

trasiego; la válvula dosificadora baja por su taladro y aumenta la abertura del orificio de dosificación, y el regulador es eficaz en toda la gama de velocidades de ralenti.

#### Regulador de Cremallera y Piñón

El eje del acelerador (Fig. 17) pasa derecho a través de la carcasa del regulador. Un piñón mecanizado en el eje, engrana con una cremallera de recorrido libre en el vástago de la válvula dosificadora. El husillo de cierre está alojado en la carcasa y tiene una leva de medio punto que conecta el lado inferior de la arandela de cierre con el extremo del vástago de la válvula dosificadora. La rotación del husillo por la palanca de cierre, eleva la válvula dosificadora a una posición en que el orificio de dosificación está tapado, parando de este modo el motor. Un tornillo de paro de ralenti con muelle, entra en la carcasa formando un ángulo con el centro de la cremallera. El tornillo de ajuste de la velocidad máxima, penetra en la carcasa verticalmente y se adosa a una parte plana mecanizada en el eje del acelerador opuesto al piñón.

#### Regulador de Montaje Reversible

En este tipo (Fig. 18) una excéntrica en el eje del acelerador acciona un manguito deslizante de control situado en el vástago de la válvula dosificadora. El regulador puede montarse en la bomba en posiciones alternativas a  $180^\circ$ , con distintas disposiciones de la palanca del acelerador y de la de cierre, para adaptarse a las diferentes instalaciones. Una placa orientadora colocada entre la placa externa de paro y la palanca del acelerador, permite realizar modificaciones en la conexión, pudiéndose montar la palanca a  $360^\circ$  con espaciamentos de  $1\frac{1}{2}^\circ$ . Los tope de ralenti y velocidad máxima son externos en cada lado de la carcasa del eje del acelerador. En muchas versiones, la placa de tope está soldada al eje para evitar holgura de carrera. Otra variación menor consiste en un manguito de control más largo con una placa de resorte más simple (45, Fig. 16).

El regulador reversible tiene posiciones alternativas del purgador en los lados contrarios de las carcasas para adaptarse a las distintas posiciones de montaje. An algunos reguladores, se coloca un purgador en la parte superior de la carcasa de control, sobre la válvula dosificadora. La operación de cierre es similar a la del regulador de cremallera y piñón.

#### Dispositivo Anti-calaje

Este dispositivo evita que se cale el motor si una desaceleración repentina hace que se cierre la válvula dosificadora excesivamente y corte el suministro de combustible. Un muelle de paro de resorte en la parte superior de la carcasa del regulador, por encima de la arandela de cierre y sobre la línea media de la válvula dosificadora, evita que la válvula se cierre de golpe. El funcionamiento del control de cierre vence la resistencia del resorte del muelle de tope del dispositivo, y mueve la válvula a la posición de completa-

mente cerrada. El dispositivo de anti-calaje puede montarse en los dos tipos de regulador hidráulico.

#### CONTROL DE LA SINCRONIZACION DE LA INYECCION

##### Avance con Incremento de la Velocidad

Este mecanismo (Fig. 19) facilita el avance progresivo de la sincronización de la inyección, a medida que aumenta la velocidad del motor. El pistón (5), se desliza libremente dentro de un cilindro (3). El movimiento de este pistón se transmite por una palanca de avance de leva con el extremo en forma de rótula (4) al aro de levas (1), que puede moverse libremente en un arco dentro de la carcasa de la bomba (2). Un muelle, saliente del interior del pistón, tiende a mantener el conjunto en la posición de retardo total.

El gas-oil, a presión de trasiego, pasa por un conducto a tornillo de fijación del cabezal, que sujeta el dispositivo al cuerpo de la bomba. La presión de trasiego actúa sobre el extremo plano del pistón, y mueve el pistón y el aro de levas contra la presión del muelle.

Cuando la presión de trasiego aumenta progresivamente con la velocidad del motor, el pistón se mueve a lo largo del cilindro para comprimir el muelle y mover el aro de levas hacia la posición de avance total. Cuando disminuye la velocidad del motor, decae la presión de trasiego, y la presión del muelle retorna el pistón y el aro de levas hacia la posición retardada.

