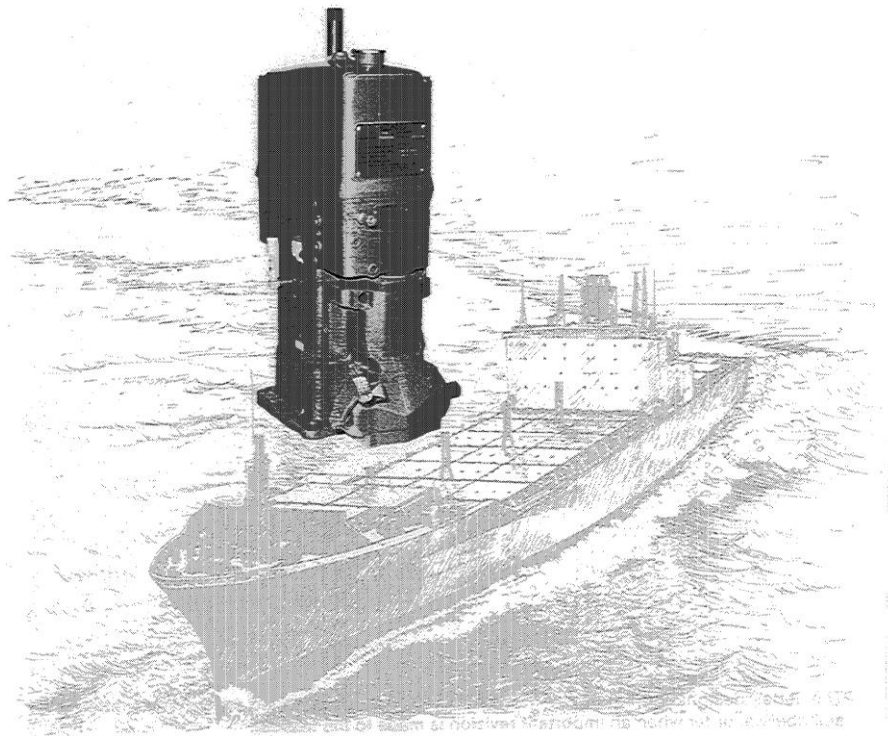




Regulador PGA

Manual de instalación y funcionamiento



Precauciones generales

Lea este manual por completo y el resto de publicaciones relacionadas con el trabajo que se va a realizar antes de instalar o usar el equipo, o de realizar tareas de mantenimiento en él.

Cumpla todas las instrucciones y precauciones de planta y de seguridad.

Si no sigue las instrucciones, puede provocar lesiones personales o daños materiales.



Revisiones

Es posible que esta publicación se haya revisado o actualizado desde que se imprimió la presente copia. Para comprobar si tiene la versión más actualizada, consulte el manual **26455**, *Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions* (Referencia cruzada de publicaciones para clientes y estado de revisión y restricciones de distribución) en la *página de publicaciones* del sitio web de Woodward:

www.woodward.com/publications

En la *página de publicaciones* está disponible la versión más reciente de la mayoría de las publicaciones. Si su publicación no se encuentra ahí, póngase en contacto con el representante del servicio al cliente para obtener la copia más reciente.



Uso correcto

Cualquier modificación o uso no autorizados de este equipo distintos de los funcionamientos mecánico, eléctrico o de otro tipo especificados puede provocar lesiones personales o daños materiales, incluidos daños al equipo. Tales modificaciones no autorizadas: (i) constituyen “mal uso” y/o “negligencia” dentro de lo que por tal se entiende en la garantía del equipo y, en consecuencia, excluyen de la garantía del equipo cualquier daño resultante e (ii) invalidan las certificaciones u homologaciones del producto.



Publicaciones traducidas

Si en la portada de esta publicación se indica “Traducción de las instrucciones originales”, tenga en cuenta lo siguiente:

Es posible que la versión original de esta publicación se haya actualizado desde que se realizó la traducción. Consulte el manual **26455**, *Customer Publication Cross Reference and Revision Status & Distribution Restrictions* (Referencia cruzada de publicaciones para clientes y estado de revisión y restricciones de distribución) de Woodward Technical Publications para comprobar si esta traducción está actualizada. Las traducciones obsoletas se marcan con . Compare siempre el documento con el original para ver las especificaciones técnicas y los procedimientos de instalación y funcionamiento correctos y seguros.

Contenido

ADVERTENCIAS Y AVISOS	IV
PREPARACIÓN PARA LAS DESCARGAS ELECTROESTÁTICAS	V
CAPÍTULO 1. INFORMACIÓN GENERAL	1
Introducción	1
Descripción	1
Referencias	2
CAPÍTULO 2. INSTALACIÓN	9
Introducción	9
Recepción	9
Almacenamiento	9
Requisitos de montaje	9
Aceites para controles hidráulicos	10
Espacios libres	11
CAPÍTULO 3. AJUSTES	13
Introducción	13
Ajuste de la válvula de aguja de compensación	13
Establecimiento del ajuste de velocidad	14
Mecanismo directo de ajuste de velocidad	14
Ajuste de caída de velocidad	19
Dispositivos de parada de fallo de presión de aceite o agua	19
Dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad	19
Parada controlada por solenoide	20
Ajuste in situ del enlace del limitador de combustible de ángulo	20
CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	24
Introducción	24
Aceite	24
Válvula de aguja de compensación	24
Definiciones	24
Inspección preliminar	25
CAPÍTULO 5. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO	30
Introducción	30
Regulador básico	30
Sección de ajuste de velocidad	33
Enlace de caída de velocidad	39
Cilindros de potencia	39
Recorte de compensación	40
CAPÍTULO 6. PIEZAS DE RECAMBIO	43
Información sobre piezas de recambio	43
CAPÍTULO 7. DISPOSITIVOS Y CARACTERÍSTICAS AUXILIARES	59
Introducción	59
Dispositivos auxiliares de uso común	59
Accesorios adicionales	93

Contenido

CAPÍTULO 8. OPCIONES DE SERVICIO Y SOPORTE DEL PRODUCTO	98
Opciones de soporte del producto.....	98
Opciones de servicio del producto	99
Devolución de un equipo para su reparación.....	99
Piezas de recambio	100
Servicios de ingeniería	100
Contacto con la organización de servicio de Woodward.....	101
Asistencia técnica	102

Ilustraciones y tablas

Figura 1-1. Regulador PGA con cilindro de potencia de salida lineal de 12 pies-libra	3
Figura 1-2. Regulador PGA con cilindro de potencia de salida rotatoria de 12 pies-libra	3
Figura 1-3. Plano esquemático de PGA con servo rotatorio de 12 pies-libra y base UG-40	4
Figura 1-4. Plano esquemático de PGA con salida lineal de 12 pies-libra, base estándar PG y servo de aleta con extensión de eje	5
Figura 1-5. Plano esquemático de PGA con salida rotatoria de 58 pies-libra y base UG-40	6
Figura 1-6. Plano esquemático de PGA con salida rotatoria de 58 pies-libra, base UG-40 y control de carga	7
Figura 1-7. Plano esquemático de conjuntos base	8
Figura 3-1. Vista despiezada del ajuste de velocidad alta	14
Figura 3-2. Vista lateral izquierda del regulador con la cubierta retirada.....	15
Figura 3-3. Vista despiezada del cilindro de ajuste de velocidad	15
Figura 3-4. Vista despiezada del ajuste de velocidad baja	18
Figura 3-5. Diagrama esquemático del enlace de caída de velocidad	20
Figura 3-6. Ajuste del enlace del limitador de combustible del regulador PGA	21
Figura 3-7. Efectos gráficos de los ajustes del limitador de combustible.....	23
Figura 5-1. Diagrama esquemático de PGA con fuelle directo	41
Figura 5-2. Diagrama esquemático del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra.....	42
Figura 5-3. Diagrama esquemático del cilindro de potencia diferencial de 29 pies-libra (salida lineal o rotatoria).....	42
Figura 6-1. Vista despiezada de la columna larga PGA	46
Figura 6-2. Vista despiezada del conjunto del receptor PGA	48
Figura 6-3. Vista despiezada de la carcasa de potencia PGA.....	50
Figura 6-4. Vista despiezada, conjunto base PG estándar	51
Figura 6-5. Vista despiezada de PG/UG-8, PG/UG-8-90°, PG/UG-40 y bases cuadradas extendidas PG	52
Figura 6-6. Vista despiezada del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra (salida lineal)	54
Figura 6-7. Vista despiezada del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra (salida rotatoria)	56

Ilustraciones y tablas

Figura 6-8. Vista despiezada del cilindro diferencial de 29/58 pies-libra (salida rotatoria con vástago guía)	58
Figura 7-1. PGA con solenoide de parada	59
Figura 7-2. Corte de la parada controlada por solenoide	60
Figura 7-3. Diagrama esquemático, PG básico y parada de solenoide	61
Figura 7-4. Vista despiezada, parada de solenoide	63
Figura 7-5. Dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad	64
Figura 7-6. Vista despiezada del dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad	65
Figura 7-7. Interruptores de indicación de carga	66
Figura 7-8. Vista despiezada de interruptores de indicación de carga	68
Figura 7-9. Presión de colector frente a flujo de combustible	70
Figura 7-10. Vista despiezada del limitador de combustible de presión manométrica de colector de tipo de ángulo	73
Figura 7-11. Diagrama esquemático de regulador PGA con limitador de combustible de presión de colector y limitador de combustible de ajuste de velocidad	74
Figura 7-12. Diagrama esquemático de PGA con limitador de combustible de ajuste de velocidad	75
Figura 7-13. Programa de ajuste de velocidad de límite de combustible	76
Figura 7-14. PGA con servo de aleta	77
Figura 7-15. Válvulas de temporización para servo de aleta integral	78
Figura 7-16. Válvulas de temporización para servo de aleta de montaje externo	78
Figura 7-17. Vista despiezada del conjunto de la válvula de temporización para servo de aleta (de tipo externo)	80
Figura 7-18. Diagrama esquemático, limitador de combustible y enlace de anulación de control de carga opcional, y servo de aleta	81
Figura 7-19. Vista despiezada del enlace de control de carga ajustable	88
Figura 7-20. Vista despiezada de la válvula piloto de control de carga	90
Figura 7-21. Vista despiezada del limitador de combustible	92
Figura 7-22. Vista despiezada del servo de aleta integral	96
Figura 7-23. Vista despiezada del filtro de aceite del limitador de combustible	97
Tabla 1-1. Presión de aceite del regulador frente a capacidades de trabajo de cilindros de potencia (valores típicos)	1
Tabla 2-1. Viscosidad y temperatura de funcionamiento de los aceites	12
Tabla 4-1. Solución de problemas	26
Tabla 7-1. Solución de problemas del limitador de combustible de presión manométrica	83

Advertencias y avisos

Definiciones importantes



Este es el símbolo de alerta de seguridad. Se usa para alertar del peligro potencial de lesiones personales. Obedezca todos los mensajes que sigan a este símbolo para evitar posibles lesiones o la muerte.

- **PELIGRO:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, provocará lesiones graves o incluso la muerte.
- **ADVERTENCIA:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, podría provocar lesiones graves o incluso la muerte.
- **PRECAUCIÓN:** indica una situación peligrosa que, de no evitarse, podría provocar lesiones leves o moderadas.
- **AVISO:** indica un peligro que solo podría provocar daños materiales (incluidos daños al control).
- **IMPORTANTE:** designa un consejo sobre el funcionamiento o una sugerencia de mantenimiento.

WARNING

**Sobrevelocidad /
Sobretemperatura /
Sobrepresión**

El motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria debe estar equipada con un dispositivo de parada por sobrevelocidad que la proteja contra el embalamiento o daños que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

El dispositivo de parada por sobrevelocidad debe ser totalmente independiente del sistema de control de la máquina motriz primaria. También puede ser necesario, por motivos de seguridad, un dispositivo de parada por sobretemperatura o sobrepresión, según corresponda.

WARNING

**Equipo de
protección
personal**

Los productos descritos en esta publicación pueden presentar riesgos que podrían provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales. Lleve siempre el equipo de protección personal (PPE, por sus siglas en inglés) adecuado para el trabajo que esté realizando. El equipo que se debe considerar incluye, entre otras cosas, lo siguiente:

- Protección ocular
- Protección auditiva
- Casco
- Guantes
- Botas de seguridad
- Respirador

Lea siempre la Hoja de datos de seguridad de materiales (MSDS, por sus siglas en inglés) de todos los fluidos de trabajo y cumpla las recomendaciones relativas al equipo de seguridad.

WARNING

Arranque

Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

WARNING

**Aplicaciones de
automoción**

Aplicaciones móviles en carretera y fuera de carretera: a menos que el control de Woodward funcione como control de supervisión, el cliente debe instalar un sistema totalmente independiente del sistema de control de la máquina motriz primaria que monitorice el control de supervisión del motor (y realice la acción adecuada si tal control se pierde), como protección frente a la pérdida de control del motor y las posibles lesiones personales, fallecimientos o daños materiales.

NOTICE

Para evitar dañar un sistema de control que utilice un alternador o un dispositivo de carga de batería, asegúrese de que el dispositivo de carga esté apagado antes de desconectar la batería del sistema.

Dispositivo de carga
de la batería

Preparación para las descargas electroestáticas

NOTICE

Precauciones
relacionadas con la
electricidad estática

Los controles electrónicos contienen partes sensibles a la electricidad estática. Adopte las siguientes precauciones para evitar dañar estas partes:

- Descargue la electricidad estática del cuerpo antes de manipular el control (con la alimentación del control desconectada, toque una superficie conectada a tierra y mantenga el contacto mientras manipula el control).
- Evite el plástico, el vinilo y el poliestireno (excepto las versiones antiestáticas) alrededor de las placas de circuito impreso.
- No toque los componentes ni los conductores de una placa de circuito impreso con las manos o con dispositivos conductores.

Para evitar daños en componentes electrónicos provocados por una manipulación incorrecta, lea y adopte las precauciones descritas en el manual de Woodward **82715**, *Guide for Handling and Protection of Electronic Controls, Printed Circuit Boards, and Modules* (Guía para la manipulación y la protección de controles electrónicos, placas de circuito impreso y módulos).

Siga estas precauciones cuando trabaje con el control o cerca de él.

1. Para evitar la acumulación de electricidad estática en el cuerpo, no lleve ropa hecha con materiales sintéticos. Lleve siempre que sea posible tejidos de algodón o con mezcla de algodón, porque no retienen cargas estáticas tanto como los sintéticos.
2. No retire la placa de circuito impreso (PCB, por sus siglas en inglés) del armario de control a menos que sea absolutamente necesario. Si debe retirar la PCB del armario de control, adopte estas precauciones:
 - No toque ninguna parte de la PCB, excepto los bordes.
 - No toque los conductores eléctricos, los conectores ni los componentes con dispositivos conductores ni con las manos.
 - Cuando sustituya una PCB, guarde la nueva PCB en la bolsa protectora antiestática en la que viene hasta que llegue el momento de instalarla. En cuanto retire la PCB antigua del armario de control, póngala en la bolsa protectora antiestática.

Capítulo 1.

Información general

Introducción

Este manual trata sobre el modelo de regulador naval PGA (ajuste de velocidad de aire de presión compensada) de Woodward. El regulador naval PGA de columna larga consta de un regulador hidráulico PG básico para la regulación automática de la velocidad de la máquina motriz primaria y un mecanismo neumático de cambio de velocidad para el control remoto de la velocidad. Están disponibles dos tipos de cilindros de potencia, uno de acción única con retorno de muelle y otro de acción doble, de tipo de pistón diferencial con vástago guía (consulte la Tabla 1-1). Para el tipo de 12 pies-libra (16 J), está disponible un cilindro de potencia de retorno de muelle para salida de tracción o rotatoria. Para el tipo de 29 pies-libra (39 J), está disponible un cilindro de potencia diferencial con salida rotatoria.

Tabla 1-1. Presión de aceite del regulador frente a capacidades de trabajo de cilindros de potencia (valores típicos)

Presión de aceite de funcionamiento del regulador	Capacidad de trabajo del cilindro de potencia	
	12 pies-libra (16 J) retorno de muelle	29 pies-libra (39 J) diferencial
100 psi (690 kPa)	12 pies-libra (16 J)	29 pies-libra (39 J)
200 psi (1379 kPa)	—	58 pies-libra (79 J)

Todos los reguladores navales PGA tienen los mismos componentes básicos, independientemente de lo sencillo o lo complejo que sea el control. Los componentes siguientes, que se encuentran en todos los reguladores navales PGA, son suficientes para permitir que el regulador mantenga una velocidad constante en el motor siempre que la carga no supere la capacidad del motor:

- Un acumulador de aceite para bomba de aceite y una válvula de descarga que mantiene una presión de aceite uniforme
- Un conjunto de cabeza de contrapesos centrífuga-válvula piloto que controla el flujo de aceite de entrada y salida del conjunto del cilindro de potencia del regulador
- Un conjunto de cilindro de potencia, denominado en ocasiones servomotor, que determina las posiciones de las cremalleras de combustible, la válvula de combustible o la válvula de vapor de la máquina motriz primaria
- Un sistema de compensación que estabiliza el sistema regulador
- Un mecanismo neumático de ajuste de la velocidad que se utiliza para determinar de manera remota el ajuste de velocidad del regulador

Descripción

Regulador

El regulador controla la velocidad del motor o de la turbina regulando la cantidad de combustible o de vapor que se suministra a la máquina motriz primaria. El control de velocidad puede ser isócrono (el regulador mantiene una velocidad de estado estacionario constante, dentro de la capacidad de la unidad, independientemente de la carga) o con caída (la velocidad se reduce al aumentar la carga).

Una señal de presión de aire procedente de un controlador o un transmisor de aire neumático suministra aire al mecanismo de ajuste de velocidad del regulador. El regulador controla el motor a una velocidad definida para cada presión de aire. El intervalo de presión de aire más común para el regulador es de 7 a 71 psi (48 a 490 kPa). La presión de control de aire mínima normal es de 3 psi (21 kPa); la máxima es de 100 psi (690 kPa). Se recomienda una velocidad de funcionamiento del regulador de entre 250 y 1000 rpm.

El mecanismo neumático de ajuste de la velocidad es un mecanismo de tipo fuelle. El ajuste de velocidad del fuelle permite la división de carga de unidades paralelas y, además, proporciona una relación definida y precisa entre la velocidad y la señal de velocidad. El mecanismo de ajuste de la velocidad está disponible para utilizarlo con señales de entrada de aire de diversos rangos y magnitudes. En función de la configuración exacta instalada en el regulador, es posible ajustar las velocidades en un intervalo de 5 a 1. La unidad incorpora un mando de ajuste de velocidad manual para permitir el funcionamiento manual cuando no esté disponible la señal de presión de aire.

Conjuntos base

Hay varios conjuntos base disponibles para utilizarlos en reguladores PGA. En este manual se mencionan cinco tipos de bases, junto con los planos esquemáticos y las vistas despiezadas correspondientes:

- PG estándar
- PG/UG-8 estándar
- PG/UG-8-90° (base girada 90° respecto a PG/UG-8 estándar)
- PG/UG-40
- PG extendida cuadrada

Estos conjuntos base tienen en esencia los mismos componentes básicos. La diferencia entre unidades es la configuración base y el tipo de eje de accionamiento utilizado (vea las Figuras 1-3 a 1-7). La base PG estándar utiliza un eje de accionamiento dentado o especial: las bases PG/UG-8, PG/UG-8-90° y PG/UG-40 pueden usar un eje de accionamiento dentado o con chavetas; por último, la base PG extendida cuadrada utiliza solamente un eje de accionamiento con chavetas.

El eje de accionamiento, accionado mediante una conexión mecánica al motor o a la turbina, hace girar el engranaje de accionamiento de la bomba de aceite del regulador, las cabezas de contrapesos y el casquillo de la válvula piloto.

