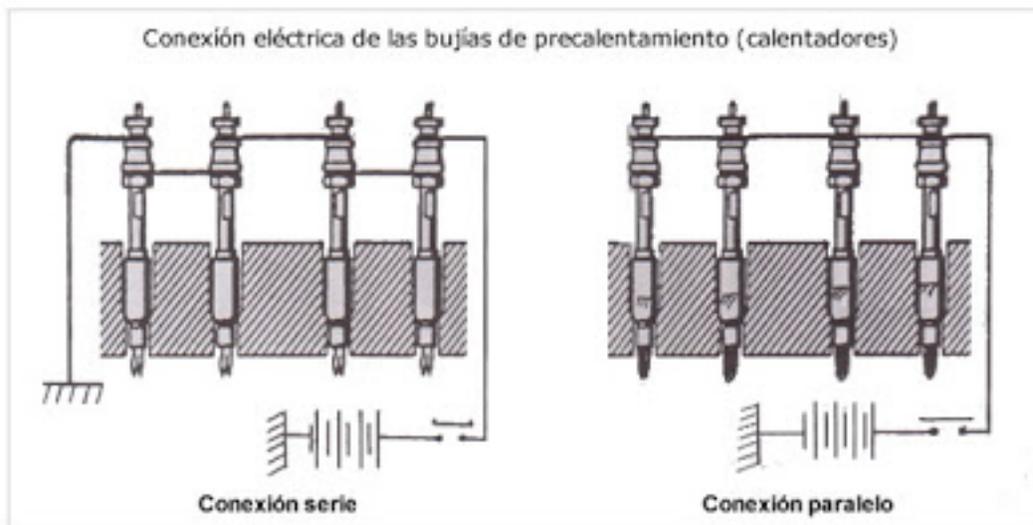


La mezcla se inflama en la parte delantera de la bujía de precalentamiento, al entrar en contacto con la espiga incandescente caliente a más de 1000 °C.

3). Para facilitar el arranque en frío, sobre todo cuando la temperatura exterior es baja, los motores diésel automotrices, chicos y medianos, utilizan calentadores eléctricos o bujías incandescentes. Se colocan en las culatas generalmente. Son calentadas por la corriente de la batería de arranque y dan buenos resultados.



Su tubo incandescente, que se introduce en la cámara de combustión, se calienta en cuanto recibe energía, hasta 1000 °C dependiendo del calentador. Así se calienta también la cámara de combustión. Este proceso que se produce antes del arranque propiamente dicho del motor también se denomina "precalentamiento".



Durante el precalentamiento fluye al principio la corriente por los pernos y la espiral reguladora hasta la espiral calentadora que enseguida se calienta y pone las puntas de la varilla incandescentes. La punta incandescente se calienta a diferente velocidad dependiendo del tipo del motor. De este modo sube aún más la temperatura de la espiral reguladora, que ya está caliente por efecto de la corriente. Como consecuencia, su resistencia eléctrica

aumenta y se reduce así la corriente, de forma que la varilla ya no puede resultar dañada.



Diferentes fases de calentamiento de los calentadores



Bujías de precalentamiento.

¿Qué es la incandescencia residual?

El calentamiento tras el arranque, en la marcha del motor, reduce el humo blanco/azul y elimina el golpeteo del encendido en frío. El sistema de calentamiento propiamente dicho consta de calentadores autorregulables de metal o cerámica, una unidad de control electrónica del tiempo de incandescencia y un sensor de la temperatura.

Los calentadores de varilla autorregulables se protegen del sobrecalentamiento limitando la corriente del calentador al subir la temperatura. Sin embargo, cuando el motor está en marcha, la tensión aumenta, y algunos calentadores pueden quemarse. Además, los calentadores que reciben la corriente tras el arranque siguen expuestas a las temperaturas de combustión, es decir, se calientan desde dentro y desde fuera.

4). Yescas. En algunos motores llevan una varilla de acero ubicada en la cámara de combustión opuesta al chorro de inyección de combustible. Esta varilla tiene una cavidad hueca en su interior y una rosca en el exterior, para fijarla en la culata. Antes de poner en marcha el motor, la varilla se desenrosca, se le coloca una yesca (hisopo) en su cavidad, se le inflama y luego se coloca en su alojamiento. Cuando el motor gira, la inyección del combustible choca con la yesca incandescente y se inflama.

5). Aparato de sobrecarga en la bomba de inyección de combustible. Se emplean en muy pocos motores, pues requieren el cambio de la estructura del motor. Consiste en una inyección de combustible superior a la cantidad requerida, en la relación aire-combustible por carrera, resultando con ello un aumento de la cantidad relativa de las partidas más volátiles, las que se inflaman con más facilidad.