El impacto de los rodillos sobre los lóbulos de leva en el comienzo de la embolada de inyección, tiende a mover el aro de levas hacia la posición retardada. Una válvula de retención situada en el conducto de combustible en la sujeción del cabezal, evita este movimiento. Cuando decae la velocidad del motor, la fuga normal de combustible en el pistón permite que el dispositivo retorne a la posición retardada bajo la acción del muelle.

Cualquier sincronización de avance que se desee, hasta un máximo de  $12-14^\circ$  (bomba), puede obtenerse con los dispositivos de dos etapas, la velocidad del motor a la que se efectúa el avance total se varía por medio de la tensión de los muelles usados. Cuanto más fuerte sea el muelle, más alta será la velocidad del motor a la que se alcance el avance máximo. Se efectúan ajustes muy precisos cambiando los suplementos situados entre los muelles y el capuchón.

##### Retardo de Puesta en Marcha

El avance total, puede obtenerse, a velocidad de ralenti del motor, usando un muelle de poca presión. Con el motor parado, no se dispone de presión de trasiego, y el muelle mantiene el aro de levas en la posición de retardo total. A la velocidad de ralenti, la presión de trasiego vence la débil resistencia del muelle, de modo que la sincronización de la inyección está totalmente avanzada en toda la gama de velocidades del motor.