Referencias

- | | |
|-------|---|
| 36652 | Paradas y alarmas de seguridad automáticas PG |
| 36695 | Limitador de combustible de sesgo de presión de aire de colector PG |
| 36701 | Especificación del producto Regulador PGA |

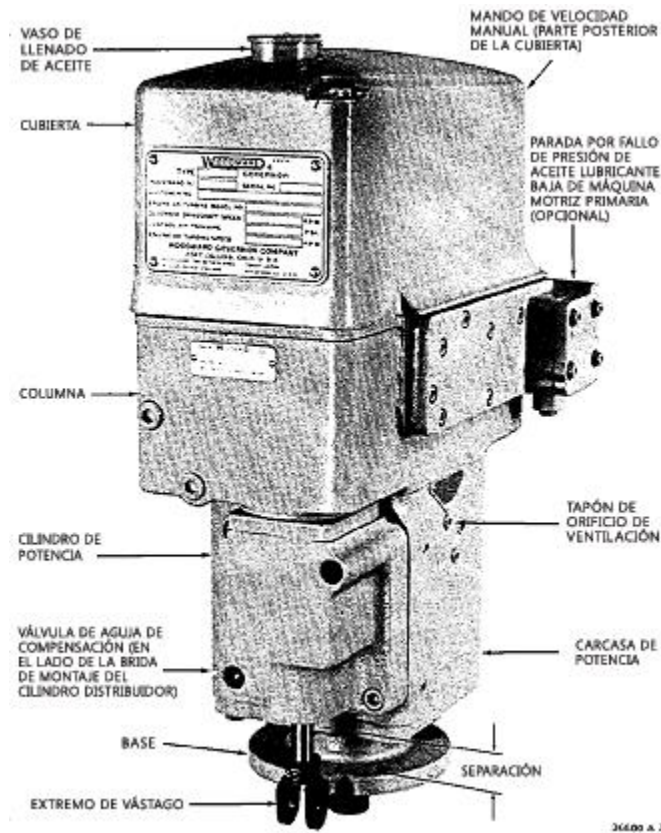


Figura 1-1. Regulador PGA con cilindro de potencia de salida lineal de 12 pies-libra

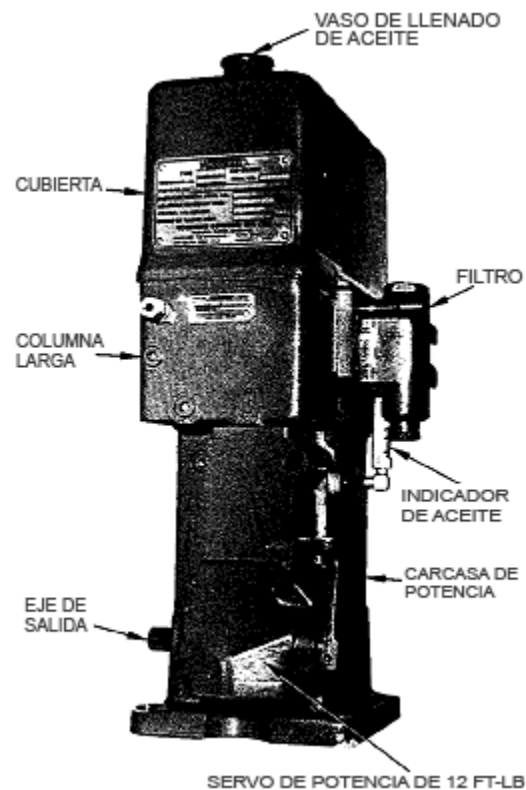


Figura 1-2. Regulador PGA con cilindro de potencia de salida rotatoria de 12 pies-libra

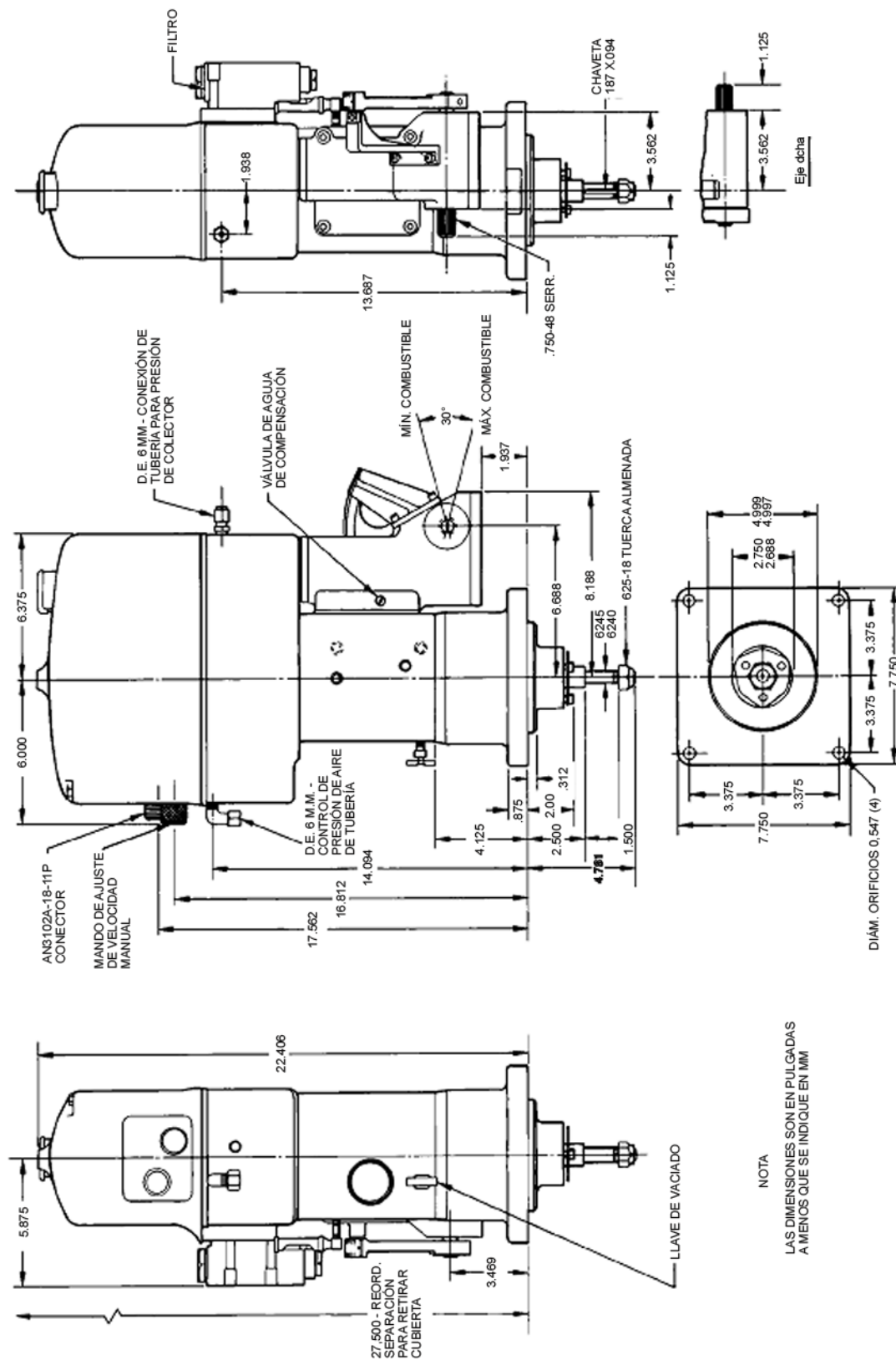


Figura 1-3. Plano esquemático de PGA con servo rotatorio de 12 pies-libra y base UG-40 (No usar para construcción).

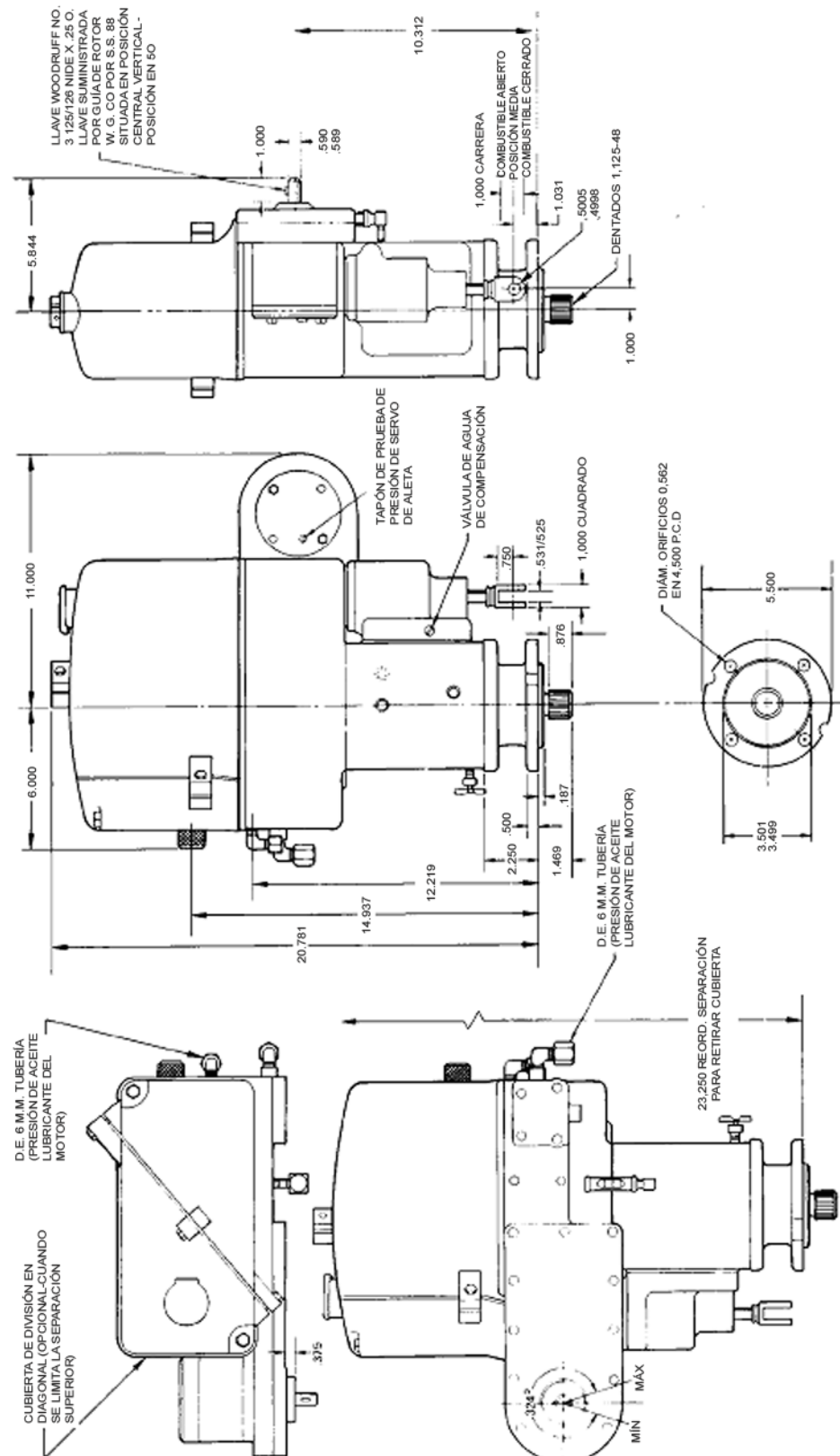


Figura 1-4. Plano esquemático de PGA con salida lineal de 12 pies-libra, base estándar PG y servo de aleta con extensión de eje (No usar para construcción).

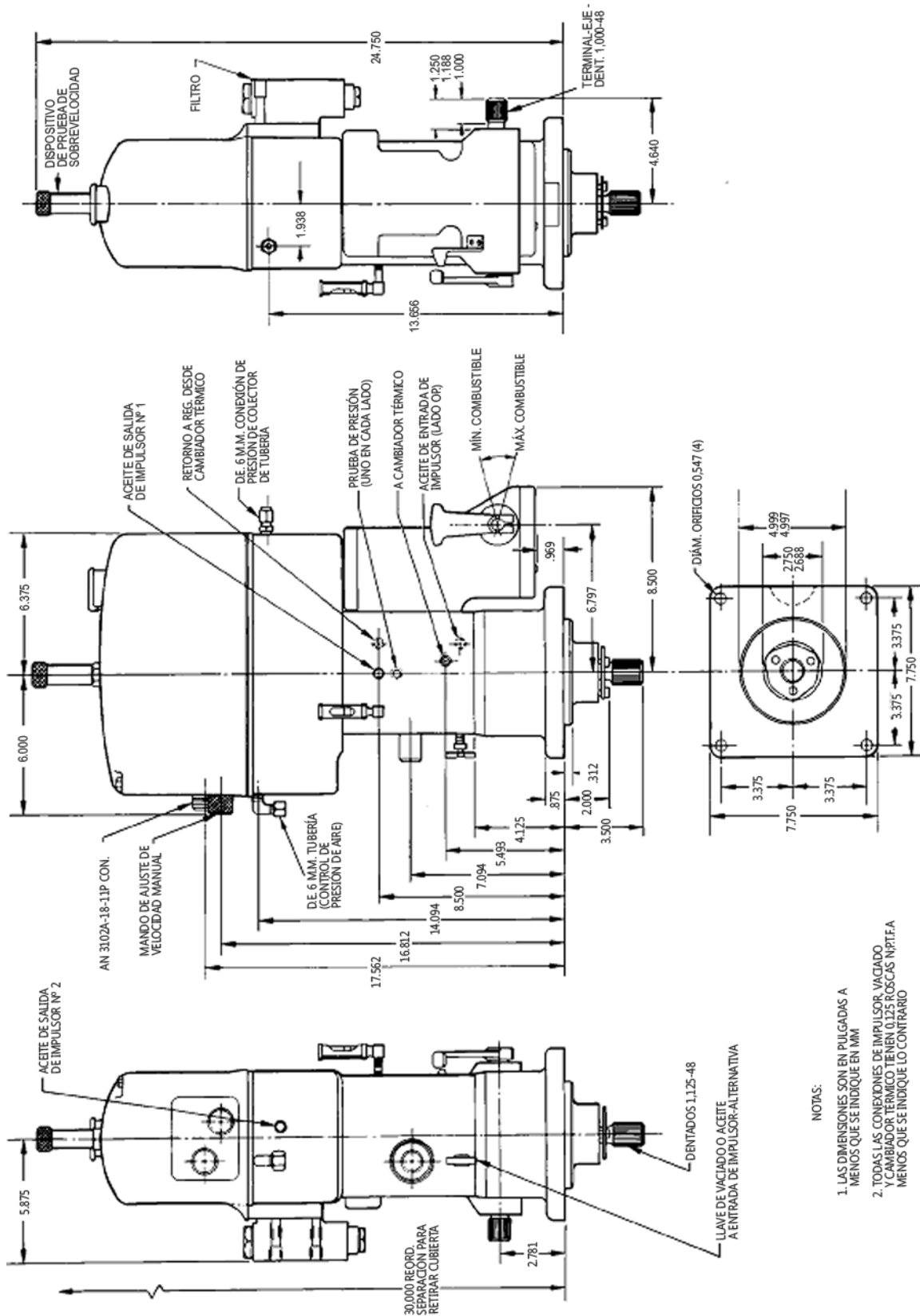


Figura 1-5. Plano esquemático de PGA con salida rotatoria de 58 pies-libra y base UG-40 (No usar para construcción).

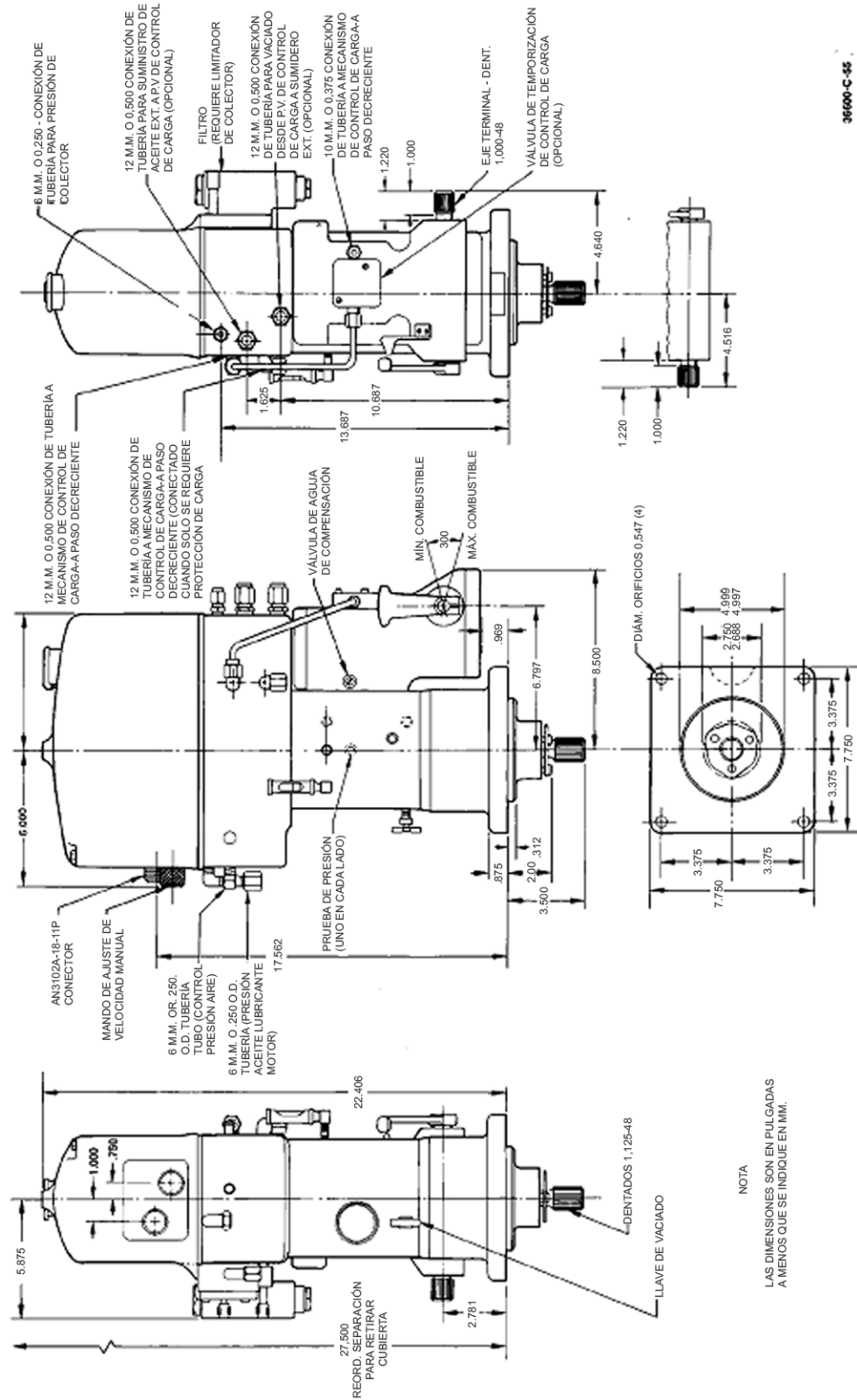
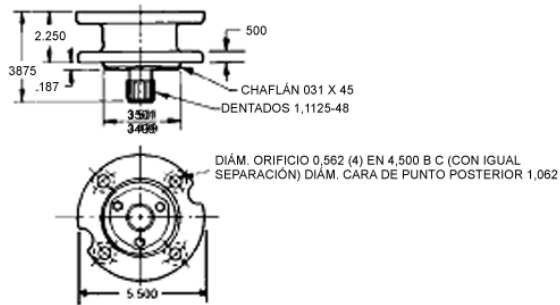
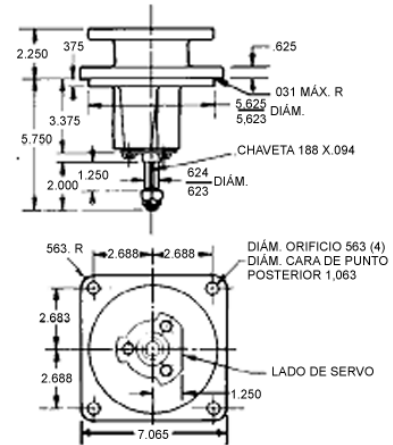
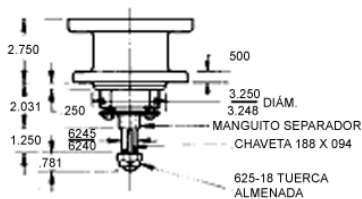


Figura 1-6. Plano esquemático de PGA con salida rotatoria de 58 pies-libra, base UG-40 y control de carga (No usar para construcción).

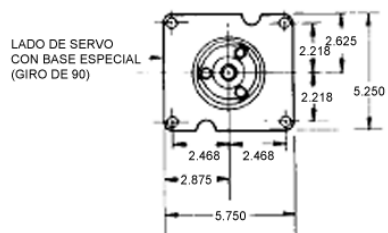
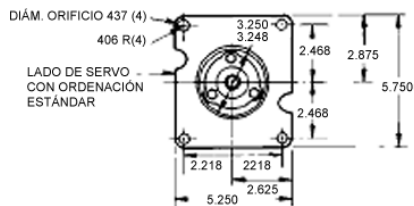
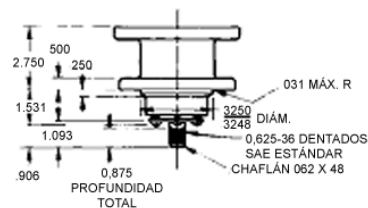
**CONJUNTO BASE PG ESTÁNDAR**

(EJE DE ACCIONAMIENTO DENTADO-ESTÁNDAR,
EJE DE ACCIONAMIENTO ESTRIADO-ESPECIAL)

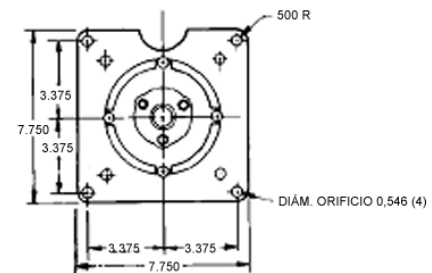
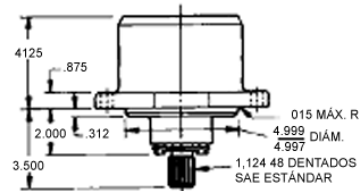
SOLO EJE DE ACCIONAMIENTO CON CHAVETAS

**BASE PG EXTENDIDA CUADRADA**EJE DE ACCIONAMIENTO
CON CHAVETAS

EJE DE ACCIONAMIENTO DENTADO

**CONJUNTO BASE PG.UG8 Y PG.UG8-90°**

EJE DE ACCIONAMIENTO DENTADO



EJE DE ACCIONAMIENTO CON CHAVETAS

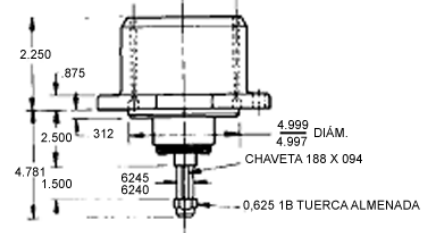
**CONJUNTO BASE PG-UG40**

Figura 1-7. Plano esquemático de conjuntos base
(No usar para construcción).

Capítulo 2. Instalación

Introducción

Consulte las figuras Figures 1-3 a 1-7 para ver las dimensiones físicas de un regulador PGA.

Tenga cuidado al manipular el regulador y, especialmente, para evitar golpear el eje de accionamiento. No deje caer el regulador ni lo apoye sobre el eje de accionamiento. Si lo trata así podrían dañarse los engranajes de la bomba de aceite.



El motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria debe estar equipada con un dispositivo de parada por sobrevelocidad que la proteja contra el embalamiento o daños que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

El dispositivo de parada por sobrevelocidad debe ser totalmente independiente del sistema de control de la máquina motriz primaria. También puede ser necesario, por motivos de seguridad, un dispositivo de parada por sobretemperatura o sobrepresión, según corresponda.

Recepción

El regulador PGA se recibe de nuestra fábrica sujeto con pernos a una plataforma de madera en posición vertical. Después probar el regulador en fábrica, se vacía de aceite. Esto deja una delgada película de aceite que cubre las partes internas y evita la corrosión. No se necesita ninguna limpieza interna.

Almacenamiento

Almacene el regulador en posición vertical y lleno de aceite. Para mantener el regulador en posición vertical, sujételo con pernos a una plataforma o déjelo en la caja de embalaje. Antes de guardar el regulador llénelo de aceite, puesto que se envía vacío.