6). Inyección de éter o nafta. Se emplea este método al no tener otro adecuado para el arranque del motor en tiempo frío. Una cantidad muy pequeña de estos combustibles altamente volátiles, vertido manualmente dentro del múltiple de admisión, es aspirado por los cilindros y ayudara a inflamar el combustible inyectado en los cilindros.

Este método es efectivo, pero peligroso, por las excesivas presiones de combustión que puede originar averías al motor.

7). Aumentar la relación de compresión. Al aumentar la relación de compresión, desde ya, se aumenta la temperatura final de compresión. En algunos motores la cámara de combustión está dividida en dos cámaras, unidas entre si por un conducto controlado por una válvula comandada. Cuando el motor funciona, las cámaras comunicadas, pero antes del arranque se incomunican, así se aumenta la relación de compresión. Tal aumento de compresión asegura un aumento en la temperatura final de compresión, suficiente para obtener el fácil arranque del motor.

INVERSION DE MARCHA

En las embarcaciones menores con motores diesel, la inversión de marcha se realiza por un medio externo, mecanismo de cambio de marcha. Los motores diesel grandes para la propulsión de buques, cuando son de acoplamiento directo a la hélice, estos motores son reversibles, es decir, que la inversión de

marcha se obtiene parándolo y el mecanismo de inversión lo hace arrancar en dirección opuesta.

El método más eficiente para este sistema de inversión de marcha, en los motores de inversión directa, es por medio de aire comprimido unido al sistema de aire de arranque. Esto se realiza cambiando el tiempo de distribución de las válvulas de aire de arranque, de manera que el aire comprimido será adecuado a los cilindros para oponerse a la dirección de rotación original simultáneamente, el tiempo de distribución de la inyección de combustible y el de las válvulas de admisión y escape se cambia para corresponder en la nueva dirección de giro del motor. De tal manera que, tan pronto como la rotación del cigüeñal es invertida, el motor arrancara y funcionara en la dirección opuesta.

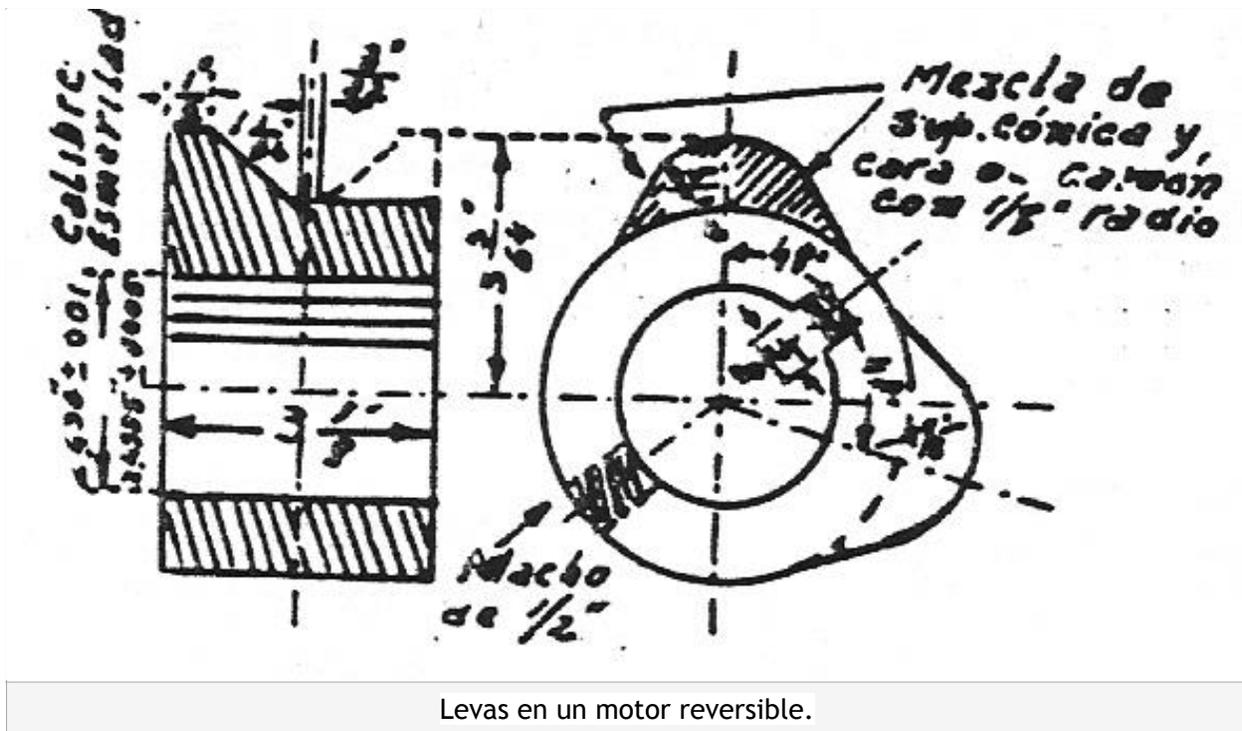
Cuando la dirección de giro del cigüeñal se invierte, todas las bombas accionadas por el motor deben también moverse en la dirección opuesta. En las bombas alternativas no influye el sentido de giro. Las bombas a engranajes están provistas de válvulas de retención automáticamente reversibles, por la presión del líquido entregado por la bomba, mantienen la tubería de descarga en el lado de descarga de la bomba, desde donde el líquido es entregado. En las bombas de barrido tiene un dispositivo similar o válvulas de cambio accionadas mecánicamente.