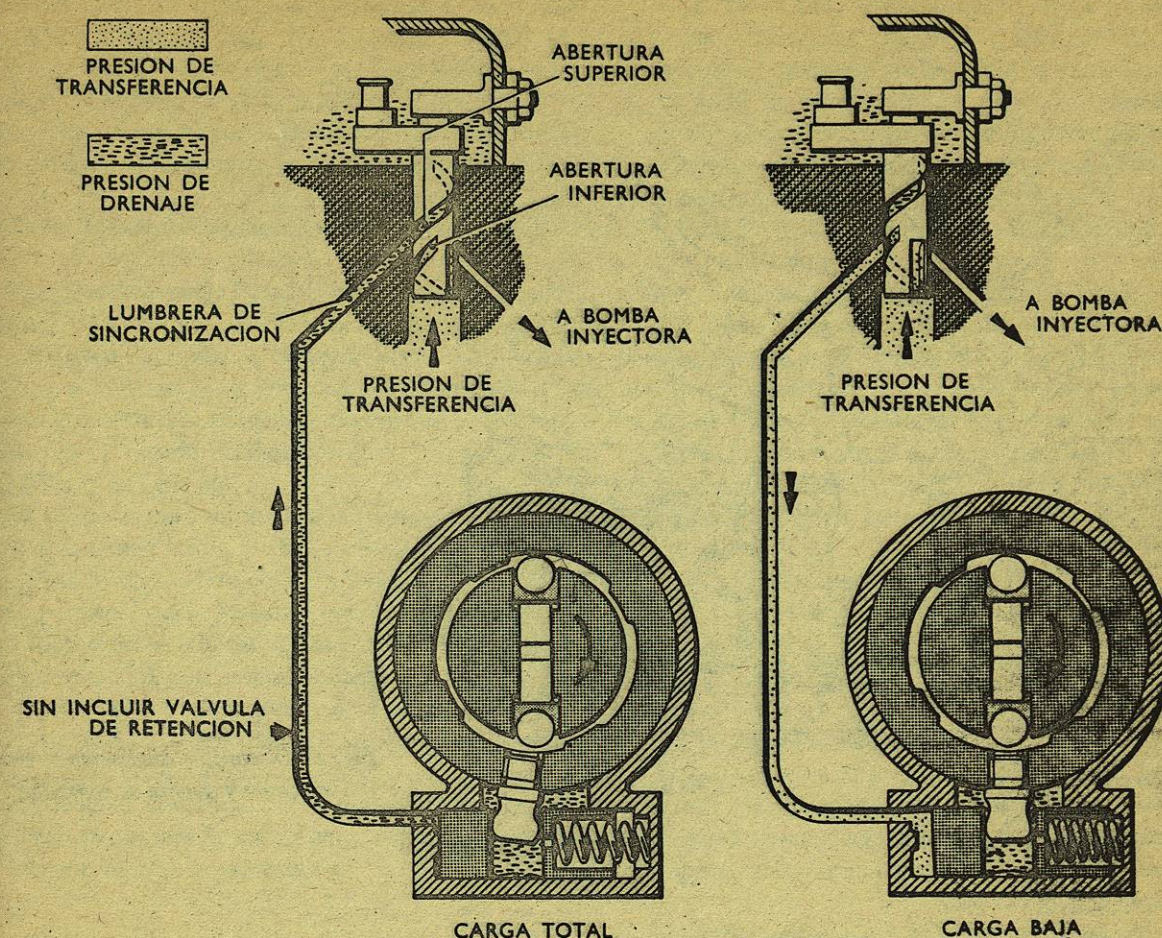


Fig. 21 Avance de carga ligera

##### Dispositivo Manual de Retardo de Puesta en Marcha

En este dispositivo, un cierre manual de control remoto mantiene el aro de levas en la posición de retardado para arranque. El cierre consiste en una palanca que mantiene la válvula de retención en su asiento y evita que la presión de trasiego desplace el pistón. También se dispone de una versión de tornillo, en la cual, la válvula de retención se mantiene sujeta por un tornillo con cabeza en forma de T. Ambos dispositivos se sueltan manualmente cuando el motor ha arrancado.

##### Dispositivo Combinado de Retardo de Puesta en Marcha y Avance de Velocidad

Este es un dispositivo de dos etapas (Fig. 20), en el que el retardo de puesta en marcha se acciona mediante un muelle (5) y la segunda etapa, el avance de velocidad, por muelles concéntricos más fuertes (9 y 10). Cuando la bomba está estacionaria, el muelle (5) mantiene el aro de levas en la posición de retardo total. A la velocidad de ralenti del motor, la presión de trasiego desplace el aro de levas a la posición correcta de sincronización, contra la débil resistencia del

muelle (5). A medida que el motor se va acelerando, y que se aumenta la presión de trasiego, el pistón (3) desplace el anillo de levas hacia la posición de avance y como el muelle (5) está ahora completamente comprimido contra la placa de resorte (7), se aplica la presión a los muelles concéntricos (9 y 10). Los muelles más fuertes que el muelle (5) ofrecen mayor resistencia y dan de este modo un avance progresivo de la sincronización de la inyección, en relación con la velocidad del motor.

##### Dispositivo Manual de Retardo de Puesta en Marcha con Avance de Velocidad

La disposición es similar a la mostrada en la Fig. 20, excepto un cierre manual incorporado, que mantiene el aro de levas en la posición de arranque retardado. El cierre se suelta manualmente cuando el motor funciona a velocidad de ralenti, y el pistón y el aro de levas avanzan a la posición de ralenti. Entonces, la sincronización de la inyección avanza automáticamente a medida que aumenta la velocidad del motor.