Requisitos de montaje

Se recomienda utilizar una junta entre el regulador y la plataforma de montaje accesoria. Monte el regulador en ángulo recto sobre su plataforma de montaje, utilizando la longitud de acoplamiento correcta entre el regulador y el accionamiento. Asegúrese de que el eje de accionamiento no se pegue y de que no haya demasiada carga lateral sobre el conjunto del eje de accionamiento ni demasiada holgura en el acoplamiento. No debe haber ninguna fuerza que empuje el eje de accionamiento contra el regulador. Monte el regulador en posición vertical.

NOTICE

Si el regulador que se está instalando se ha diseñado para rotar en un solo sentido, asegúrese de que la rotación del accionamiento del motor o la turbina sea la misma que la del accionamiento del regulador, para evitar dañar el regulador. Las especificaciones de los reguladores individuales indican si la unidad se ha bloqueado para limitar la rotación a un solo sentido y no está equipada con válvulas de retención.

Alinee correctamente el enlace del regulador con las bombas de combustible para eliminar el agarrotamiento y el exceso de retroceso. La relación de la posición angular del eje terminal del regulador con la posición del control de combustible debe ajustarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor. Muchos reguladores incluyen una característica que suele conocerse como "corte" de compensación. Debido a la ubicación del puerto de corte de compensación en la pared del cilindro de potencia, es necesario ajustar el enlace entre el regulador y el control de combustible de modo que, al ralentí sin carga, la salida del regulador sea al menos del 15 % de su desplazamiento desde la posición mínima.

Haga las conexiones hidráulicas y eléctricas (si las hay) necesarias para el modelo de regulador concreto que se esté instalando.

Aceites para controles hidráulicos

Utilice este manual como guía para la selección de un aceite lubricante/hidráulico para usarlo en el regulador. La selección del grado del aceite se basa en el cambio de viscosidad a lo largo del intervalo de temperaturas del regulador. Utilice también este manual como ayuda para reconocer y corregir problemas comunes asociados con el aceite utilizado en los reguladores. Este manual no está destinado a utilizarse en la selección del aceite lubricante para el motor, la turbina u otro tipo de máquina motriz primaria.

Para aplicaciones donde el regulador o el accionador Woodward comparta el suministro de aceite con la máquina motriz primaria, utilice el aceite recomendado por el fabricante de la máquina motriz primaria.

El aceite del regulador es un aceite tanto lubricante como hidráulico. Debe tener un índice de viscosidad que le permita ofrecer un buen rendimiento en el intervalo de temperaturas de funcionamiento y debe tener la mezcla de aditivos correcta para mantenerse estable y predecible en este intervalo. El fluido del regulador debe ser compatible con los materiales de sellado (nitrilo, poliacrílico y fluorocarbono). Muchos aceites de automoción y para motores de gas, aceites lubricantes industriales y otros aceites de origen mineral o sintético cumplen estos requisitos. Los reguladores Woodward se han diseñado para ofrecer un funcionamiento estable con la mayoría de los aceites si la viscosidad del fluido a la temperatura de funcionamiento está dentro de un intervalo de 50 a 3000 SUS (segundos de viscosidad Saybolt). Idealmente, a la temperatura de funcionamiento normal la viscosidad debe estar entre 100 y 300 SUS. Una respuesta mediocre o inestable del regulador suele indicar que el aceite es demasiado espeso o demasiado claro.

Un desgaste excesivo de los componentes o un atasco en un regulador indica la posibilidad de:

1. Lubricación insuficiente provocada por:
 - A. Un aceite que fluye lentamente cuando está frío o durante el arranque.
 - B. Ausencia de aceite en el regulador.
2. Contaminación del aceite causada por:
 - A. Suciedad en los recipientes de aceite.
 - B. Un regulador expuesto a ciclos de calentamiento y enfriamiento, que crean condensación de agua en el aceite.
3. Aceite inadecuado para las condiciones de funcionamiento debido a:
 - A. Cambios en la temperatura ambiente.
 - B. Un nivel de aceite incorrecto que crea aceite espumoso, cargado de aire.

Si se hace funcionar continuamente un regulador más allá del límite superior de temperatura del aceite, el aceite se oxidará. Esto se identifica por los depósitos de barniz o sedimento en las piezas del regulador. Para reducir la oxidación del aceite, baje la temperatura de funcionamiento del regulador con un intercambiador de calor o por otros medios, o sustituya el aceite por otro que resista mejor la oxidación a la temperatura de funcionamiento.

**WARNING**

Si la viscosidad del aceite supera el intervalo de 50 a 3000 SUS, puede producirse una pérdida de estabilidad del control del regulador y una posible sobrevelocidad de la máquina motriz primaria, que puede provocar lesiones físicas o fallecimiento.

En el diagrama se proporcionan recomendaciones específicas sobre la viscosidad del aceite (Tabla 2-1). Seleccione una buena marca de aceite mineral o sintético, fácil de encontrar en el mercado, y continúe utilizándolo. No mezcle diferentes clases de aceite. Los aceites que cumplen la clasificación API (American Petroleum Institute) de servicio de motor en el grupo “S” o “C”, que empiezan por “SA” y “CA” a “SF” y “CD”, son adecuados para el servicio del regulador. También son adecuados los aceites que cumplen los requisitos de las siguientes especificaciones: MIL-L-2104A, MIL-L-2104B, MIL-L-2104C, MIL-L-46152, MIL-L-46152A, MIL-L-46152B, MIL-L-45199B.

Cambie el aceite del regulador si está contaminado y también si sospecha que contribuye a la inestabilidad del regulador. Vacíe el aceite mientras aún esté caliente y agitado; enjuague el regulador con un disolvente limpio con propiedades lubricantes (queroseno) antes de rellenarlo con aceite nuevo. Si el tiempo de vaciado es insuficiente para vaciar o evaporar el disolvente por completo, enjuague el regulador con el mismo aceite con el que se esté rellenando, para evitar la dilución y la posible contaminación del aceite nuevo. Para evitar la recontaminación, el aceite de repuesto debe estar libre de suciedad, polvo y cualquier otro material extraño. Utilice recipientes limpios para almacenar y transferir el aceite.

Utilizar un aceite seleccionado teniendo en cuenta condiciones de funcionamiento y que sea compatible con los componentes del regulador debería aumentar el intervalo de servicio entre cambios de aceite. Para reguladores que funcionen en condiciones ideales (exposición mínima al polvo y el agua, dentro de los límites de temperatura del aceite), los cambios de aceite pueden espaciarse dos o más años. Si se dispone de él, un análisis de aceite programado periódicamente resulta útil para determinar la frecuencia de los cambios de aceite.

Cualquier problema persistente o recurrente con el aceite debe remitirse a un especialista en aceite cualificado para que lo solucione.

La temperatura del aceite recomendada para el funcionamiento continuo del regulador es de 140 °F a 200 °F (60 °C a 93 °C). Mida la temperatura del regulador o del accionador en la parte inferior exterior de la carcasa. La temperatura real del aceite será ligeramente superior, aproximadamente 10 °F (6 °C). El intervalo de temperatura ambiente es de -20 a +200 °F (-29 °C a +93 °C).

IMPORTANT

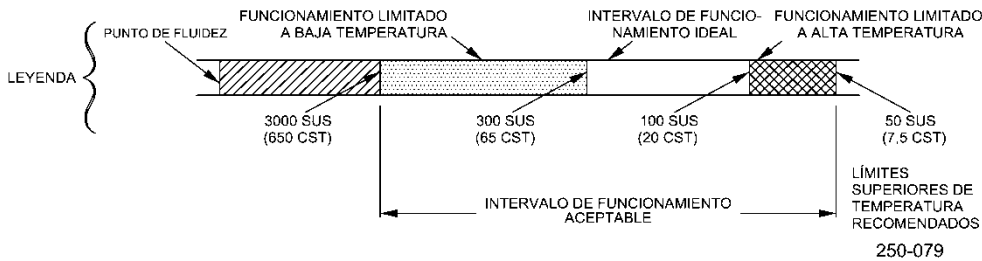
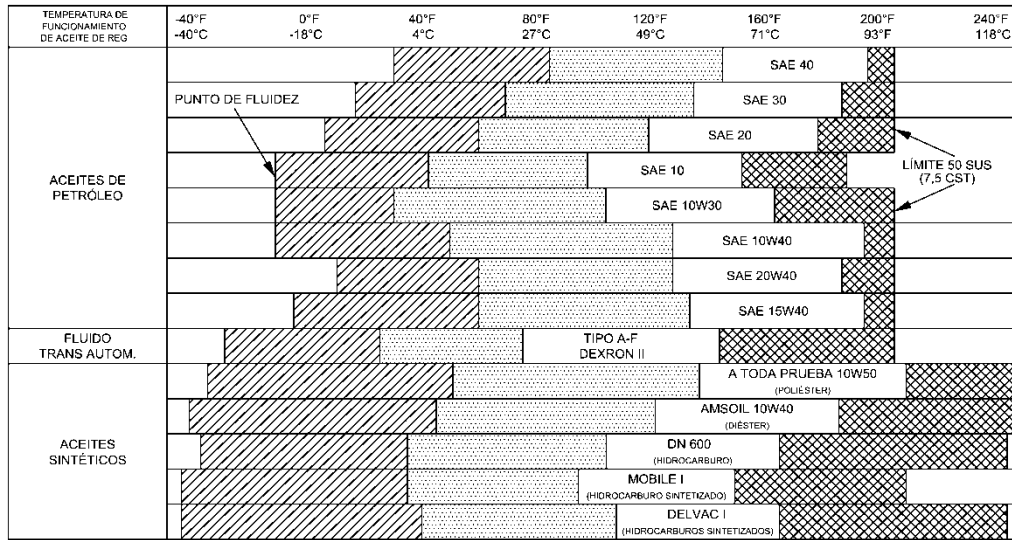
El interés principal se centra en la propiedades del fluido hidráulico del regulador.

Espacios libres

Deje suficiente espacio libre para conectar el enlace de control, para llenar el regulador de aceite y para retirar la cubierta.

CUALQUIER ACEITE ESPECIFICADO ES ÚNICAMENTE UNA SUGERENCIA. UTILIZAR ACEITE CON LA VISCOSIDAD CORRECTA QUE SE INDICA EN DIAGRAMA DE ACEITES

EL LÍMITE SUPERIOR RECOMENDADO DE ACEITE DE PETRÓLEO ES 200 °F
EL LÍMITE SUPERIOR RECOMENDADO DE ACEITE SINTÉTICO ES 250 °F



COMPARATIVA DE VISCOSIDAD				
CENTISTOKES (CST, CS, OR CTS)	SEGUNDOS DE VISCOSIDAD UNIVERSAL SAYBOLT (SUS) NOMINAL A 100 GRADOS F	MOTOR SAE (APROXIMADO)	ENGRANAJE SAE (APROXIMADO)	ISO
15	80	5W		15
22	106	5W		22
32	151	10W	75	32
46	214	10	75	46
68	310	20	80	68
100	463	30	80	100
150	696	40	85	150
220	1020	50	90	220
320	1483	60	115	320
460	2133	70	140	460

250-087
97-11-04 skw

Tabla 2-1. Viscosidad y temperatura de funcionamiento de los aceites

Capítulo 3. Ajustes

Introducción



Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

Estos ajustes pueden realizarse in situ, para obtener un rendimiento óptimo o después de realizar reparaciones. Anote siempre el punto de partida antes de hacer cualquier ajuste.

Normalmente, los únicos requisitos para poner en marcha un regulador nuevo o reacondicionado son llenar el regulador de aceite y ajustar la válvula de aguja de compensación para obtener la máxima estabilidad. Todos los demás ajustes de funcionamiento se realizan durante las pruebas en fábrica, de acuerdo con las especificaciones del fabricante del motor, y no deberían necesitar más ajustes. No intente realizar ajustes internos en el regulador a menos que conozca a fondo los procedimientos correctos.

Ajuste de la válvula de aguja de compensación

La válvula de aguja de compensación es una pieza ajustable del sistema de compensación. Su ajuste, que afecta directamente a la estabilidad del regulador, depende de las características individuales de la máquina motriz primaria.

1. Con la máquina motriz primaria funcionando al ralentí, abra la válvula de aguja de compensación varias vueltas para provocar que el motor oscile. En algunos casos, es posible que la sola apertura de la válvula de aguja no provoque que el motor oscile, pero sí lo hará si se perturba manualmente el ajuste de velocidad del regulador. Deje que la oscilación continúe durante varios minutos para eliminar el aire atrapado en los circuitos hidráulicos.
2. Cierre gradualmente la válvula de aguja de compensación hasta eliminar la oscilación. Mantenga abierta la válvula de aguja tanto como sea posible para evitar que la respuesta del regulador sea lenta. El ajuste de la válvula de ajuste varía de 1/16 a 2 vueltas abierta. No la cierre nunca del todo, porque el regulador no podría funcionar correctamente.
3. Compruebe la estabilidad del regulador perturbando manualmente el ajuste de velocidad del regulador. El ajuste de compensación es satisfactorio cuando el regulador vuelve a su velocidad con solo un ligero rebasamiento o una ligera insuficiencia. Una vez que el ajuste de la válvula de aguja es correcto, no es necesario cambiar el ajuste excepto si se producen grandes cambios permanentes de temperatura que afecten a la viscosidad del aceite del regulador.



Si después de una perturbación el motor no recupera la estabilidad y la válvula de agua está casi cerrada, sustituya los muelles intermedios existentes por muelles de la siguiente escala superior.

Establecimiento del ajuste de velocidad

El mecanismo neumático de ajuste de velocidad es de tipo directo, que aumenta el ajuste de velocidad del regulador cuando aumenta la señal de presión de control de aire. Lleve a cabo los procedimientos siguientes, si es necesario, para ajustar las velocidades de funcionamiento máxima y mínima del regulador.

El intervalo de velocidad recomendado para el regulador PG es de 250 a 1000 rpm, con un intervalo de velocidad máxima de 200 a 1600 rpm.

Mecanismo directo de ajuste de velocidad

(Figura 3-2)

IMPORTANT

Los ajustes de velocidad del regulador, en particular los que establecen el intervalo de velocidad del regulador frente al intervalo de presión de control de aire, interactúan entre sí y no es posible hacer un ajuste en un extremo del intervalo sin que afecte al otro extremo. Por este motivo, debe realizarse todo el procedimiento de ajuste por orden siempre que sea necesario cualquier cambio en el ajuste de velocidad alta o baja. Es preferible que los ajustes de velocidad se realicen en un banco de pruebas, aunque pueden realizarse en la máquina motriz primaria si se toman precauciones para evitar cualquier posibilidad de sobrevelocidad en la máquina motriz primaria.

1. Si el regulador está equipado con un dispositivo de parada opcional de solenoide o accionado por presión:
 - a. Tipo solenoide: debe excitarse si se ha ajustado que la parada debe producirse cuando no esté excitado.
 - b. Tipo presión: debe presurizarse por encima del punto de parada si se ha ajustado que la parada debe producirse cuando la presión sea baja.
2. Gire el mando de ajuste manual de la velocidad por completo (hasta que resbale el agarre) hasta la posición de velocidad mínima.
3. Inicialmente, sitúe el tornillo de ajuste de velocidad alta (125, Figura 3-1) de modo que el extremo superior esté en contacto con la parte superior del tornillo de ajuste de velocidad en forma de T (123).

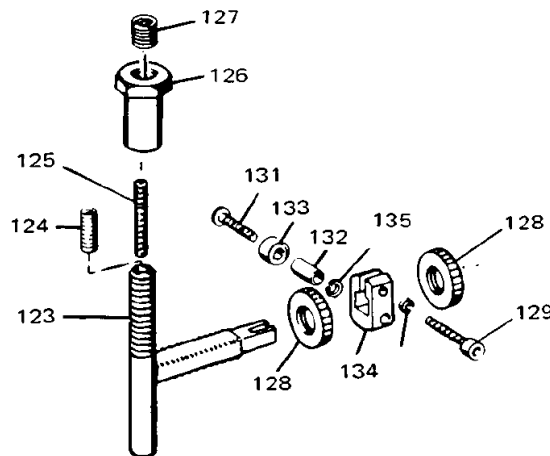


Figura 3-1. Vista despiezada del ajuste de velocidad alta

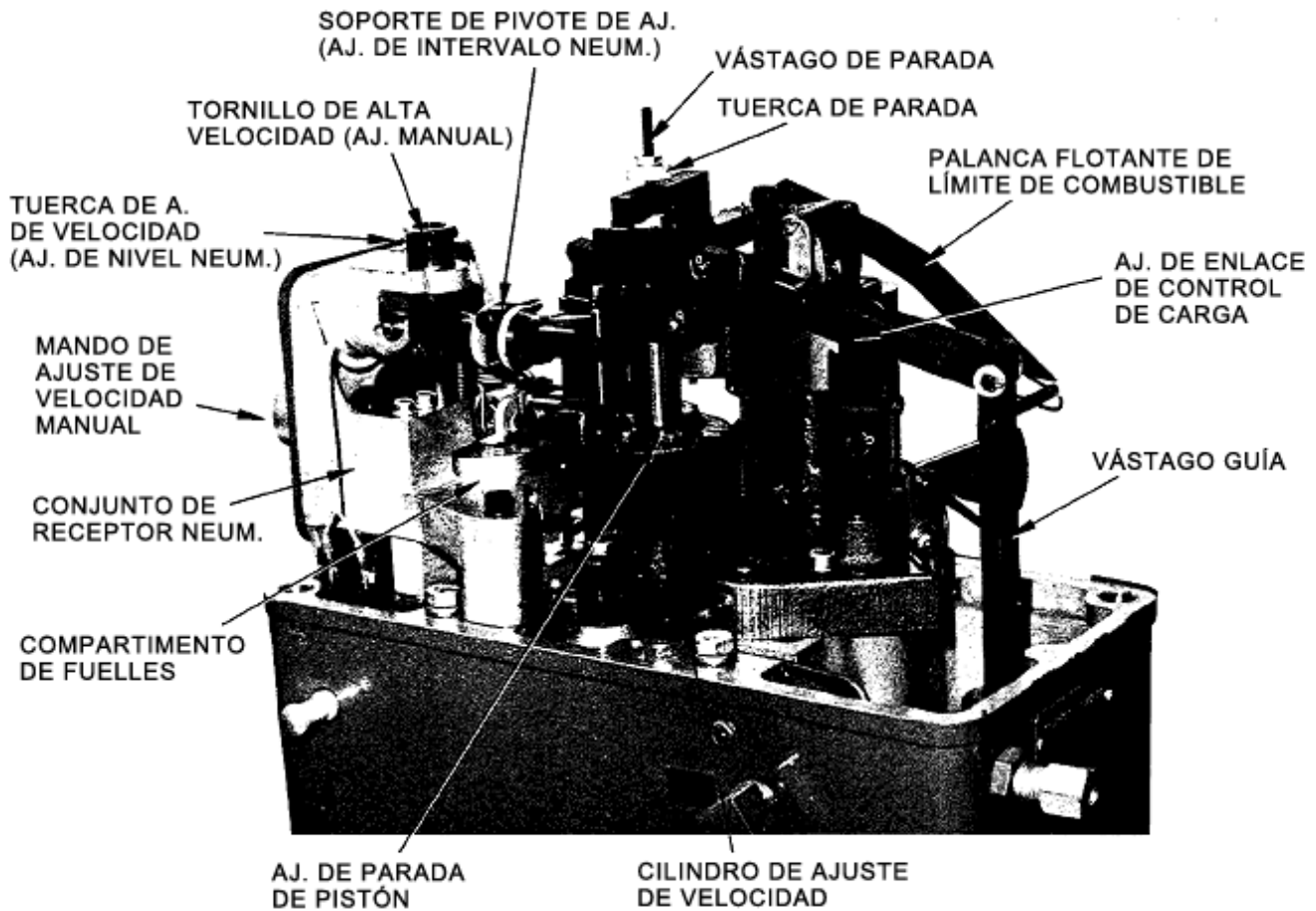


Figura 3-2. Vista lateral izquierda del regulador con la cubierta retirada
(El regulador que se muestra tiene control de carga y limitador de cilindro único)

4. Inicialmente, coloque el tornillo de tope de parada del pistón de ajuste de velocidad (48, Figura 3-3) de modo que se proyecte 1/2 pulgada por encima de la parte superior del cilindro de ajuste de velocidad.

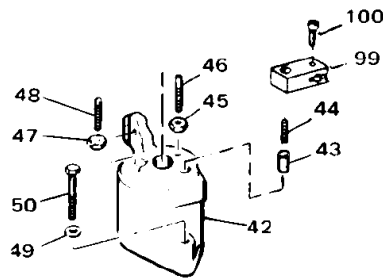


Figura 3-3. Vista despiezada del cilindro de ajuste de velocidad

5. Establezca el ajuste de velocidad baja del regulador de la manera siguiente:
 - a. Active el control de aire del regulador y ajuste la presión mínima necesaria correspondiente a la velocidad baja necesaria (ralentí).
 - b. Gire la tuerca de ajuste de velocidad (Figura 3-2) en el tornillo de ajuste de velocidad como sea necesario (en sentido contrario a las agujas del reloj para aumentar) hasta que se alcance la velocidad baja necesaria a la presión de control de aire mínima.

IMPORTANT

Asegúrese de que el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja (109) no esté en contacto con la clavija de parada (106) de la palanca de restauración y de que el tornillo de tope de parada del pistón (48) no interfiera con el movimiento ascendente del pistón de ajuste de velocidad.

6. Calibre el intervalo de velocidad del regulador con el intervalo de presión de control de aire de la manera siguiente:
 - a. Aumente lentamente la presión de control de aire hasta el valor máximo necesario. Tenga cuidado para no provocar sobrevelocidad en la máquina motriz primaria.

IMPORTANT

Asegúrese de que el tornillo de ajuste de la válvula de limitación de velocidad máxima (44, Figura 3-3) del vástago del pistón no esté en contacto ni abriendo prematuramente la válvula de retención de limitación (43) de la parte superior del cilindro de ajuste de velocidad.