MOTORES DE CUATRO TIEMPOS

Cuando en un motor de cuatro tiempos es invertido su giro, el ciclo de funcionamiento se altera; debe ponerse la regulación de la distribución que sea el mismo para los dos sentidos de marcha. El sistema de inversión de marcha debe cambiar la posición del eje de camones para que se cumpla en este principio. Existen dos métodos generales empleados para mover el eje de camones para la inversión de marcha:

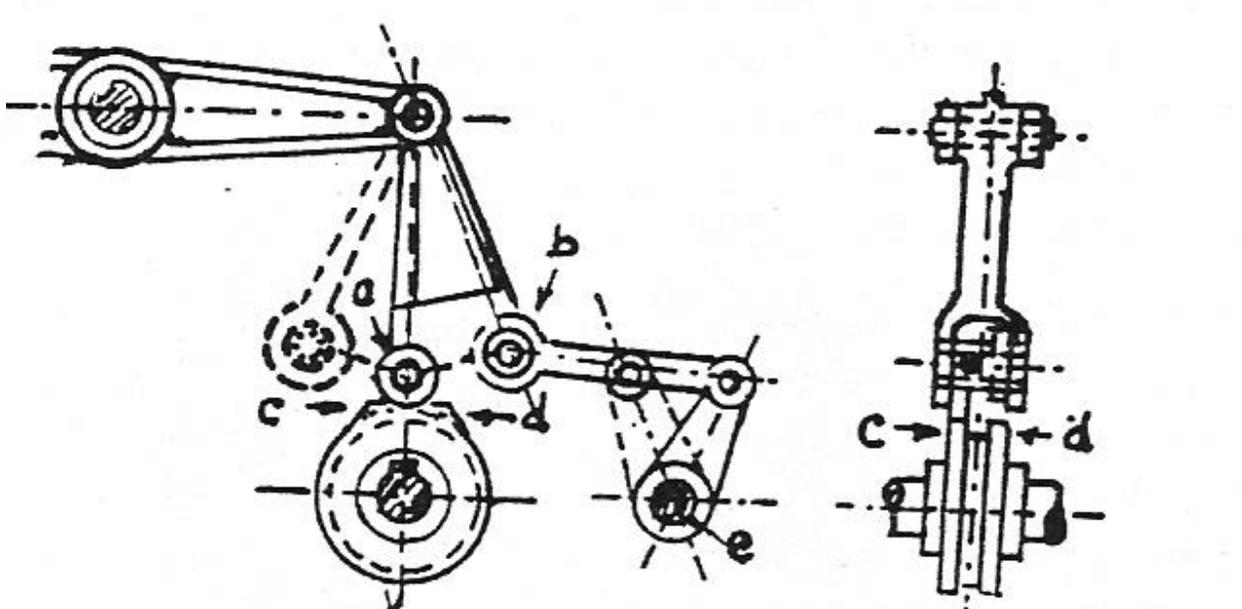
- 1). Por deslizamiento del eje de camones hacia los extremos.
- 2). Por enganche de los botadores de los camones.

1. Cuando se utiliza un eje de camones por deslizamiento, los camones se proveen con bordes biselados o rampas, para permitir que los botadores se deslicen sobre ellos cuando el eje se mueve hacia los extremos, o sistemas especiales que levanta en los botadores, permitiendo el deslizar del eje de camones, y volviéndolos a apoyar para su posterior accionamiento.



Levas en un motor reversible.

2. Algunos motores están provistos con botadores desplazables con doble juego de roletes opuestos, correspondiendo un juego de roletes a un sentido de giro y el otro en sentido inverso. Empleándose sobre el eje de camones dos juegos de camones, para el mecanismo valvular, inyección de combustible y arranque, una para cada sentido de marcha.