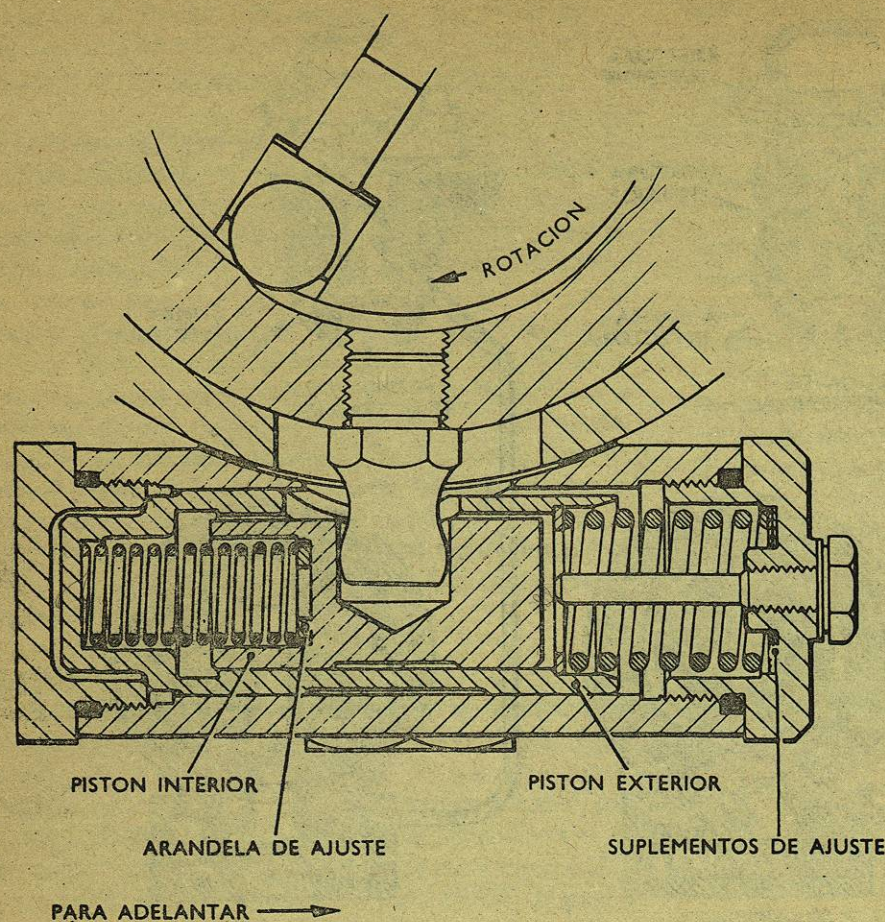


Fig. 22 Dispositivo combinado de avance de carga y avance de velocidad

#### Dispositivo Automático de Retardo de Puesta en Marcha con Avance de Velocidad

Cuando la distancia entre los controles del motor y la bomba son demasiado grandes para permitir el empleo de un dispositivo manual, se consigue llevar a cabo automáticamente la operación de retardo de puesta en marcha, por medio de una válvula de bola situada en el conjunto de fijación del cabezal. La disposición general del mecanismo de avance, independientemente del acoplamiento del cabezal, es similar a la que se muestra en la Fig. 20. La bola se mantiene en su asiento hasta que arranca el motor, después de lo cual, la presión de trasiego que aumenta a medida que la velocidad del motor sube, abre la válvula. El combustible a presión de trasiego puede alcanzar ahora el pistón, y el proceso es similar al descrito para el dispositivo combinado de retardo de puesta en marcha y avance de velocidad.

#### Avance de Carga Ligera

Bombas con regulador mecánico únicamente

Bajo las condiciones de carga total, se introduce la máxima cantidad de combustible en la cámara de bombeo, y los elementos y rodillos son impelidos hacia afuera hasta el límite de su recorrido. Cuando el rotor gira, los rodillos

entran en contacto con los lóbulos del aro de levas en un punto próximo a la base de la leva.

Bajo condiciones de carga ligera, se disminuye la alimentación de combustible y el recorrido hacia afuera de los elementos y rodillos se reduce proporcionalmente. El contacto se efectúa ahora en un punto más cercano a la cima de la leva. Este contacto se retrasa progresivamente a medida que se disminuye la alimentación del combustible, y consecuentemente, se retrasa la inyección. Este cambio de sincronización de la inyección puede originar fallos de encendido en cargas ligeras, y en algunas bombas se emplea la disposición mostrada en la Fig. 21, para vencer esta desventaja.

Dos estrías helicoidales de igual paso están mecanizadas en la superficie de la válvula dosificadora semi-rotativa. La estría superior sobresale del cabezal hidráulico y está abierta al combustible a presión de drenaje (entrada de combustible) en la carcasa del regulador. La estría más baja termina en el extremo inferior de la válvula dosificadora y está abierta a la presión de trasiego. En el orificio de la válvula hay una lumbrera adicional, llamada lumbrera de sincronización, opuesta al orificio de dosificación, y la anchura entre las dos ranuras helicoidales de la válvula es ligeramente inferior al diámetro de esta lumbrera.

Cuando la válvula dosificadora está en la posición de plena carga (vista izquierda, Fig. 21), la estría superior está alineada con la lumbrera de sincronización, y el combustible, a presión de trasiego, llega al pistón en el dispositivo de avance. Esta presión es insuficiente para vencer la presión del muelle, y el aro de levas permanece en la posición de retardo.

Cuando la válvula dosificadora gira a la posición de alimentación de combustible baja (vista derecha, Fig. 21), bajo condiciones de carga ligera, la estría más baja se alinea con la lumbrera de sincronización. La presión de trasiego se aplica al pistón de avance, y el pistón y el aro de levas se desplazan a la posición de avance total. El cambio de la presión de drenaje a la presión de trasiego es progresivo, a medida que la válvula dosificadora gira de la posición de "abierto" a la de "cerrado".