- b. Si se alcanza la velocidad alta necesaria antes de que la presión control de aire se haya ajustado en el valor máximo necesario, mueva la ménsula de pivote (fulcro) del soporte de la bola (134, Figura 3-1) hacia el cilindro de ajuste de velocidad para reducir el intervalo de velocidad del regulador en relación con el intervalo de presión de control de aire.
 - c. Si se ajusta la presión de control de aire en el valor máximo necesario antes de que se haya alcanzado la velocidad alta necesaria, separe del cilindro de ajuste de velocidad la ménsula de pivote del soporte de la bola para aumentar el intervalo de velocidad del regulador en relación con el intervalo de presión de control de aire.
 - d. Para ajustar el pivote del soporte de la bola, afloje el tornillo superior de la ménsula del pivote sobre el brazo del tornillo de ajuste de velocidad. Ajuste la posición de la ménsula (y del pivote del soporte de la bola) sobre el brazo aflojando la tuerca moleteada del lado correspondiente de la ménsula y apretando la tuerca opuesta.
7. Después de cada ajuste de la ménsula del pivote, se debe reajustar el ajuste de velocidad baja. Repita los pasos 5 y 6 hasta que la velocidad baja necesaria corresponda exactamente a la presión de control de aire mínima necesaria y se alcancen simultáneamente la velocidad alta y la presión de control de aire máxima. La velocidad debe empezar a aumentar instantáneamente con cualquier aumento de la presión del control de aire por encima del valor mínimo.
8. Ajuste la presión del control de aire en el valor máximo. Deje que se establezca la velocidad de la máquina motriz primaria. Gire el tornillo de ajuste de la válvula de limitación (44, Figura 3-3) en el sentido de las agujas del reloj hasta que la velocidad de la máquina motriz empiece a caer y, a continuación, gírelo en sentido contrario entre 1/4 y 1/2 de vuelta y bloquéelo en su posición. Así impedirá o limitará la sobrevelocidad accidental de la máquina motriz primaria si, por algún motivo, el pistón de ajuste de la velocidad se mueve más allá de su posición de velocidad alta.
9. Reduzca la presión de control de aire al valor mínimo.
10. Gire el tornillo de tope de parada de pistón (48, Figura 3-3) en el sentido de las agujas del reloj hasta que entre en contacto con la parte superior del pistón de ajuste de velocidad y, a continuación, gírelo en sentido contrario tres vueltas completas (3/32 pulgadas/2,4 mm) y bloquéelo en su posición.

IMPORTANT

El tornillo de tope de parada de pistón se utiliza normalmente para limitar el movimiento ascendente del pistón de ajuste de velocidad durante los periodos de parada a 3/32 pulgadas (2,4 mm) por encima de la posición de velocidad baja del pistón. De esta manera, el regulador puede abrir el control de combustible con mayor rapidez al arrancar y, así, minimizar el tiempo de puesta en marcha.

Es posible que algunas aplicaciones del regulador exijan una parada a velocidad baja o mínima, en cuyo caso el tornillo de tope de parada del pistón se utiliza para limitar el movimiento ascendente del pistón hasta el punto de velocidad baja o mínima. Cuando se hace así, no es posible usar el regulador para parar la máquina motriz primaria y es necesario proporcionar al regulador algún medio externo para este propósito.

11. Levante el vástago de parada lo suficiente como para eliminar cualquier holgura (movimiento perdido), pero no tanto como para provocar que la velocidad de la máquina motriz primaria caiga por debajo del ajuste de velocidad baja. Mantenga el vástago de parada arriba mientras coloca la tuerca de parada en el vástago, de modo que se encuentre 0,050 pulgadas (1,27 mm) por encima del extremo superior del bloque del fulcro en el vástago del pistón de ajuste de velocidad y bloquéela en su lugar con la tuerca superior.

IMPORTANT

Las tuercas de parada se omiten habitualmente cuando la aplicación del regulador no necesita la capacidad de parada. Si se han incluido tuercas pero no es necesaria la parada, asegúrese de que las tuercas se encuentren en la parte superior del vástago de parada, a la distancia máxima del bloque del fulcro.

12. Si el regulador debe parar la máquina motriz primaria cuando se desactive o se interrumpa accidentalmente el control de aire, ajuste el tornillo de parada neumática de velocidad baja de modo que esté entre 0,040 y 0,050 pulgadas (1,02 y 1,27 mm) por debajo de la clavija de parada en la palanca de restauración a baja velocidad. Desactive el control de aire del regulador y deje que la máquina motriz primaria se detenga. Reajuste el tornillo de parada para que haya una separación de entre 0,002 y 0,005 pulgadas (0,05 y 0,13 mm) entre la cabeza del tornillo y la clavija de parada en la palanca de restauración.
13. Si el regulador debe pasar a baja velocidad cuando se desactive o se interrumpa accidentalmente el control de aire, ajuste el tornillo de parada neumática de velocidad baja de modo que se alcance la velocidad deseada sin ninguna presión de control de aire. La velocidad debe estar al menos 20 rpm por debajo del ralentí.

NOTICE

Afloje y apriete la tuerca de bloqueo (108, Figura 3-4), para ajustar el tornillo de parada de velocidad baja (109) solamente cuando se detenga el regulador. La rotación del regulador, mientras se realiza este ajuste, provoca que el émbolo de la válvula piloto se pegue al casquillo de la misma.

14. Establezca el ajuste de velocidad máxima para el mando de ajuste de velocidad manual de la manera siguiente:
 - a. Desactive el control de aire del regulador. Si se ajusta el regulador de modo que se detenga si se interrumpe el control de aire, gire el mando de ajuste de velocidad manual en el sentido de las agujas del reloj hasta que aumente ligeramente la velocidad de la máquina motriz primaria antes de desactivar el control de aire.
 - b. Gire el mando de ajuste de velocidad manual en el sentido de las agujas del reloj hasta que la máquina motriz primaria funcione a alta velocidad.
 - c. Gire el tornillo de tope de ajuste de velocidad alta (125, Figura 3-1) en el sentido de las agujas del reloj hasta que entre en contacto con la clavija de parada de velocidad alta. Si se gira demasiado el tornillo de tope, la velocidad de la máquina motriz primaria se reducirá.

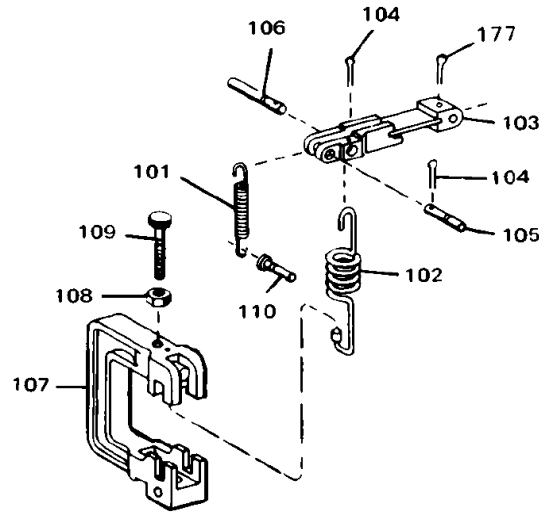


Figura 3-4. Vista despiezada del ajuste de velocidad baja

15. Asegúrese de girar por completo el mando de ajuste de velocidad manual en sentido contrario a las agujas del reloj hasta la posición de velocidad mínima antes de reanudar el funcionamiento normal bajo control neumático.

Ajuste de caída de velocidad

Normalmente, el regulador se ajusta en fábrica para la caída de velocidad especificada por el fabricante de la máquina motriz primaria. Es posible que las características de la máquina motriz primaria o los requisitos del sistema hagan necesarios pequeños reajustes. Para realizar el ajuste, afloje el tornillo de bloqueo y deslice la leva a lo largo de la ranura en la clavija del fulcro (vea la Figura 3-5). Separe el lóbulo de la leva de la línea central de la clavija del fulcro hacia el vástago guía del pistón de potencia para aumentar la caída de velocidad o acérquelo a la línea central para reducir la caída de velocidad. Cuando las líneas centrales del lóbulo de la leva y de la clavija del fulcro coincidan (caída "0"), el regulador funcionará de manera isócrona.

NOTICE

No mueva la leva más allá de la posición de caída "0", puesto que se producirá una caída 'negativa' (la velocidad de la máquina motriz primaria aumentará cuando el pistón de potencia del regulador se mueva hacia la posición de combustible o vapor máximo). El resultado será una acción reguladora muy inestable.

Con las máquinas motrices primarias funcionando en paralelo, las unidades de caída deben tener caída suficiente como para evitar los intercambios de carga entre máquinas motrices primarias.

Dispositivos de parada de fallo de presión de aceite o agua

Consulte el manual 36652, *Paradas y alarmas de seguridad automáticas PG*

Dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad

Consulte el Capítulo 7, Dispositivos y características auxiliares.

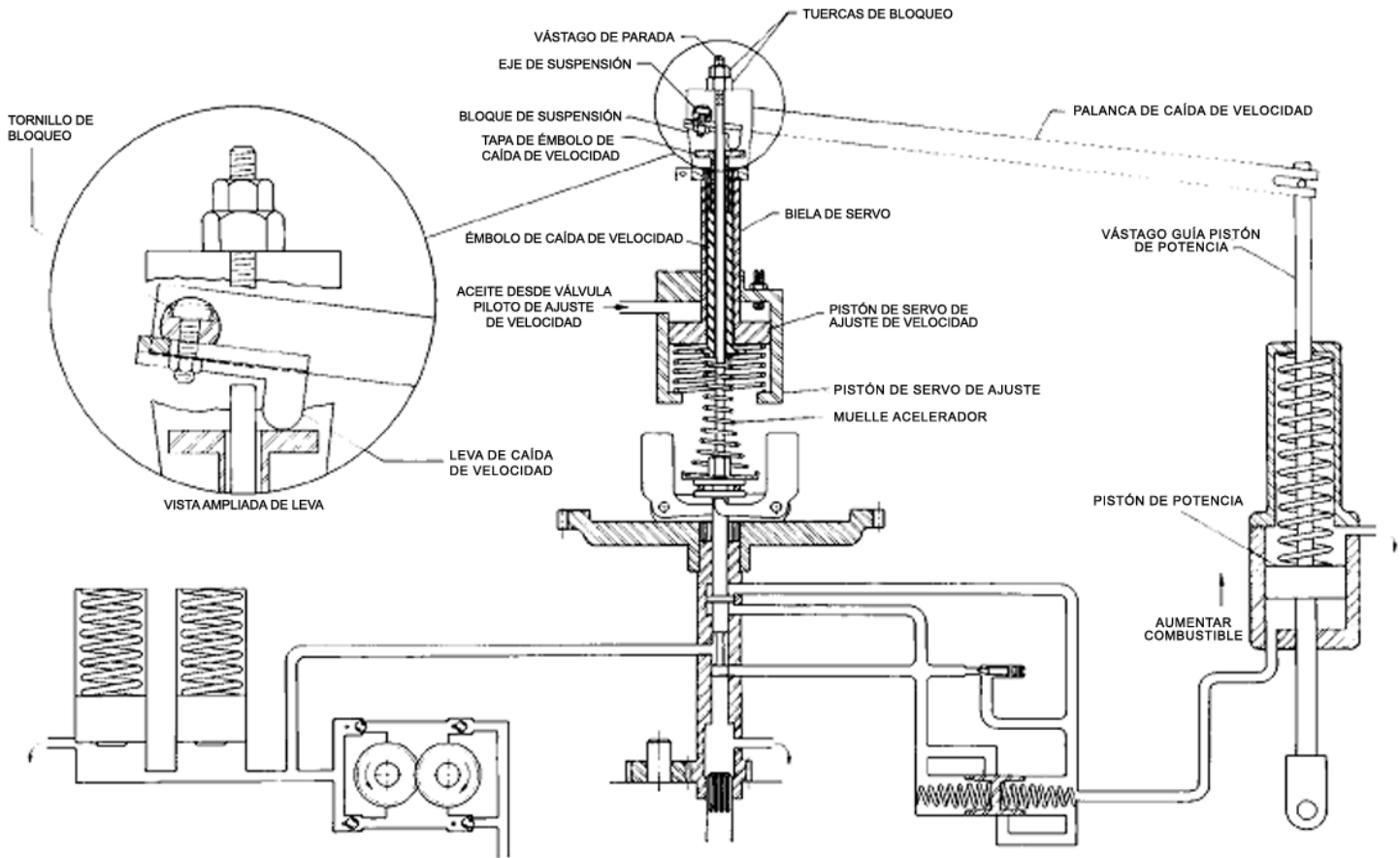


Figura 3-5. Diagrama esquemático del enlace de caída de velocidad

Parada controlada por solenoide

Consulte el Capítulo 7, Dispositivos y características auxiliares.

Ajuste in situ del enlace del limitador de combustible de ángulo

La siguiente información solo se aplica al limitador de combustible de presión de colector del tipo ilustrado en la Figura 3-6.

Algunos reguladores están equipados con un limitador de combustible del tipo que se ilustra en la Figura 7-21. Dado que el ajuste de este tipo de limitador solamente es posible en un banco de pruebas, en este manual no se proporcionan instrucciones. Los procedimientos completos de ajuste en banco de pruebas están disponibles en el manual 36695, *Limitador de combustible de sesgo de presión de aire de colector PG*.

Las Figuras 3-6 y 3-7 muestran diversos ajustes e indican el efecto de cada ajuste.

Debe quedar claro que estos datos son aproximados, puesto que es inevitable que se produzcan variaciones de un regulador a otro. El ajuste (C) es el que mostrará esta variación con mayor probabilidad que los demás, debido a su proximidad a una clavija de pivote de enlace. Los gráficos se trazan como incrementos del desplazamiento del vástago guía, en el punto de límite de combustible, por unidad de ajuste por encima y por debajo de los ajustes de datos dados para el regulador determinado.

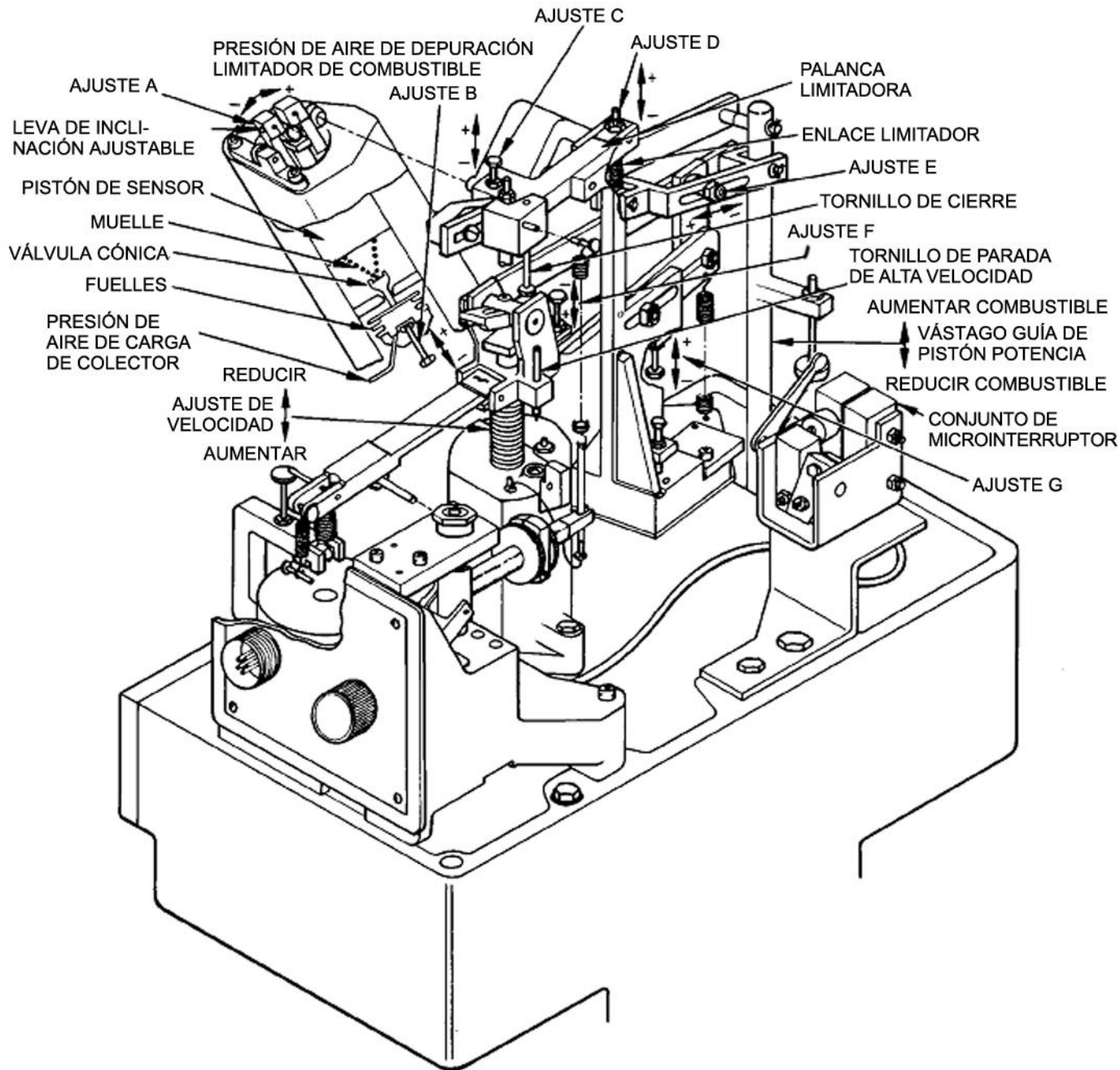


Figura 3-6. Ajuste del enlace del limitador de combustible del regulador PGA
(Se muestra con limitador de combustible de ángulo con limitador de combustible de ajuste de velocidad)

Ajuste (A)

El ajuste de este tornillo hace variar el ángulo de la leva del limitador de combustible de presión de carga y la inclinación de la característica de limitación de combustible.

Después de utilizar este ajuste, es necesario recortar la base de la curva del limitador por medio del ajuste (C), para restablecer su valor original. El gráfico muestra las relaciones entre incrementos del desplazamiento del vástago guía del regulador en el límite de combustible frente a unidades de ajuste una vez realizados ambos ajustes.

Ajuste (B)

Este es el tornillo de ajuste de datos del fuelle. Su ajuste determina la presión de carga del colector a la que el pistón del limitador de combustible comienza a moverse hacia abajo, aumentando el desplazamiento del vástago guía del regulador en el que se produce la limitación de combustible. Su efecto consiste en mover de manera lateral la característica de limitación en paralelo con el eje de presión de carga.

Ajuste (C)

El ajuste de este tornillo hace subir o bajar toda la característica de limitación de combustible de presión de carga del colector.

Ajuste (D)

Esta es la tuerca de ajuste de datos del limitador de combustible de ajuste de velocidad. Su ajuste hace subir o bajar toda la característica de limitación.

Ajuste (E)

El ajuste de la posición de esta clavija de pivote de enlace en la palanca de ranuras cambia la relación de enlace de modo que, para un avance fijo en la posición del pistón de ajuste de velocidad, el movimiento correspondiente del vástago guía del pistón de potencia del regulador, en el punto de limitación de combustible, puede aumentar o reducirse (es posible alterar la inclinación de la característica de limitación de combustible).

Después de utilizar este ajuste, es necesario recortar la base de la curva del limitador por medio del ajuste (D), para restablecer su nivel original. El gráfico muestra las relaciones entre incrementos del desplazamiento del vástago guía del regulador en el límite de combustible frente a unidades de ajuste una vez realizados ambos ajustes.

Ajuste (F)

Se mantiene un límite de combustible constante para todas las velocidades por debajo del ajuste de velocidad a las que este tornillo entra en contacto con la palanca inferior del limitador.

El ajuste del tornillo hace variar el ajuste de velocidad en el que se alcanza la parte inclinada de la característica de limitación. Su efecto consiste en mover de manera lateral la característica de limitación en paralelo con el eje de ajuste de velocidad.

Ajuste (G)

Este ajuste varía el nivel del "límite de combustible" constante a los ajustes de velocidad baja a los que se hace referencia bajo el ajuste (F). Solamente influye sobre esta parte inferior de la característica.

AJUSTES DE ENLACE DE LIMITADOR DE COMBUSTIBLE DE REGULADOR PGA

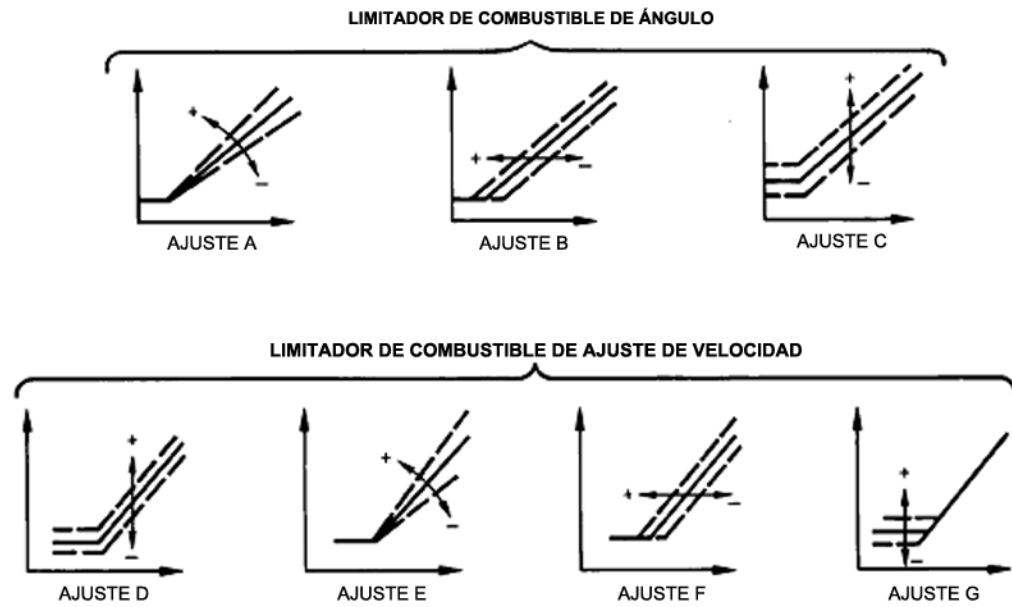


Figura 3-7. Efectos gráficos de los ajustes del limitador de combustible

Capítulo 4.