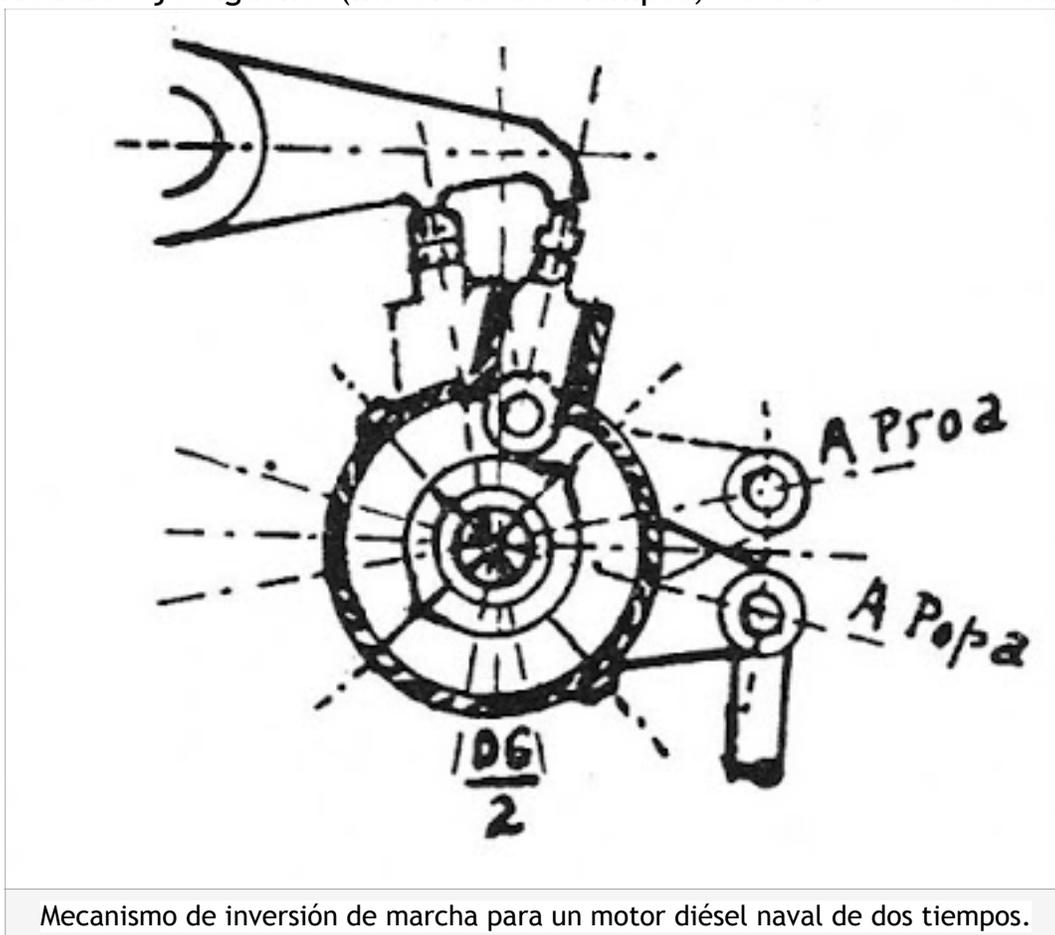
Camones para la inversión del aire de arranque.

Un método para cambiar el tiempo sistemas separados de aire de arranque y de inyección de combustible es proveer camones simétricamente en los ejes de camones individuales, los cuales operan estos sistemas. Girando estos ejes de camones unos pocos grados con respecto al eje cigüeñal que los impulsa, cuando al motor es invertida la marcha, el lado opuesto del camón accionara el aire de arranque y la inyección de combustible al tiempo correcto para la rotación invertida del motor.

MOTORES DE DOS TIEMPOS.

Cualquiera de los métodos aplicados a los motores de cuatro tiempos se puede usar para el sistema de inversión de dos tiempos.

Pueden usarse con sistema de inversión más simples. El tiempo de abertura y cierre de las lumbreras son fijos, el tiempo de las válvulas de aire de arranque o el de inyección de combustible, y de las válvulas de barrido, si se usan puede ser cambiado simplemente cambiando el botador del camón unos pocos grados con respecto al eje cigüeñal. La alza de la válvula en la posición de marcha atrás es menor que en marcha adelante, pero carece de importancia. Presenta un camón especial, de doble nariz, cuyo eje gira a la mitad de velocidad del eje cigüeñal (motor de dos tiempos, lleva doble leva el camón).



Mecanismo de inversión de marcha para un motor diésel naval de dos tiempos.