La presión de trasiego en el lado inferior de la válvula dosificadora tiende a forzarla hacia arriba. La válvula está alojada longitudinalmente, por un estribo situado en la carcasa del mando del regulador, que puede ajustarse para alterar las posiciones relativas de las estrías helicoidales en la válvula y en la lumbrera de sincronización.

Como el avance de carga baja se acciona por medio de la presión de trasiego, la velocidad del motor a la que resulta eficaz depende de la fuerza del muelle que se monte. Empleando muelles adecuados, el avance de velocidad baja puede disponerse para funcionar entre velocidades específicas o en toda la gama de velocidades.

#### Avance de Carga y Avance de Velocidad Combinados

Bombas con regulador hidráulico únicamente

Este dispositivo (Fig. 22) proporciona el avance progresivo de la sincronización de la inyección a medida que aumenta la velocidad del motor, y un cambio compensado de sincronización que elimina el retardo inherente resultante de la reducción de carga del motor.

Un dispositivo de variador de avance standard es lo que se emplea, en el que dos pistones concéntricos trabajan uno dentro del otro. El pistón exterior es sensible a los cambios de velocidad del motor, y es accionado por la presión de trasiego en oposición a la fuerza de un muelle. El pistón interior, que no está sujeto a la presión de trasiego, es sensible a la carga y forma resorte hacia el reglaje del avance. Se desplaza como consecuencia de los cambios de torsión del aro de levas transmitidos a través de la rótula de avance de la leva terminada en bola. La torsión del aro de levas varía con el suministro de combustible. El pistón interior está amortiguado por la acción del compensador, controlado por las dimensiones de las superficies planas mecanizadas en el pistón. Estas dimensiones y tolerancias de trabajo del pistón interior son críticas, afectando la cantidad de avance de carga así como las características de la inyección.

Cuando el motor está funcionando sin carga, en ralentí, la presión de trasiego está en su punto mínimo, y el pistón exterior se mantiene en la posición de retardo completo mediante la presión de un muelle. La alimentación de combustible y la torsión del aro de levas también están al mínimo, y el pistón interior se mantiene en la posición de avance por la presión de un muelle.

Cuando se aplica carga a un motor, la alimentación de combustible aumenta, con la correspondiente elevación de la torsión del aro de levas transmitida al pistón interior, el cual se desplaza hasta tropezar con un tope del pistón exterior. En esta posición, se comprime el muelle del pistón interior. El movimiento del pistón interior contra su muelle, desplaza el aro de levas a la posición de retardo, en una cantidad total aproximadamente igual al avance inherente producido con el incremento en el suministro de combustible, así pues, la sincronización de la inyección permanece sin cambios apreciables.

Cuando aumenta la velocidad del motor, se incrementa la presión de trasiego, y ambos pistones se desplazan como una sola unidad para girar el aro de levas a la posición de avance total. Cuando se disminuye la carga del motor a cualquier punto en la gama de velocidades, hay una disminución inmediata en la alimentación del combustible y consecuentemente, una reducción de la torsión del aro de levas. Entonces, el pistón interior se desplaza independientemente, avanzando el aro de levas y compensando el retardo inherente que se origina con la disminución de la alimentación de combustible.

#### Amortiguador de la Presión de Trasiego

En algunas bombas, las características de la alimentación de combustible, están mejoradas por un amortiguador (Ver Fig. 11) situado en la alimentación de la presión de trasiego al dispositivo de avance. Las torsiones de muy alta frecuencia se transmiten desde el lado del pistón de la presión de trasiego de un dispositivo de avance cuando los rodillos de la bomba golpean los lóbulos de leva. Una válvula a bola en el conducto de combustible, que conecta el taladro de la presión de trasiego con el lado posterior (tapón de extremo) del pistón del dispositivo de avance, ayuda a evitar que estas fluctuaciones lleguen al amortiguador y a los conductos de presión de trasiego, y su acción se suplementa mediante una membrana en el amortiguador. La válvula a bola y la membrana ejercen una influencia estabilizadora conjunta sobre el dispositivo de avance automático. El amortiguador está montado exteriormente, y puede reemplazar tanto al tornillo de purga del cabezal como al racor del alojamiento del cabezal, que sujeta el dispositivo variador de avance al cuerpo de la bomba.

#### Dispositivos de Exceso de Combustible y de Control Externo

Estos dispositivos facilitan un exceso de combustible en condiciones de arranque en frío, y ajuste externo de la