Solución de problemas

Introducción

Es imposible anticipar todos los tipos de problemas que se pueden encontrar sobre el terreno. Este capítulo trata sobre los problemas más comunes. Una mala regulación puede deberse a un rendimiento defectuoso del regulador o al intento del regulador de corregir el funcionamiento defectuoso del equipo auxiliar del motor o de la turbina. También se debe considerar el efecto de los equipos auxiliares sobre el control global que se exige al regulador.



WARNING

Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

Aceite

El nivel de aceite del regulador se debe mantener entre las líneas del indicador del nivel de aceite con la unidad en funcionamiento. El nivel correcto está en la línea de unión de la carcasa de potencia y la columna (la línea superior del indicador), pero no más arriba. Las instrucciones que se proporcionan en las etiquetas que se encuentran junto al indicador de aceite deben seguirse al pie de la letra. La suciedad del aceite provoca aproximadamente el 50 % de los problemas de los reguladores. Utilice aceite limpio nuevo o filtrado. Los recipientes que se utilicen para llenar los reguladores desde recipientes a granel deben estar perfectamente limpios. El aceite contaminado con agua se descompone rápidamente, produce espuma y corroe las partes internas del regulador.

Válvula de aguja de compensación

La válvula de aguja de compensación debe ajustarse correctamente con el regulador que controla el motor o la turbina, aunque se haya ajustado previamente la compensación en fábrica o en un equipo de prueba de reguladores. Aunque el parezca que el regulador está funcionando correctamente, porque la unidad funcione a velocidad constante sin carga, es posible que el regulador no esté correctamente ajustado.

Algunos de los resultados de ajustar de manera incorrecta la válvula de aguja de compensación son sobrevelocidades altas y subvelocidades bajas tras un cambio de carga o un cambio del ajuste de velocidad.

Definiciones

Utilice la tabla de las páginas siguientes para determinar las causas probables de un funcionamiento defectuoso y para corregir estos problemas. Los términos utilizados en la tabla se definen de la manera siguiente:

Oscilación

Variación rítmica de la velocidad que puede eliminarse bloqueando manualmente el funcionamiento del regulador pero que se reproduce cuando se devuelve el control al regulador.

Oleada

Variación rítmica de la velocidad, siempre de gran magnitud, que se puede eliminar bloqueando manualmente la acción del regulador y que no se reproduce cuando se devuelve el control al regulador, a menos que se cambie el ajuste de velocidad o que cambie la carga.

Temblo

Vibración de alta frecuencia del extremo del vástago de combustible (o eje terminal) del regulador y el enlace de combustible. No se debe confundir con la acción de control normal del regulador.

Inspección preliminar

Los problemas del regulador suelen revelarse en variaciones de velocidad de la máquina motriz primaria, pero esto no significa necesariamente que tales variaciones las provoque el regulador. Cuando aparezcan variaciones de velocidad anómalas, debe realizarse el procedimiento siguiente.

1. Compruebe la carga para asegurarse de que los cambios de velocidad no sean el resultado de cambios de carga más allá de la capacidad de la máquina motriz primaria.
2. Compruebe el funcionamiento del motor para asegurarse de que todos los cilindros se disparen correctamente y que los inyectores de combustible estén en buen estado de funcionamiento y bien calibrados.
3. Compruebe el enlace entre el regulador y el control de combustible o vapor para asegurarse de que no haya agarrotamiento ni exceso de retroceso.
4. Compruebe el ajuste de la válvula de aguja de compensación.
5. Compruebe el funcionamiento del transmisor de presión de control de aire.
6. Compruebe la presión del aceite del regulador. Para ello se proporcionan puertos de prueba en dos de los lados de la carcasa de potencia del regulador.
7. La fuente de la mayoría de los problemas de los reguladores hidráulicos está en la suciedad del aceite. La arenilla y otras impurezas pueden introducirse en el regulador con el aceite o formarse cuando el aceite comienza a descomponerse (oxidarse) o a formar sedimentos. Las partes móviles internas se lubrican con el aceite que hay en el interior de la unidad. Las válvulas, pistones y émbolos se adhieren e incluso se bloquean en sus espacios, debido al desgaste excesivo provocado por la arenilla y las impurezas del aceite. Si es así, el funcionamiento errático y la respuesta mediocre se pueden corregir enjuagando la unidad con fuelóleo o queroseno. No se recomienda utilizar disolventes comerciales, porque pueden dañar los sellos y las juntas.

Cambie el aceite y enjuague el regulador dos veces al año, si es posible. Retire la cubierta, abra la llave de vaciado y vacíe el aceite usado. Para enjuagar el regulador, llénelo de fuelóleo y, con el motor funcionando a baja velocidad, encienda y apague el regulador. Encienda y apague el regulador abriendo la válvula de aguja dos o tres vueltas. Deje que el regulador oscile durante un minuto o dos y, a continuación, detenga el motor y vacíe el regulador. Enjuague el regulador una vez más. Llene el regulador de aceite, vertiéndolo sobre todas las partes internas visibles. Arranque el motor y reajuste la válvula de aguja de compensación.

8. Compruebe el accionamiento del regulador para ver si hay errores de alineación, aspereza, exceso de retroceso, etc.

Tabla 4-1. Solución de problemas

Problema	Causa	Corrección
1. Oscilaciones u oleadas en el motor.	A. Ajuste incorrecto de la válvula de aguja.	Ajuste la válvula de aguja como se describe en el manual del regulador.
	B. Muelles intermedios demasiado ligeros. Esto puede ocurrir en una instalación nueva o en una instalación antigua como resultado de un cambio radical en las condiciones de carga.	Instale muelles intermedios más pesados (consulte con Woodward).
	C. Pérdida de movimiento en el enlace del motor, las bombas de combustible o la válvula de gas.	Repáre el enlace, las bombas de combustible o la válvula de gas.
	D. Agarrotamiento en el enlace del motor, las bombas de combustible o la válvula de gas.	Repáre y realinee el enlace, las bombas de combustible o la válvula de gas.
	E. Carrera del regulador demasiado corta. Esto puede ocurrir en una instalación nueva. Debe ser al menos del 50 % del desplazamiento total del regulador entre ralentí y carga completa.	Rediseñe o rehaga el enlace de combustible para que requiera más carrera del regulador. (Consulte al fabricante del motor y a Woodward).
	F. Nivel de aceite bajo. No se producirán daños si la superficie del aceite es aún visible en el indicador.	Añada aceite lentamente hasta alcanzar el nivel correcto en el indicador.
	G. Suciedad o espuma en el aceite del regulador.	Vacíe el aceite del regulador, enjuague el regulador para limpiarlo y rellénelo con aceite limpio adecuado. Purgue el aire y ajuste la válvula de aguja como se describe en el manual del regulador.
	H. Regulador gastado o mal ajustado.	Pruebe el regulador de repuesto o repare y ajuste el regulador. a. Compruebe si las clavijas y los soportes de la cabeza de contrapesos están gastados. b. Compruebe si las punteras de la cabeza de contrapesos están gastadas y si tienen puntos planos. c. Compruebe el soporte de empuje de la cabeza de contrapesos y el soporte de centrado. d. Es posible que el émbolo de la válvula piloto se esté atascando. Limpie y pula si es necesario. NOTICE No rompa las esquinas ni la superficie de control. e. Compruebe el ajuste vertical del émbolo de la válvula piloto y corríjalo si es necesario. f. Limpie y pula todas las partes móviles para que se muevan libre y suavemente.
	I. Muelle demasiado débil en enlace telescópico.	Instale muelles más pesados para que el enlace se mantenga siempre sólido.
	J. Regulador inadecuado para el motor.	Consulte con Woodward.

Problema	Causa	Corrección
2. Las cremalleras de las bombas de combustible no se abren rápidamente al poner el motor en marcha.	A. Baja presión de aceite en el regulador.	a. Compruebe si el desgaste de los engranajes de la bomba del regulador y las cajas de engranajes es excesivo. Ninguna corrección, excepto la sustitución de las piezas gastadas. b. Enjuague el regulador y rellénelo con aceite limpio para eliminar la suciedad de las válvulas de retención de la bomba. c. Examine las válvulas de retención de la bomba. Si no se asientan herméticamente, instale otras nuevas.
	B. Velocidad de puesta en marcha demasiado lenta.	Instale un servomotor impulsor (consulte con Woodward).
	C. El servomotor impulsor (si se utiliza) no funciona correctamente.	a. Compruebe la acción de la válvula automática de arranque de aire. b. Compruebe las conexiones de aire y de aceite.
	D. Parada de solenoide mal cableada.	Compruebe el cableado para el tipo de desconexión a parada. Para arrancar se debe aplicar un pequeño voltaje.
	E. Tuercas de parada mal ajustadas.	Afloje las tuercas y arranque el motor. Reajuste las tuercas para que la separación sea la correcta al ralentí.
	F. Ajuste de velocidad o ajuste del limitador de combustible de presión del colector demasiado bajo.	Aumente el combustible de arranque máximo. Consulte los ajustes correctos al fabricante del motor.
3. Temblor en el extremo del vástago del regulador o el eje terminal.	A. Accionamiento áspero del motor.	Inspeccione el mecanismo de accionamiento: a. Compruebe la alineación de los engranajes. b. Inspeccione si hay dientes de engranajes defectuosos, engranajes excéntricos o exceso de retroceso en el tren de engranajes. c. Compruebe las llaves y las tuercas de los engranajes y los tornillos de tope que sujetan los engranajes de accionamiento a los ejes. d. Apriete la cadena entre el cigüeñal y el árbol de levas (si se utiliza). e. Compruebe el amortiguador de vibración del motor (si se utiliza). f. Si el regulador tiene un eje de accionamiento centrado, compruebe el desgaste del eje y el acoplamiento de los dientes.
	B. Fallo de accionamiento flexible en la cabeza de contrapesos.	Retire, desmonte y limpie las piezas de la cabeza de contrapesos. Compruebe el muelle e instale un nuevo conjunto de acoplamiento de muelles, si es necesario. Centre el acoplamiento para que el desplazamiento sea igual en direcciones opuestas.
	C. El regulador no se ha sujetado con pernos de manera uniforme a la plataforma de montaje del motor.	Afloje los tornillos, desconecte el enlace de combustible y gire varias veces el regulador 45° en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario sobre su plataforma de montaje. Apriete los tornillos.

Problema	Causa	Corrección
4. La carga no se divide correctamente entre las unidades conectadas para la propulsión del buque o la instalación de tipo similar. Todas las unidades en caída.	A. El ajuste de caída es demasiado bajo en una o más unidades.	a. Compruebe si el desplazamiento del regulador es de al menos el 50 % del desplazamiento total. Si es necesario, aumente el desplazamiento del regulador acortando la palanca del eje terminal. b. Ajuste la caída en cada unidad hasta que se obtenga la división de carga que desee. c. El aumento de la caída provoca que la unidad admita una proporción menor de cambios de carga. d. La reducción de la caída provoca que la unidad admita una proporción mayor de cambios de carga.
	B. Los ajustes de velocidad de los reguladores no sean iguales.	a. Compruebe las presiones de control de aire en ambos reguladores con medidores de presión fiables. b. Compruebe si ambos mandos de ajuste de velocidad manual están en el mínimo. c. Si el desequilibrio de carga entre los motores tiene un valor constante, corrijalo reajustando la tuerca de ajuste de velocidad base (125). Gire en el sentido de las agujas del reloj para reducir y viceversa. d. Si el desequilibrio de carga se mueve de un motor a otro al cambiar la velocidad del mínimo al máximo, reajuste la ménsula del pivote (134).
5. El motor tarda en recuperarse de una desviación de velocidad provocada por un cambio de carga o tarda en responder a un cambio en el ajuste de velocidad.	A. Muelles intermedios incorrectos en el regulador.	Instale los muelles intermedios correctos (consulte con Woodward).
	B. La presión de aceite del regulador es baja.	Vea el elemento 2A de esta tabla.
	C. Suministro de combustible restringido.	Limpie los filtros de aceite y las líneas de suministro de combustible.
	D. Es posible que el motor esté sobrecargado.	Reduzca la carga.
	E. Los reguladores de tipo PG con control de velocidad neumático-hidráulico se han diseñado para aumentar lentamente el ajuste de velocidad. Si esto es inaceptable, es posible suministrar piezas especiales para obtener una acción más rápida.	Consulte con Woodward. Es posible que los cambios in situ necesiten de los servicios de un especialista en ingeniería de reguladores.
	F. El supercargador no acelera suficientemente rápido hasta la nueva velocidad para suministrar el aire necesario para quemar el combustible añadido.	No se puede corregir fácilmente in situ. Consulte al fabricante del motor y a Woodward o reemplace el supercargador.
6. El motor no alcanza la carga máxima nominal.	A. Las cremalleras de combustible no se abren lo suficiente.	a. Compruebe los topes de la bomba de combustible y haga los ajustes necesarios. b. Compruebe el enlace entre el regulador y las bombas de combustible y haga los ajustes necesarios. c. Algunos reguladores PG especiales están equipados con un dispositivo de limitación de carga y quizá el regulador esté alcanzando el límite de carga. Se puede realizar un ajuste, si se considera aconsejable. d. Es posible que la presión de aceite sea demasiado baja; consulte el elemento 2A de esta tabla.
	B. Suministro de combustible restringido.	Vea el elemento 7C de esta tabla.
	C. El supercargador no suministra aire suficiente.	Reemplace el supercargador.
	D. Patina el embrague (si se utiliza) entre el motor y la carga de accionamiento.	Consulte el manual de instrucciones del embrague.

Problema	Causa	Corrección
7. El motor no alcanza la carga máxima ni la carga completa.	A. Baja presión de control de aire.	Compruebe el transmisor neumático y líneas de aire.
	B. Tope de velocidad máxima demasiado bajo.	A la máxima presión de control de aire, el tornillo de parada (46) no debe tocar la retención de bola (52).
	C. Las velocidades mínima y máxima son demasiado bajas.	Suba el nivel reajustando la tuerca de ajuste de velocidad base (125) en sentido contrario a las agujas del reloj.
	D. Solo la velocidad máxima es demasiado baja.	Reajuste la ménsula del pivote (134).
	E. Fugas en el fuelle.	Instale un fuelle nuevo (118).
	F. Regulador al final de su desplazamiento (posición 10).	a. Compruebe el ajuste del enlace de combustible. b. Compruebe el suministro de combustible y los filtros.
	G. Ajuste de velocidad o ajuste del limitador de combustible de presión del colector demasiado bajo.	Reajuste los ajustes A–G. (Consulte al fabricante del motor).
	H. Propulsor demasiado grande.	Consulte con el astillero.
8. La carga oscila entre los motores engranados. Ambos reguladores oscilan.	Estado resonante entre la frecuencia natural del sistema y torsional del motor de orden 0,5.	Consulte al fabricante del motor. Cambiar las características del regulador puede atenuar las oscilaciones. Puede que sea necesario instalar acoplamientos más rígidos o acoplamientos con más amortiguación.
9. El motor acelera demasiado al arrancar.	A. Regulador demasiado lento.	Ajuste la válvula de aguja para la apertura más alta. Instale muelles intermedios más ligeros, si es posible.
	B. Ajuste de velocidad demasiado alto.	Reduzca el ajuste de velocidad de arranque.
	C. El regulador admite demasiado combustible para arrancar.	a. Limite el desplazamiento del servomotor impulsor. b. Reajuste el ajuste de velocidad o el limitador de presión del colector (consulte al fabricante del motor).
	D. Bypass de compensación retardado.	Instale el pistón intermedio corto.
10. El motor se cala al decelerar hasta la velocidad mínima.	A. Regulador demasiado lento.	Ajuste la válvula de aguja para la apertura máxima. Instale un muelle intermedio más ligero. Pruebe un pistón intermedio más corto.
	B. Velocidad mínima demasiado baja.	Aumente la velocidad mínima.
	C. La compensación no se corta al ralentí.	Consulte a Woodward para conocer la estructura del regulador.

Capítulo 5.

Principios de funcionamiento

Introducción

A efectos de su descripción, el regulador PGA consta de tres secciones principales: una sección reguladora básica, una sección de ajuste de velocidad y un enlace de caída de velocidad. El diagrama esquemático (Figura 5-1) permite entender visualmente el funcionamiento del regulador.

Regulador básico

El regulador básico consta de una bomba de aceite, dos acumuladores, un muelle acelerador, un conjunto de cabeza de contrapesos, un soporte de empuje, un émbolo de válvula piloto, un casquillo rotatorio, un sistema de compensación intermedio y un cilindro de potencia.

El eje de accionamiento del regulador pasa a través de la base del regulador y engrana con el casquillo rotatorio. El engranaje de accionamiento de la bomba de aceite forma parte integral del casquillo. La bomba suministra presión de aceite para el funcionamiento de la sección de regulación básica, la sección de ajuste de la velocidad y todos los demás dispositivos o características excepto las aplicaciones que utilizan un regulador de carga remoto, donde se suministra aceite de motor al sistema de control de carga. Los acumuladores ofrecen una reserva de aceite a presión y la válvula de descarga desvía el exceso de aceite al sumidero del regulador.

Cuando la presión del acumulador supera 100 psi (690 kPa), se instala una válvula de reducción de presión en la carcasa de potencia principal. Esto reduce la presión del aceite que se suministra al mecanismo de ajuste de velocidad y a los dispositivos auxiliares. Las válvulas de retención dobles de succión y descarga de la bomba permiten la rotación del regulador en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario sin modificar ni cambiar el regulador.

IMPORTANT

Algunos reguladores individuales están bloqueados para limitar la rotación a un solo sentido y no están equipados con válvulas de retención.

Funcionamiento del PGA básico

Cabeza esférica y casquillo

El extremo superior del casquillo rotatorio engrana con el conjunto de la cabeza de contrapesos y proporciona accionamiento directo de la máquina motriz primaria a los contrapesos. El soporte de empuje traduce el movimiento de entrada y salida de los contrapesos a un movimiento arriba-abajo del émbolo de la válvula piloto, permitiendo que el émbolo se mantenga estacionario respecto a los contrapesos rotatorios. El movimiento relativo entre el casquillo y el émbolo minimiza también la fricción estática. Están disponibles dos estilos de conjuntos de cabeza de contrapesos. El estilo exacto utilizado depende del tipo de tren de accionamiento al regulador. Cuando el accionamiento está relativamente libre de vibraciones de torsión se utiliza una cabeza sólida. Para atenuar niveles inaceptables de vibración torsional que la máquina motriz primaria pueda impartir al regulador, se utiliza un conjunto de cabeza esférica amortiguada por aceite y accionada por muelle. Es posible que estas vibraciones tengan un origen diferente del propio accionamiento pero alcancen el regulador a través de la conexión del accionamiento. A menos que se minimicen o se eliminen, estas vibraciones se detectan como cambios de velocidad y el regulador ajusta continuamente el control de combustible intentando mantener una velocidad constante.

Émbolo de la válvula piloto

La fuerza centrífuga de los contrapesos tiende a levantar el émbolo, mientras que la fuerza del muelle acelerador tiende a hacerlo bajar. La mayor de las dos fuerzas opuestas mueve el émbolo de la válvula piloto arriba o abajo. Cuando la máquina motriz primaria está en velocidad con cualquier ajuste de velocidad, estas fuerzas son iguales y los contrapesos adoptan una posición vertical. En esta posición, la superficie de control del émbolo de la válvula piloto está centrada sobre el puerto de regulación del casquillo rotatorio. No hay ningún flujo de aceite, aparte de la compensación de fugas, que entre o salga del sistema de compensación intermedio o del cilindro de potencia. Un cambio en cualquiera de estas dos fuerzas desplaza el émbolo de su posición centrada.

El émbolo baja:

1. Cuando el ajuste de velocidad del regulador no cambia pero hay una carga adicional que ralentiza la máquina motriz primaria y el regulador (y, en consecuencia, reduce la fuerza centrífuga de los contrapesos).
2. Cuando la velocidad de la máquina motriz primaria no cambia pero se aumenta la fuerza del muelle acelerador para elevar el ajuste de velocidad del regulador.

De manera similar, el émbolo de la válvula piloto sube cuando:

1. El ajuste de velocidad del regulador no cambia pero se retira carga de la máquina motriz primaria y se provoca un aumento de la velocidad de la máquina motriz primaria y el regulador (y, en consecuencia, un aumento de la fuerza centrífuga de los contrapesos).
2. La velocidad de la máquina motriz primaria no cambia, pero se reduce la fuerza del muelle acelerador para bajar el ajuste de velocidad del regulador.

Cuando el émbolo baja (en un estado de subvelocidad), el aceite a presión se dirige hacia el sistema de compensación intermedio y el cilindro de potencia para levantar el pistón de potencia y aumentar el combustible o el vapor. Cuando sube (en un estado de sobrevelocidad), se permite que el aceite de estas áreas se vacíe en el sumidero y el pistón de potencia se mueve hacia abajo para reducir el combustible o el vapor.

Sistema de compensación intermedio

El pistón intermedio, los muelles y la válvula de aguja de los circuitos hidráulicos entre el émbolo de la válvula piloto y el cilindro de potencia componen el sistema de compensación intermedio. El sistema estabiliza la acción reguladora minimizando los rebasamientos o insuficiencias tras un cambio en el ajuste de velocidad del regulador o un cambio en la carga de la máquina motriz primaria. Establece una señal de realimentación negativa temporal (caída temporal) en forma de diferencial de presión que se aplica a la superficie de compensación del émbolo de la válvula piloto. El flujo de entrada o salida de aceite en el sistema intermedio desplaza el pistón intermedio en la dirección del flujo. Este movimiento aumenta la carga sobre un muelle mientras la reduce sobre el otro y crea una ligera diferencia en las presiones a cada lado del pistón, con la presión más alta sobre el lado opuesto al muelle que se está comprimiendo. Estas presiones se transmiten a lados opuestos de la superficie de compensación del émbolo y producen una fuerza neta, hacia arriba o hacia abajo, que ayuda a recentrar el émbolo siempre que se hace una corrección del combustible o el vapor.

Aumento de la carga o del ajuste de velocidad

Aumentar el ajuste de velocidad o aumentar la carga sobre la máquina motriz primaria con un ajuste de velocidad dado tienen un efecto idéntico. En cualquiera de los casos, los contrapesos se mueven hacia dentro (subvelocidad) debido al aumento de la fuerza del muelle acelerador o a la reducción de la fuerza centrífuga provocada por la reducción de la velocidad de la máquina motriz primaria al añadir carga. El movimiento de los contrapesos se traduce en un movimiento descendente del émbolo de la válvula piloto. Esto dirige el aceite a presión hacia el sistema intermedio, lo que provoca que el pistón intermedio se mueva hacia el cilindro de potencia. El aceite desplazado por el movimiento del pistón intermedio fuerza el pistón de potencia a moverse hacia arriba en la dirección de aumento.

Las presiones de aceite a cada lado del pistón intermedio se transmiten simultáneamente a lados opuestos de la superficie de compensación del émbolo, con la presión más alta en el lado inferior. Este diferencial de presión es proporcional al desplazamiento del pistón intermedio que, a su vez, está determinado por la velocidad del muelle intermedio, la velocidad del desplazamiento del pistón de potencia y el ajuste de la válvula de aguja. La nueva fuerza ascendente que se produce se añade a la fuerza de los contrapesos y ayuda a restablecer el equilibrio de fuerzas y a recentrar ligeramente el émbolo de la válvula piloto ligeramente antes de que la máquina motriz primaria haya acelerado por completo. En efecto, esto permite que el regulador corte el combustible adicional necesario para la aceleración deteniendo el pistón de potencia cuando haya alcanzado un punto correspondiente a la cantidad de combustible o vapor necesaria para el funcionamiento en estado estacionario con la nueva carga o velocidad superior. A medida que la máquina motriz primaria continúa acelerando hacia la velocidad establecida, la fuerza de compensación se disipa gradualmente para desplazar el aumento continuo de la fuerza de los contrapesos. Esto se hace igualando las presiones a cada lado de la superficie de compensación a través de la válvula de aguja, a una velocidad proporcional a la velocidad de aceleración continua. Si la velocidad de disipación es la misma que la velocidad de aumento de la fuerza de los contrapesos, el diferencial de presión se reduce a cero en el instante en el que la fuerza de los contrapesos se iguala exactamente a la fuerza del muelle acelerador. Esto minimiza el rebasamiento de velocidad y permite que el regulador restablezca rápidamente el funcionamiento estable. El ajuste de la válvula de aguja determina la velocidad a la que se disipa la presión diferencial y permite que el regulador se “ajuste” a las características de la máquina motriz primaria y su carga. El muelle intermedio comprimido devuelve el pistón intermedio a su posición centrada a medida que se disipa el diferencial de presión.

Siempre que se hacen grandes cambios en el ajuste de velocidad o en la carga, el pistón intermedio se mueve lo suficiente para dejar al descubierto un puerto de bypass en el cilindro intermedio. El diferencial de presión a través del pistón intermedio se restringe a algún valor máximo y el aceite debe fluir directamente al cilindro de potencia. El pistón de potencia responde rápidamente a grandes cambios del ajuste de velocidad o de la carga. Dado que el diferencial de presión a través de la superficie de compensación está restringido, es posible que la máquina motriz primaria experimente más rebasamientos o insuficiencias de lo normal.

Reducción de carga o del ajuste de velocidad

Reducir el ajuste de velocidad o reducir la carga sobre la máquina motriz primaria con un ajuste de velocidad dado también tienen un efecto idéntico y provocan una acción inversa a la antes descrita. Los contrapesos se mueven hacia afuera (sobrevelocidad), levantando el émbolo de la válvula piloto y permitiendo que el aceite se vacíe del sistema de compensación intermedio. El pistón intermedio se aleja del cilindro de potencia, permitiendo que el aceite se vacíe del área bajo el pistón de potencia que, entonces, se mueve hacia

abajo en la dirección de reducción. Las presiones diferenciales que actúan a través de la superficie de compensación producen una fuerza neta descendente que tiende a ayudar al muelle acelerador a recentrar el émbolo de la válvula piloto ligeramente antes de que la máquina motriz primaria haya decelerado por completo. El movimiento del pistón de potencia se detiene cuando alcanza un punto correspondiente a la cantidad de combustible o vapor necesaria para el funcionamiento en estado estacionario con la nueva carga o velocidad inferior. La disipación de la fuerza de compensación se produce de la misma manera antes descrita y, en esta ocasión, minimiza la velocidad insuficiente.

Con grandes reducciones de velocidad o carga, el pistón de potencia se mueve a la posición "sin combustible" y bloquea el paso de aceite de compensación entre el cilindro de potencia y la válvula de aguja. Esto impide que se igualen normalmente las presiones de compensación. El pistón intermedio se mantiene alejado del centro y el nivel de presión que se transmite a la parte superior de la superficie de compensación del émbolo aumenta. El aumento del diferencial de presión, añadido al efecto del muelle acelerador, aumenta temporalmente el ajuste de velocidad del regulador. El regulador inicia la acción correctora tan pronto como la velocidad de la máquina motriz primaria cae por debajo del ajuste de velocidad temporal. Esto inicia el movimiento ascendente del pistón de potencia para restablecer el suministro de combustible o vapor con tiempo suficiente para evitar un episodio grande de subvelocidad. La acción anterior se denomina en ocasiones "corte de compensación". Cuando el movimiento ascendente del pistón de potencia descubre de nuevo el paso de aceite de compensación, se reanuda la acción de compensación y la velocidad de la máquina motriz primaria se estabiliza en el ajuste de velocidad real del regulador.

Sección de ajuste de velocidad

La sección de ajuste de velocidad (Figura 5-1) consta de un fuelle alojado en una cámara de presión, una válvula piloto de ajuste de velocidad hidráulica (émbolo de válvula piloto y casquillo rotatorio), un cilindro hidráulico de ajuste de velocidad de retorno de muelle y acción única, un enlace de restauración para recentrar el émbolo de la válvula piloto y un mecanismo de ajuste de velocidad manual.

El ajuste de velocidad del regulador es directamente proporcional a la presión de control de aire (el ajuste de velocidad aumenta cuando aumenta la presión de aire). Un aumento de la presión de control de aire provoca que los muelles se contraigan y hagan descender el émbolo de la válvula piloto (aumento de velocidad).

La velocidad de control del regulador está determinada por la fuerza que ejerce sobre las punteras de los contrapesos el muelle acelerador de la sección de regulación básica. La fuerza del muelle acelerador está determinada por la posición del pistón en el cilindro de ajuste de velocidad. La posición del pistón, a su vez, está determinada por el volumen de aceite atrapado en el área encima del pistón. La dirección y la velocidad del flujo de aceite que entra o sale de esta área están controlados por el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad, que está vinculada mecánicamente al fuelle. Si el émbolo se mueve hacia abajo, descubriendo el borde superior de un puerto de medición en el casquillo, se permite que el aceite a presión fluya al interior del cilindro de ajuste de velocidad. Esto desplaza el pistón hacia abajo, aumentando aún más la tensión del muelle acelerador y aumentando el ajuste de velocidad. Si el émbolo se mueve hacia arriba, descubriendo el borde inferior del puerto de medición, se permite que el aceite se vacíe del cilindro. Esto permite que el muelle del pistón levante el pistón, reduciendo la fuerza del muelle acelerador y reduciendo el ajuste de velocidad.

La velocidad del movimiento del pistón de ajuste de velocidad a lo largo de todo su desplazamiento hacia abajo (de ralentí a máxima velocidad) se retarda para que ocurra a lo largo de un determinado intervalo de tiempo. Esto se hace admitiendo aceite a presión del regulador en el casquillo rotatorio a través de un orificio que se registra en el puerto de suministro principal una vez por cada revolución del casquillo. Esto reduce la velocidad a la que se suministra aceite al puerto del control del casquillo y, en consecuencia, la velocidad del flujo de aceite al cilindro de ajuste de velocidad. El diámetro del orificio determina el intervalo de tiempo específico, que puede ser cualquiera dentro de un intervalo nominal de 1 a 50 segundos. En consecuencia, la velocidad a la que puede aumentar el ajuste de velocidad está restringida en todas las condiciones de funcionamiento. Las mayores velocidades se utilizan en general con unidades turboalimentadas para permitir que el supercargador acelere con el motor. La velocidad del movimiento del pistón de potencia a lo largo de todo su desplazamiento hacia arriba (de máxima velocidad a ralentí) también se retarda en las unidades turboalimentadas para impedir oleadas del compresor durante las deceleraciones. Esta temporización puede estar en cualquier punto dentro de un intervalo nominal de 1 a 15 segundos. En estos casos, el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad tiene una superficie adicional (no ilustrada) que cubre el puerto de vaciado del casquillo. Una ranura vertical de la superficie de vaciado se registra en un segundo orificio del casquillo rotatorio una vez por cada revolución. Esto restringe la velocidad a la que se permite que se vacíe el aceite del cilindro de ajuste de velocidad. La anchura de la ranura de la superficie de vaciado determina el período de tiempo durante el cual se abre el puerto (orificio) de vaciado durante cada revolución y, en consecuencia, el intervalo de tiempo específico de deceleración.

Funcionamiento neumático directo

IMPORTANT

El mando de ajuste de velocidad manual debe girarse por completo en sentido contrario a las agujas del reloj para elevar el tornillo de ajuste de velocidad manual hasta su posición superior (velocidad baja o mínima) durante el funcionamiento neumático. Si el tornillo (mando) de ajuste de velocidad se encuentra en cualquier posición diferente de la velocidad mínima, en la práctica elevará el ajuste neumático de velocidad baja del regulador e impedirá el funcionamiento neumático normal a velocidades inferiores a este ajuste.

El fuelle y el muelle de restauración constan de un sistema de equilibrio de fuerzas conectado mecánicamente al émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad a través de un enlace en forma de C. La presión de control de aire, al actuar externamente sobre el fuelle, ejerce una fuerza descendente sobre la pata inferior del enlace en forma de C. El muelle de restauración conectado a la pata superior del enlace ejerce una fuerza ascendente opuesta. Excepto durante un cambio de ajuste de velocidad, la fuerza descendente de la presión de aire que actúa sobre el fuelle compensa exactamente la fuerza ascendente del muelle de restauración. Con estas fuerzas “equilibradas”, la superficie de control del émbolo de la válvula piloto cubre el puerto de medición en el casquillo y el aceite, con excepción de las fugas, no puede fluir al interior ni al exterior del cilindro de ajuste de velocidad. Un cambio de la presión de control de aire perturba este equilibrio y produce un cambio del ajuste de velocidad.

Con un aumento de la presión de control de aire (aumento del ajuste de velocidad), la fuerza que actúa sobre el fuelle se hace mayor que la fuerza del muelle de restauración y el fuelle se contrae en dirección descendente. Esto empuja el enlace en forma de C hacia abajo y hace bajar el émbolo de la válvula piloto. La presión de aceite intermitente fluye entonces al cilindro de ajuste de velocidad, forzando el pistón hacia abajo para comprimir más el muelle acelerador y, en consecuencia, aumentar el ajuste de velocidad del regulador. Cuando el pistón se mueve hacia abajo, la palanca de restauración unida al extremo derecho del extremo superior del vástago del pistón pivota en el sentido de las agujas del reloj alrededor de un fulcro de soporte de bola ajustable sobre el brazo extendido del tornillo de ajuste de velocidad manual. El extremo izquierdo de la palanca se conecta al muelle de restauración y a un muelle de carga. El movimiento en el sentido de las agujas del reloj provoca un aumento proporcional de la fuerza del muelle de restauración que, actuando a través del enlace, expande gradualmente el fuelle hasta su longitud original mientras levanta el émbolo. Cuando el aumento neto de la fuerza ascendente del muelle es igual al aumento de la fuerza descendente resultante del aumento de la presión de control de aire, el muelle y el émbolo se centran de nuevo (se restauran) con la superficie de control del émbolo cubriendo el puerto de medición en el casquillo. Esto detiene el flujo de aceite al cilindro de ajuste de velocidad y detiene el movimiento descendente del pistón en el instante en el que la fuerza del muelle acelerador alcanza su nuevo valor superior, correspondiente a esa presión de control de aire superior. El muelle de carga "carga" la palanca de restauración para mantener el contacto positivo entre la palanca y el fulcro de soporte de bola en todo momento.

Con una reducción de la presión de control de aire (reducción del ajuste de velocidad), la fuerza que actúa sobre el fuelle se hace menor que la fuerza del muelle de restauración y el fuelle se expande en dirección ascendente. Esto permite que el muelle de restauración levante el enlace en forma de C y el émbolo de la válvula piloto. A medida que el aceite se vacía del cilindro de ajuste de velocidad el pistón se eleva, reduciendo la fuerza del muelle acelerador y el ajuste de velocidad del regulador. Cuando el pistón se eleva, la palanca de restauración pivota en sentido contrario a las agujas del reloj, reduciendo proporcionalmente la fuerza del muelle de restauración. El fuelle se contrae gradualmente hasta su longitud original y, al mismo tiempo, hace que baje el émbolo. Una reducción de la presión de control de aire reduce la presión descendente del fuelle. Cuando la fuerza ascendente del muelle de restauración es igual a la fuerza descendente del fuelle, la superficie de control del émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad centra el puerto de medición en el casquillo. Esto detiene el vaciado de aceite del cilindro de ajuste de velocidad y detiene el movimiento ascendente del pistón en el instante en el que la fuerza del muelle acelerador alcanza su nuevo valor inferior, correspondiente a esa presión de control de aire inferior.

La proporción de cambio en la fuerza del muelle de restauración para un momento dado del pistón de ajuste de velocidad está determinada por la distancia entre el fulcro de soporte de bola y el punto en el que la palanca de restauración se une al vástago del pistón. Al acortarse esta distancia se reduce el intervalo de velocidad del regulador para un intervalo de presión de control de aire; al prolongar esta distancia, aumenta el intervalo de velocidad para un intervalo de presión de aire dado.

Es posible que algunas aplicaciones requieran que se ajuste el regulador para que pase a baja velocidad tras la interrupción intencionada o accidental de la presión de control de aire o cuando la presión de control de aire caiga por debajo del valor mínimo requerido. En estas ocasiones, el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja se ajusta para que entre en contacto con una clavija de parada que se proyecta desde la palanca de restauración cuando la presión de control de aire y la velocidad de la máquina motriz primaria están en sus valores mínimos normales. Si se pierde o se reduce la presión de control de aire por debajo

del valor mínimo, el muelle de restauración levanta el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad hasta que el tornillo de ajuste de velocidad baja entra en contacto con la clavija de parada de la palanca de restauración. A medida que el pistón de ajuste de velocidad se mueve hacia arriba, la clavija de parada de la palanca de restauración empuja simultáneamente hacia abajo el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja, recentrando el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad en el momento en que el pistón alcanza su posición de velocidad baja. Los reguladores que se ajustan para pasar a velocidad baja tras la pérdida del control de aire suelen equiparse con un dispositivo de parada auxiliar.

Si se ajusta el regulador para que pase a parada tras la pérdida de presión de control de aire, el tornillo de ajuste neumático de ajuste de velocidad se ajusta de modo que exista una separación definida entre el mismo y la clavija de parada de la palanca de restauración cuando la presión de control de aire se reduce a cero y el regulador se apaga. En este caso, si se interrumpe o se reduce la presión de control de aire por debajo del valor mínimo, el movimiento de la palanca de restauración cuando el pistón de ajuste de velocidad se mueve hacia arriba no tiende a recentrar el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad. En consecuencia, el pistón continúa moviéndose hacia arriba más allá de la posición de velocidad baja, hasta la posición de parada.

Parada normal

El dispositivo de parada consta de un vástago de parada que se proyecta hacia arriba a través del centro del vástago del pistón de ajuste de velocidad y se une a la parte superior del émbolo de la válvula piloto principal de la sección de regulación básica. Dos tuercas situadas en el extremo superior del vástago de parada completan el dispositivo. Cuando se desactiva la presión de control de aire, el pistón de ajuste de velocidad se mueve hacia arriba más allá de su posición normal de velocidad baja. Después de un movimiento de 1/16 de pulgada, el bloque del fulcro del extremo del vástago del pistón entra en contacto con la tuerca inferior (de parada) y levanta el vástago de parada y el émbolo de la válvula piloto. El aceite se vacía del cilindro de potencia y el pistón de potencia se mueve hacia abajo hasta la posición de combustible o vapor cero. Algunas aplicaciones de regulador pueden exigir que la parada del pistón de ajuste de velocidad se utilice como parada de velocidad baja positiva. En tales casos, las tuercas de parada se suelen omitir, puesto que no es posible utilizar o adaptar el regulador para apagar la máquina motriz primaria y debe proporcionarse algún método de parada externo al regulador.

Mecanismo de ajuste de velocidad manual

El mecanismo de ajuste de velocidad manual consta de un mando y un embrague de fricción, un husillo y una tuerca enlazada a un anillo deslizante, una tuerca de ajuste de velocidad, una clavija de parada y un tornillo de tope de ajuste de velocidad alta y un tornillo de ajuste de velocidad manual en forma de T con un fulcro de soporte de bola. El mando se puede usar para establecer el ajuste de velocidad en cualquier punto dentro del intervalo de velocidad normal cuando la presión de control de aire no está disponible o no se desea utilizarla.

Funcionamiento manual

Sin presión de control de aire, el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja se sujeta contra la clavija de parada de la palanca de restauración mediante el muelle de restauración. La palanca de restauración se conecta directamente, a través del enlace en forma de C, al émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad. Al girar el mando en el sentido de las agujas del reloj (aumento del ajuste de velocidad), la tuerca del husillo se mueve hacia fuera y baja el anillo deslizante por debajo de la tuerca de ajuste de velocidad en el eje vertical del tornillo de ajuste de velocidad. Esto permite que el muelle de carga mueva el tornillo de ajuste de velocidad (y el fulcro de soporte de bola) hacia abajo con el anillo hasta que el tornillo de tope de ajuste de velocidad alta entra en contacto con la clavija de parada de velocidad alta.

A medida que el tornillo de ajuste de velocidad se mueve hacia abajo hasta una nueva posición, el extremo izquierdo de la palanca de restauración, empujado hacia abajo por el muelle de carga, empuja hacia abajo sobre el enlace y el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja, descentrando el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad. El aceite a presión fluye al interior del cilindro de ajuste de velocidad y fuerza el pistón hacia abajo, aumentando el ajuste de velocidad. El movimiento del pistón provoca una rotación en el sentido de las agujas del reloj de la palanca de restauración. Dado que el tornillo de ajuste neumático de velocidad baja se sujeta contra la clavija de parada de la palanca de restauración mediante el muelle de restauración, el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad se levanta cuando rota la palanca, hasta que el émbolo se recentra de nuevo en el instante en el que el pistón alcanza la nueva posición de velocidad alta.

Al girar el mando en sentido contrario a las agujas del reloj (reducción del ajuste de velocidad), la tuerca del husillo se mueve hacia dentro y eleva el anillo deslizante por debajo de la tuerca de ajuste de velocidad en el eje vertical del tornillo de ajuste de velocidad. Esto levanta el tornillo de ajuste de velocidad (y el fulcro de soporte de bola), elevando el extremo izquierdo de la palanca de restauración y, en consecuencia, elevando el émbolo de la válvula piloto de ajuste de velocidad por encima de su posición centrada. A medida que el aceite se vacía del cilindro de ajuste de velocidad, el pistón se eleva reduciendo el ajuste de velocidad. El movimiento en sentido contrario a las agujas del reloj de la palanca de restauración recentra el émbolo en el instante en que el pistón alcanza la nueva posición de velocidad baja.

Válvula de limitación de velocidad máxima

La válvula de limitación de velocidad máxima es una válvula de retención que se encuentra en la parte superior del cilindro de ajuste de velocidad. Un tornillo de ajuste de la válvula de limitación situado en una clavija en el vástago del pistón de ajuste de velocidad abre la válvula cada vez que el pistón alcanza la posición de velocidad máxima (aproximadamente 5 rpm por encima de las rpm de la velocidad alta normal). Con la válvula abierta, el exceso de aceite que tiende a aumentar el ajuste de velocidad más allá del punto en el que se ha ajustado la velocidad máxima se vierte al sumidero. La válvula es efectiva tanto si se cambia el ajuste de velocidad de manera neumática o manual.

Tornillo de tope de parada de pistón

El tornillo de tope de parada de pistón limita el desplazamiento ascendente del pistón de ajuste de velocidad en la parada a 3/32 pulgadas (2,4 mm) por encima de la posición de velocidad baja del pistón. El tiempo puesta en marcha necesario cuando se reinicia la máquina motriz primaria se minimiza, puesto que se requiere un volumen menor de aceite para mover el pistón hacia abajo hasta la posición de velocidad baja.

Compensación de temperatura

En los modelos antiguos de regulador, una tira bimetal incorporada en la palanca de restauración compensaba la expansión diferencial y los cambios de las velocidades de los muelles debidos a las variaciones de temperatura. En los modelos más recientes, se utiliza un muelle acelerador con compensación de temperatura (módulo inverso) en lugar de la cinta bimetal. Los ajustes de velocidad del regulador se estabilizan mejor y se minimiza la deriva debida a cambios de temperatura ambiente o de funcionamiento.

Enlace de caída de velocidad

Descripción

La caída de velocidad es una característica del regulador que permite que la máquina motriz primaria se mueva a una velocidad proporcionalmente menor al mover la carga mientras, al mismo tiempo, aumenta el combustible para compensar la carga adicional. La caída de velocidad aumenta la estabilidad inicial del regulador y permite la división y el equilibrado de cargas entre máquinas motrices primarias funcionando en tándem para accionar un eje común. La caída de velocidad se define como la reducción proporcional de velocidad que se produce cuando el pistón de potencia del regulador se mueve de la posición de combustible o vapor mínima a la máxima. Normalmente se expresa como la diferencia en rpm desde la ausencia de carga hasta la carga completa como porcentaje de la velocidad nominal máxima.

Funcionamiento

El enlace cambia automáticamente el ajuste de velocidad del regulador reduciendo ligeramente la fuerza del muelle acelerador en función del desplazamiento del pistón de potencia en el sentido de aumento. A la inversa, aumenta la fuerza del muelle acelerador a medida que el pistón se mueve en el sentido de reducción. Consta de un bloque de fulcro unido al extremo superior del vástago del pistón de ajuste de velocidad, una palanca y un conjunto de clavija de fulcro conectada entre el bloque de fulcro y el vástago guía del pistón de potencia, una leva ajustable unida a la clavija del fulcro y un émbolo móvil alojado dentro del vástago del pistón de ajuste de potencia. El movimiento del pistón de potencia, que se transmite a través del conjunto de la palanca, provoca un movimiento rotatorio de la leva que entra en contacto con la parte superior del émbolo. Esto, a su vez, provoca un movimiento ascendente (o descendente) del émbolo que se apoya sobre el muelle acelerador.

La posición del lóbulo de la leva respecto a la línea central de la clavija del fulcro determina la proporción del movimiento de la palanca que se transmite al émbolo. Cuando la línea central es la misma para la clavija y el lóbulo de la leva, no se transmite ningún movimiento al émbolo. Con este ajuste (caída 0), el regulador intenta mantener la velocidad ajustada independientemente de la carga (funcionamiento isócrono). Si el lóbulo de la leva se sitúa a distancias crecientes de la línea central de la clavija del fulcro, una proporción creciente del movimiento de la leva se transmite al émbolo (funcionamiento de caída). La posición exacta de la leva está determinada por las características de la máquina motriz primaria y la proporción de la carga que soportará esa máquina motriz primaria. La leva no debe situarse nunca en el lado opuesto de la línea central de la clavija del fulcro (hacia el receptor neumático), puesto que se produce una caída "negativa" (la velocidad aumenta con el movimiento del pistón de potencia en el sentido de aumento), con el resultado de un funcionamiento inestable.

Cilindros de potencia

12 pies-libra (16 J)

Todos los conjuntos de cilindro de potencia funcionan según el mismo principio básico, con un movimiento de vaivén (empuje-tracción). También están disponibles conjuntos de cilindro de potencia con eje terminal rotatorio, en función de los requisitos de instalación. En la disposición que se muestra en la Figura 5-2, el aceite necesario para mover el pistón de potencia en el sentido de aumento de

combustible se obtiene cuando el émbolo de la válvula piloto del regulador desciende por debajo de su posición centrada o equilibrada. El puerto abierto admite presión de aceite en el área del pistón intermedio, que mueve el pistón intermedio, transfiere un volumen igual de aceite al cilindro de potencia y fuerza al pistón de potencia a moverse en el sentido de aumento del combustible a la máquina motriz primaria.

Para mover el pistón de potencia en el sentido de reducción de combustible, el émbolo de la válvula piloto del regulador se eleva por encima de su posición centrada. El aceite atrapado en el cilindro de potencia se vierte al sumidero y el muelle de potencia fuerza el pistón de potencia en el sentido de aumento del combustible.

29 pies-libra (39 J) (Salida rotatoria)

Con los cilindros de potencia de salida rotatoria, el movimiento lineal se convierte en un movimiento rotatorio. Este servo de potencia (Figura 5-3) “tira” para aumentar el combustible a la máquina motriz primaria. El aceite necesario para mover el pistón de potencia se obtiene cuando el émbolo de la válvula piloto del regulador desciende por debajo de su posición centrada o equilibrada. El puerto abierto admite presión de aceite en el área del pistón intermedio, que mueve el pistón intermedio, transfiere un volumen igual de aceite al cilindro de potencia y fuerza al pistón de potencia a moverse en el sentido de aumento del combustible a la máquina motriz primaria.

Para mover el pistón de potencia en el sentido de reducción de combustible, el émbolo de la válvula piloto se eleva por encima de su posición centrada. Cuando el aceite atrapado bajo el pistón de potencia se vierte al sumidero, la presión de la bomba fuerza el pistón en el sentido de reducción.

Recorte de compensación

Con grandes reducciones del ajuste de velocidad o grandes reducciones de carga, el pistón de potencia se mueve a la posición “sin combustible” y bloquea el paso de aceite de compensación entre el cilindro de potencia y la válvula de aguja, para evitar que se igualen normalmente las presiones de compensación. Esto mantiene descentrado el pistón intermedio y aumenta el nivel de presión que se transmite a la parte superior de la superficie de compensación del émbolo. El aumento del diferencial de presión, añadido al efecto del muelle acelerador, aumenta temporalmente el ajuste de velocidad del regulador. El regulador inicia la acción correctora tan pronto como la velocidad del motor cae por debajo del ajuste de velocidad temporal e inicia el movimiento ascendente del pistón de potencia para restablecer el suministro de combustible con tiempo suficiente para evitar un episodio grande de subvelocidad. La acción anterior se denomina “corte de compensación”. Cuando el movimiento ascendente del pistón de potencia descubre de nuevo el paso de aceite de compensación, se reanuda la acción de compensación y la velocidad del motor se estabiliza en el ajuste de velocidad real del regulador.

IMPORTANT

Debido a la ubicación del puerto de corte de compensación en la pared del cilindro de potencia, es necesario ajustar el enlace regulador/rack de combustible de modo que el “espacio” del pistón de potencia no supere 1-1/32 pulgadas (26,2 mm) al ralentí sin carga o menos de 4° respecto al combustible mínimo.

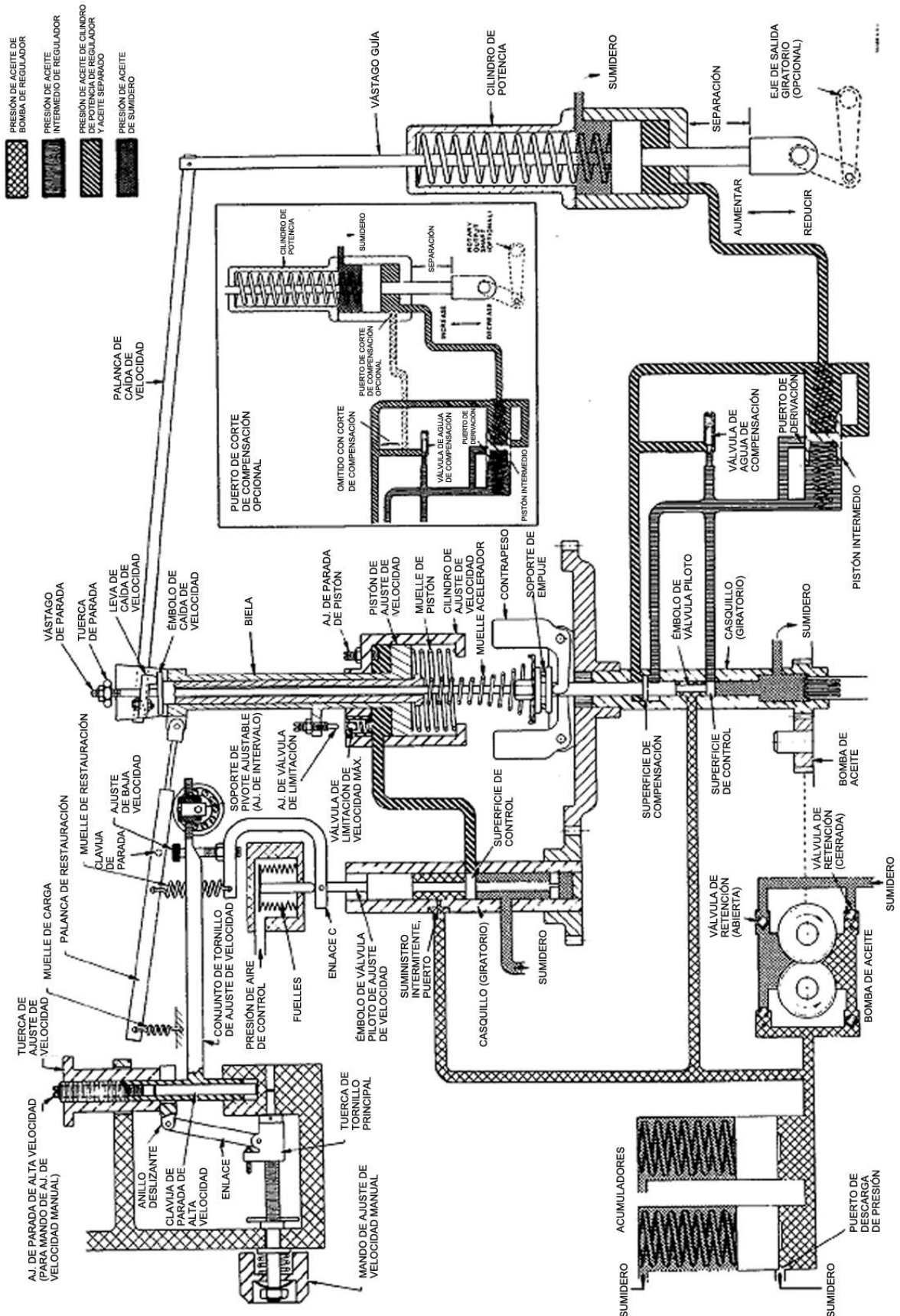


Figura 5-1. Diagrama esquemático de PGA con fuelle directo

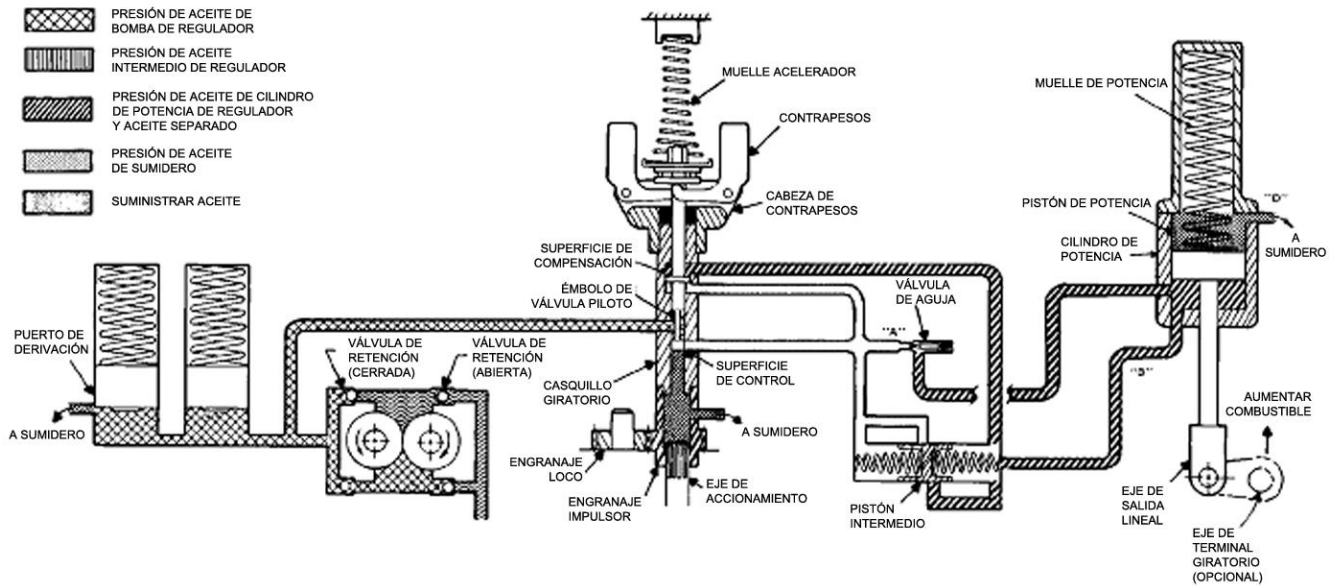


Figura 5-2. Diagrama esquemático del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra

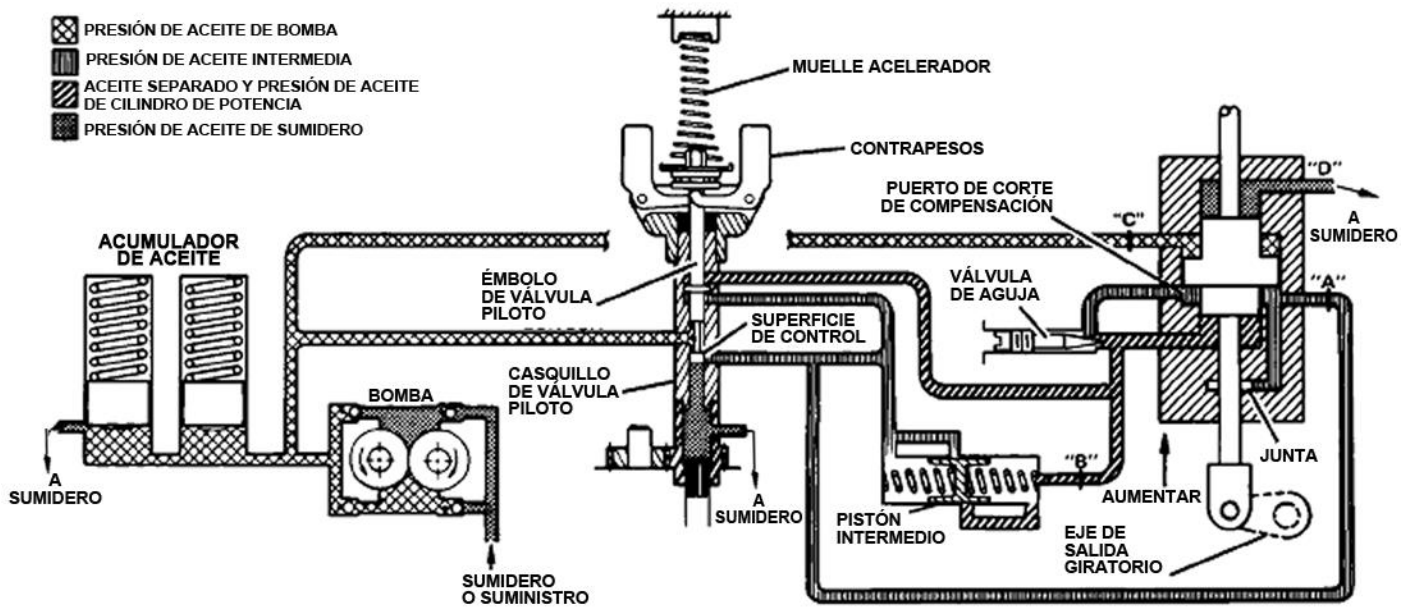


Figura 5-3. Diagrama esquemático del cilindro de potencia diferencial de 29 pies-libra (salida lineal o rotatoria)

Capítulo 6. Piezas de recambio

Información sobre piezas de recambio

Este capítulo proporciona información sobre las piezas de repuesto para el regulador naval PGA. Cuando solicite piezas de recambio, incluya la siguiente información:

- Número de serie del regulador y número de pieza que se muestran en el chasis
- Número de manual (este es el manual ES36604)
- Número de referencia de la pieza en la lista de piezas y descripción de la pieza o nombre de pieza



Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

Lista de piezas para la Figura 6-1

N.º de ref.	Nombre de piezaCantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza Cantidad
ES36604-1	Tornillo, cabeza hex., taladrado, 5/16-24 x 6-1/4 2	ES36604-51	Pistón de ajuste de velocidad1
ES36604-2	Arandela sencilla, 5/16 x 1/2 x 1/32 2	ES36604-52	Émbolo de caída de velocidad.....1
ES36604-3	Vaso de llenado de aceite (ajuste a presión)..... 1	ES36604-53	Muelle de retorno de pistón de ajuste de velocidad1
ES36604-4	Casquillo del pasador de la cubierta (ajuste a presión) 2	ES36604-54	Fulcro de pistón de potencia (se utiliza sin caída de velocidad)1
ES36604-5	Tornillo accionamiento, #2 x 3/16 4	ES36604-55	Placa indicadora1
ES36604-6	Placa del chasis..... 1	ES36604-56	Arandela1
ES36604-7	Cubierta..... 1	ES36604-57	Tornillo.....1
ES36604-8	Junta de cubierta..... 1	ES36604-58	Tornillo cabeza hex., 0,3 125-24 x 4,9688.....4
ES36604-9	Tornillo, cabeza Allen, 5-40 x 1/2 1	ES36604-59	Arandela de seguridad dividida, 0,3125.....4
ES36604-10	Arandela de seguridad, dividida, #5..... 1	ES36604-60	Arandela sencilla, 0,31254
ES36604-11	Tornillo, cabeza Allen, 1/4-28 x 2 1	ES36604-61	Subconjunto de columna (incluye el artículo 94)1
ES36604-12	Tornillo, cabeza Allen, 1/4-28 x 1-1/4..... 1	ES36604-62	Junta tórica, 0,3751
ES36604-13	Arandela de seguridad, dividida, 1/4..... 2	ES36604-63	Tapón de orificio de paso1
ES36604-14	Conjunto de receptor neumático (consulte la Figura 6-2)..... 1	ES36604-64	Junta tórica, 0,3751
ES36604-15	Tornillo con cabeza, 0,250-28 x 0-0,750 1	ES36604-65	Tapón1
ES36604-16	Muelle de retención de casquillo regulador 1	ES36604-66	Tapón interior1
ES36604-17	Anillo muelle de retención 1	ES36604-67	Tapón tubería cabeza Allen 0,125.....A.R.
ES36604-18	Arandela, 0,328 x 0,562 x 0,064 de grosor..... 1	ES36604-68	Conjunto carcasa potencia estándar ilustrada (consulte la Figura 6-3)1
ES36604-19	Retenedor de casquillo regulador 1	ES36604-69	Junta tórica.....1
ES36604-20	Tornillo de retención 1	ES36604-70	Junta (columna con carcasa de potencia).....1
ES36604-21	Arandela, 0,265 x 0,500 x 0,032 de grosor..... 1	ES36604-71	Perno soporte de engranaje de accionamiento (ajuste a presión)1
ES36604-22	Casquillo regulador..... 1	ES36604-72	Engranaje de accionamiento de casquillo de ajuste de velocidad1
ES36604-23	Espaciador..... 1	ES36604-73	Tapón de retención de muelle1
ES36604-24	Soporte de empuje 1	ES36604-74	Junta.....1
ES36604-25	Émbolo de la válvula piloto (ajuste de velocidad) 1	ES36604-75	Placa lateral de columna1
ES36604-26	Casquillo rotatorio (émbolo VP SS)..... 1	ES36604-76	Tornillo.....10
ES36604-27	Tapón (encaje a presión) 1	ES36604-77	Arandela de seguridad10
ES36604-28	Muelle de carga (cojinete SS) 1	ES36604-78	Base1

ES36604-29	Tuerca.....	1	ES36604-79	Tornillo cabeza hex.,	
ES36604-30	Tuerca.....	1		0,3125-18 x 1	4
ES36604-31	Tapa de émbolo de caída.....	1	ES36604-80	Arandela de seguridad, 0,3125	4
ES36604-32	Conjunto de fulcro de pistón		ES36604-81	Sello de aceite	1
	de potencia	1	ES36604-82	Junta (cilindro de potencia	
ES36604-33	Leva de caída de velocidad.....	1		con carcasa de potencia)	1
ES36604-34	Tuerca.....	1	ES36604-83	Tornillo cabeza	
ES36604-35	Tornillo	1		Allen 0375-16 x 1	4
ES36604-36	Arandela	1	ES36604-84	Arandela de seguridad, 0375	4
ES36604-37	Conjunto de palanca de caída	1	ES36604-85	12 pies-libra, retorno de muelle,	
ES36604-37A	Palanca de caída	1		salida lineal, cilindro de potencia	
ES36604-38	Conjunto de palanca			(consulte la Figura 6-6)	1
	de pivote de caída.....	1	ES36604-86	Junta de casquillo	1
ES36604-38A	Clavija de pivote.....	1	ES36604-87	Casquillo	1
ES36604-39	Espaciador de clavija	1	ES36604-88	Arandela, 0,250 DI x 0,031 grosor,	
ES36604-39A	Espaciador de clavija	1		máx. DE 0,490	1
ES36604-40	Arandela	1	ES36604-89	Tornillo cabeza Allen,	
ES36604-40A	Arandela	1		0,250-28 x 0,375	1
ES36604-41	Clavija de chaveta.....	1	ES36604-90	Muelle	1
ES36604-41A	Clavija de chaveta.....	1	ES36604-91	Muelle	1
ES36604-42	Cilindro de ajuste de velocidad	1	ES36604-92	Junta tórica	1
ES36604-43	Conjunto de válvula		ES36604-93	12 pies-libra, retorno de	
	de limitación (velocidad máx.).....	1		muelle, salida rotatoria, cilindro	
ES36604-44	Tornillo de ajuste			de potencia	1
	(velocidad máx.).....	1	ES36604-94	Inserción roscada (incluida en	
ES36604-45	Tuerca, 10-32.....	1		conjunto de columna).....	1
ES36604-46	Perno guía	1	ES36604-95	Tapón.....	1
ES36604-47	Tuerca, 10-32.....	1	ES36604-96	Tapón.....	1
ES36604-48	Tornillo tope cabeza		ES36604-97	Tapón.....	1
	Allen punto oval	1	ES36604-98	Clavija	1
ES36604-49	Arandela de seguridad		ES36604-99	Soporte	1
	dividida, 0,250	2	ES36604-100	Tornillo	1
ES36604-50	Tornillo cabeza hex.,				
	0,250-28 x 1,375.....	2			

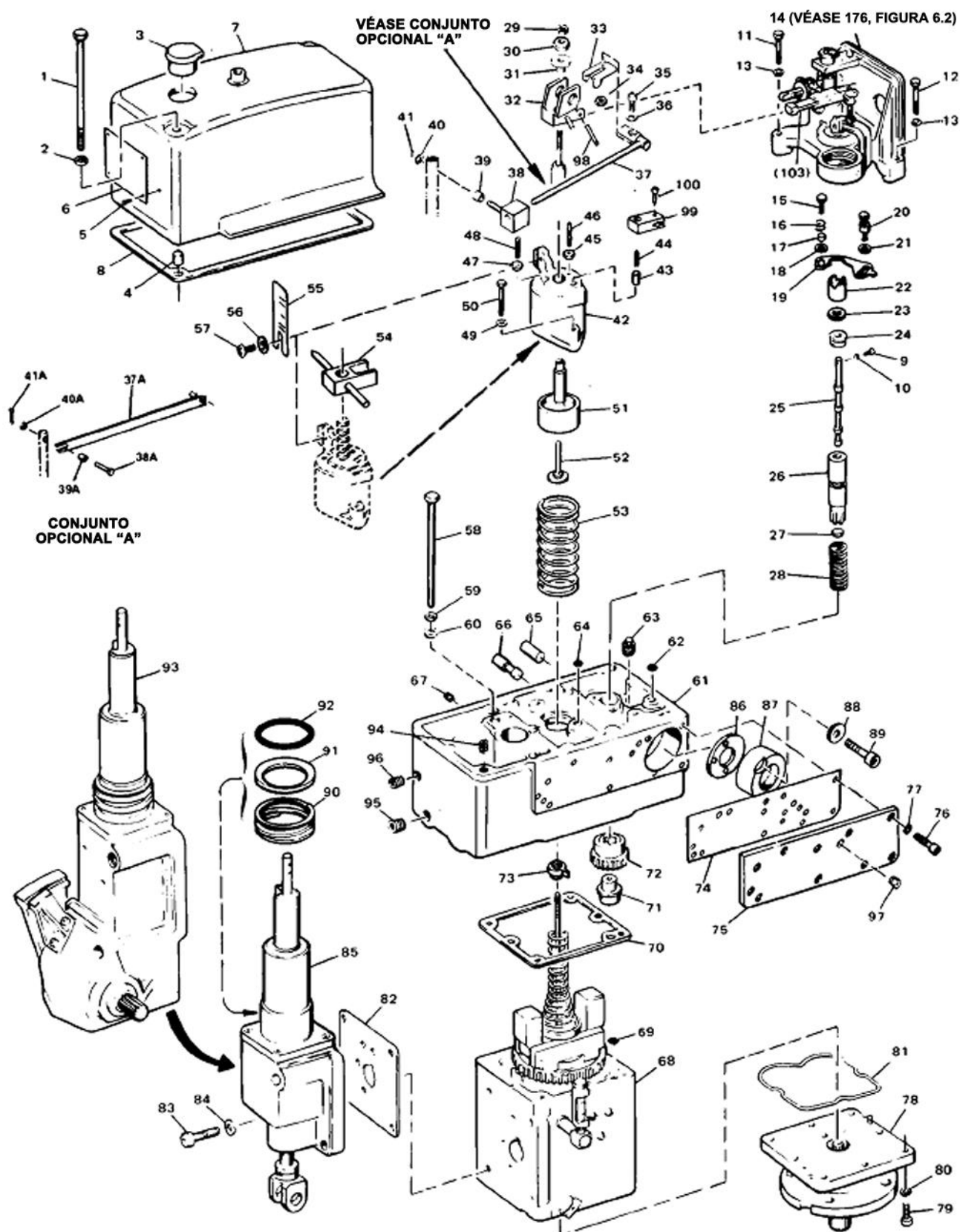


Figura 6-1. Vista despiezada de la columna larga PGA

Lista de piezas para la Figura 6-2

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-101	Muelle de carga (palanca de restauración)	1	ES36604-136 a 148	no se utilizan	
ES36604-102	Muelle de restauración	1	ES36604-149	Solenoides de parada	1
ES36604-103	Palanca de restauración	1	ES36604-150	Junta	1
ES36604-104	Clavija de chaveta, 1/16 x 3/8	A.R.	ES36604-151	Conector eléctrico	1
ES36604-105	Clavija de muelle de carga	1	ES36604-152	Arandela	4
ES36604-106	Clavija de parada (velocidad baja neumática)	1	ES36604-153	Tornillo	4
ES36604-107	Enlace C de válvula piloto	1	ES36604-154	Muelle de fricción	1
ES36604-108	Tuerca, 10-32	1	ES36604-155	Placa de dial	1
ES36604-109	Tornillo de parada (ajuste velocidad baja neumática)	1	ES36604-156	Junta de soporte receptor	1
ES36604-110	Clavija con cabeza	1	ES36604-157	Tornillo cabeza red. Philips, 6-32 x 3/8	4
ES36604-111	Acoplamiento de fuelle	1	ES36604-158	Arandela, 25/64 x 5/8 x 1/16	1
ES36604-112	Tornillo de tope, cabeza Allen, pt. cónica, 8-32 x 5/16	1	ES36604-159	Tornillo de tope, cabeza Allen, 8-32 x 3/8	1
ES36604-113	Tornillo de paso	1	ES36604-160	Inserción roscada de agarre medio, 8-32 x 1/4	1
ES36604-114	Arandela, cobre suave	1	ES36604-161	Clavija de pivote	4
ES36604-115	Junta de vaso receptor	1	ES36604-162	Tuerca tornillo principal	1
ES36604-116	Tornillo de tope, cabeza Allen, pt. cónica, 5-40 x 1/4	1	ES36604-163	Arandela de muelle	1
ES36604-117	Anillo de retención, int, 1,650 DE	1	ES36604-164	Arandela de hombro	1
ES36604-118	Conjunto fuelle	1	ES36604-165	Enlace de ajuste de velocidad	1
ES36604-119	Embalaje preformado, 1-1/2 DE	1	ES36604-166	Tornillo principal	1
ES36604-120	Vaso receptor neumático	1	ES36604-167	Pasador de muelle, 3/32 x 5/8	1
ES36604-121	Anillo de ajuste de velocidad	1	ES36604-168	Muelle de embrague	1
ES36604-122	Clavija de parada (velocidad alta)	1	ES36604-169	Mando de ajuste de velocidad manual	1
ES36604-123	Tornillo de ajuste de velocidad	1	ES36604-170	Arandela Belleville	2
ES36604-124	Inserción roscada, 10-32 x 3/8, agarre medio	1	ES36604-171	Tuerca autoblocante, 1/4-28	1
ES36604-125	Tornillo de tope, cabeza Allen, pt. oval, 10-32 x 1	1	ES36604-172	Inserción roscada de agarre medio, 8-32 x 1/4	1
ES36604-126	Tuerca de ajuste de velocidad (velocidad baja manual)	1	ES36604-173	Asiento de muelle de fricción	1
ES36604-127	Inserción roscada, 7/16-20 x 7/16, agarre medio	1	ES36604-174	Clavija de pasador	2
ES36604-128	Tuerca moleteada	2	ES36604-175	Espaciador	4
ES36604-129	Tornillo, cabeza Allen, 10-32 x 1-1/8	1	ES36604-176	Soporte de receptor	1
ES36604-130	Arandela de seguridad, anillo alto, #10	2	ES36604-177	Clavija de chaveta	1
ES36604-131	Tornillo, cabeza botón Allen, 10-32 x 1	1	ES36604-178	Diodo	1
ES36604-132	Espaciador	1	ES36604-179	Tornillo	1
ES36604-133	Soporte de bola	1	ES36604-18	Tornillo de tope, 10-32 x 0,250	1
ES36604-134	Soporte de pivote	1	ES36604-181 a 200	no se utilizan	
ES36604-135	Arandela de seguridad, anillo alto #10	1			

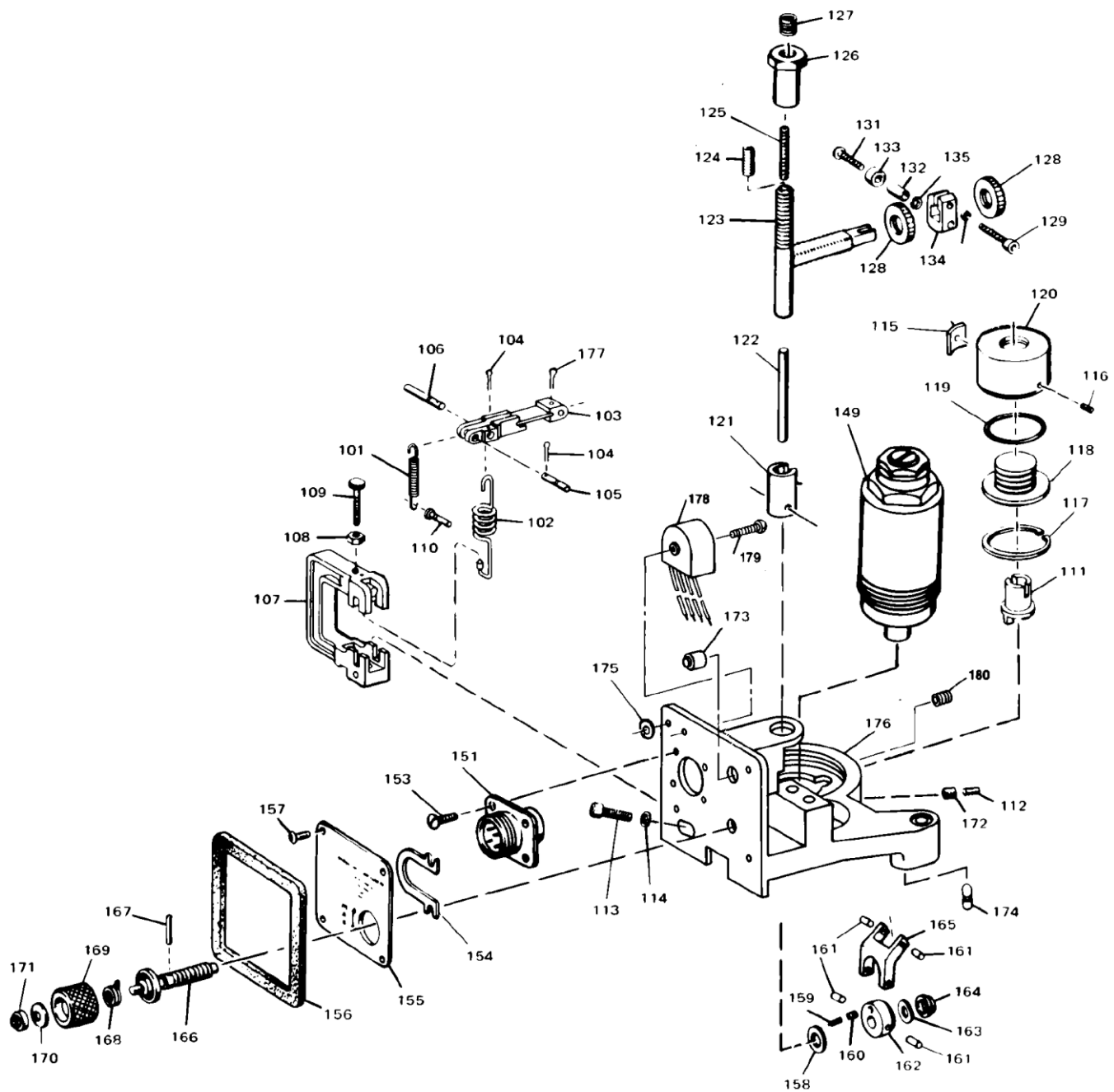


Figura 6-2. Vista despiezada del conjunto del receptor PGA

Lista de piezas para la Figura 6-3

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-201	Tapón tubería, 1/8	4	ES36604-235	Casquillo de compensación	1
ES36604-202	Tapón tubería, 1/16	2	ES36604-236	Anillo de retención	1
ES36604-203	Clavija de pasador	2	ES36604-237	Clavija de contrapesos	4
ES36604-204	Placa de instrucciones	1	ES36604-238	Clavija de chaveta	8
ES36604-205	Tornillo accionamiento	3	ES36604-239	Cabeza de contrapesos	1
ES36604-206	Carcasa de potencia	1	ES36604-240	Arandela de seguridad, #5	8
ES36604-207	Muelle acumulador pequeño	2	ES36604-241	Fil. cabeza Allen, 5-40 x 9/32	8
ES36604-208	Muelle acumulador grande	2	ES36604-242	Conjunto acoplamiento muelle	1
ES36604-209	Anillo de retención	2	ES36604-243	Arandela de seguridad dividida, #8	1
ES36604-210	Asiento de muelle	2	ES36604-244	Tornillo cabeza red., 8-32 x 5/16	1
ES36604-211	Asiento de muelle	1	ES36604-245	Contrapeso	2
ES36604-212	Muelle intermedio	2	ES36604-246	Soporte	4
ES36604-213	Pistón intermedio	1	ES36604-247	Muelle	1
ES36604-214	Tapón	1	ES36604-248	Arandela de muelle	1
ES36604-215	Junta tórica	1	ES36604-249	Soporte de empuje	1
ES36604-216	Anillo elástico	1	ES36604-250	Asiento de muelle acelerador	1
ES36604-217	Indicador de nivel de aceite	1	ES36604-251	Clavija de chaveta	1
ES36604-218	Codo del indicador de aceite	1	ES36604-252	Tuerca de émbolo de válvula piloto	1
ES36604-219	Llave de vaciado	1	ES36604-253	Muelle acelerador	1
ES36604-220	Pistón acumulador	2	ES36604-254	Tapón retención muelle acelerador	1
ES36604-221	Anillo de retención	2	ES36604-255	No se utiliza	
ES36604-222	Perno engranaje loco	1	ES36604-256	Vástago de parada	1
ES36604-223	Engranaje loco	1	ES36604-257	Tuerca de parada	1
ES36604-224	Engranaje accionamiento	1	ES36604-258	Conjunto casquillo válvula piloto (opcional)	1
ES36604-225	Conjunto de válvula de retención (sencillo)	2	ES36604-259	Conjunto cabeza contrapesos sólida (opcional)	1
ES36604-226	Conjunto de válvula de retención (carga de muelle)	2	ES36604-260	Espaciador de presión	1
ES36604-227	Anillo de retención	1	ES36604-261	Manguito válvula reducción de presión	1
ES36604-228	Tapón	1	ES36604-262	Émbolo	1
ES36604-229	Asiento de muelle	1	ES36604-263	Anillo de retención, 0,103 DI	1
ES36604-230	Muelle	1	ES36604-264	Muelle	1
ES36604-231	Casquillo y contrapesos de válvula piloto conjunto engranaje cabeza	1	ES36604-265	Pasador 0,062 diám. x 0,438	1
ES36604-232	Anillo de sello de aceite	1	ES36604-266	Tapón	1
ES36604-233	Soporte	1	ES36604-267	Muelle	1
ES36604-234	Émbolo de la válvula piloto	1	ES36604-268 a 280	no se utilizan	

ADVERTENCIA

Pueden producirse lesiones personales si se suelta de forma repentina los muelles 207 y 208 comprimidos. Utilice el equipo apropiado para retirar los muelles y sus cubiertas

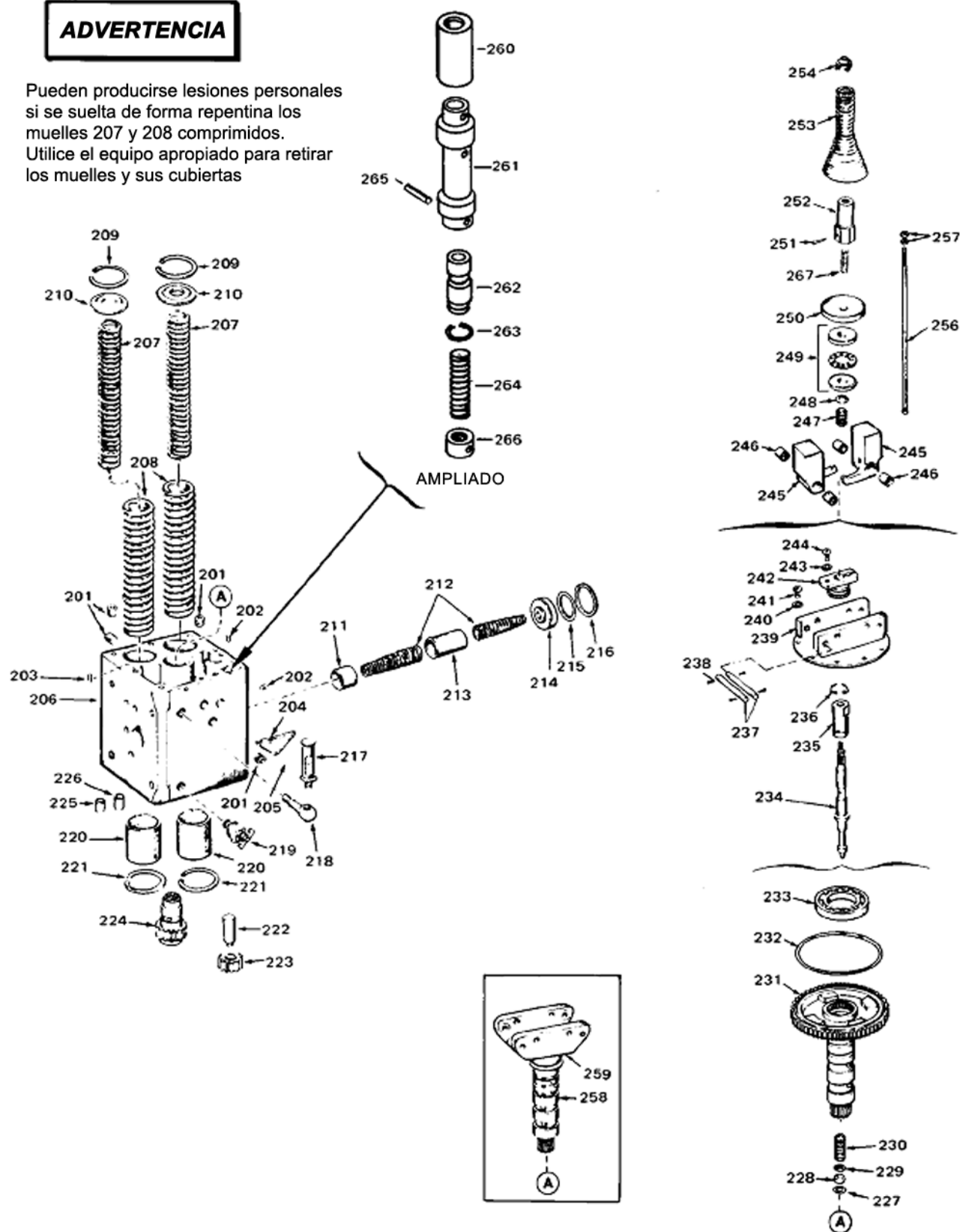


Figura 6-3. Vista despiezada de la carcasa de potencia PGA

Lista de piezas para la Figura 6-4

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-281	Cable de bloqueo	A.R.
ES36604-282	Tornillo, dr. hd. cap, 1/4-28 x 5/8	3
ES36604-283	Retención de soporte.....	1
ES36604-284	Junta.....	1
ES36604-285	Retención de sello de aceite.....	1
ES36604-286	Sello de aceite	1
ES36604-287	Anillo de retención	1
ES36604-288	Soporte	1
ES36604-289	Eje de accionamiento	1
ES36604-290	Clavija.....	2
ES36604-291	Base	1
ES36604-292	Arandela	4
ES36604-293	Tornillo.....	4
ES36604-294 a 300 no se utilizan		

Lista de piezas para la Figura 6-5

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-301	Cable de bloqueo (MS9226-3)	A.R.
ES36604-302	Tornillo, dr. hd. cap, 1/4-28 x 5/8 (MS5109-5).....	3
ES36604-303	Retención de soporte	1
ES36604-304	Clavija de chaveta (MS24665-372)	1
ES36604-305	Tuerca almenada, 5/8-18 (AN310-10).....	1
ES36604-306	Espaciador	1
ES36604-307	Soporte.....	1
ES36604-308	Llave.....	1
ES36604-309	Eje de accionamiento (con chavetas).....	1
ES36604-310	Anillo de retención	1
ES36604-311	Eje de accionamiento (dentado o estriado)	1
ES36604-312	Retención de sello de aceite	1
ES36604-313	Sello de aceite.....	1
ES36604-314	Junta.....	1
ES36604-315	Tapón	2
ES36604-316	Clavija.....	2
ES36604-317	Base, PG/UG-8 estándar.....	1
ES36604-318	Base, PG/UG-8-90°	1
ES36604-319	Base, PG/UG-40	1
ES36604-320	Base, PG extendida cuadrada.....	1
ES36604-321	Arandela	4
ES36604-322	Tornillo.....	4
ES36604-323	Arandela	4
ES36604-324	Tornillo.....	4
ES36604-325	Arandela	4
ES36604-326	Tornillo.....	4
ES36604-327	Arandela	4
ES36604-328	Tornillo.....	4
ES36604-329 y 330 no se utilizan		

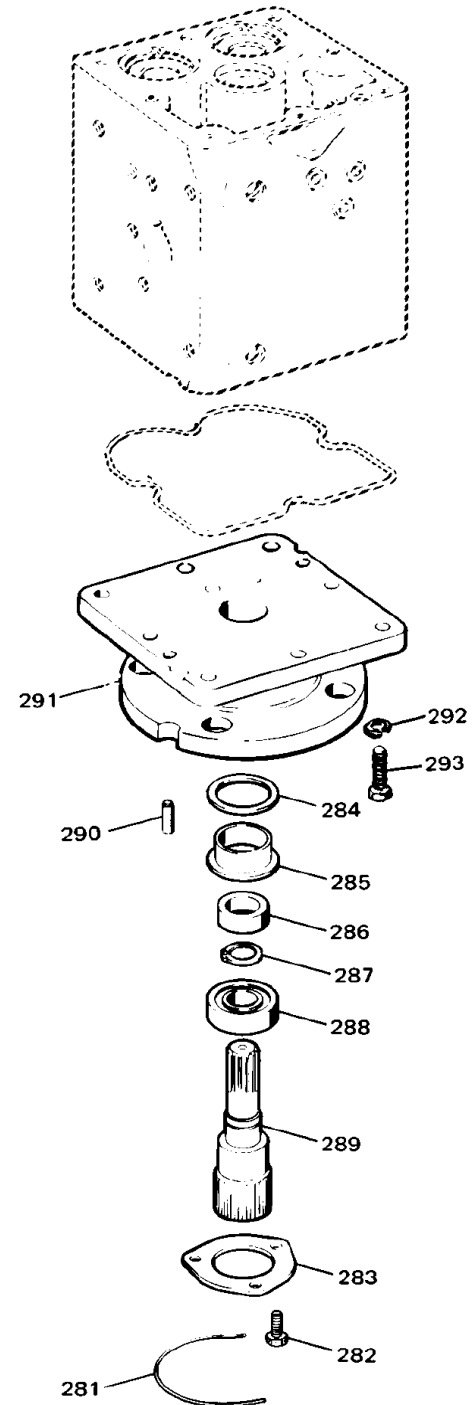


Figura 6-4. Vista despiezada, conjunto base PG estándar

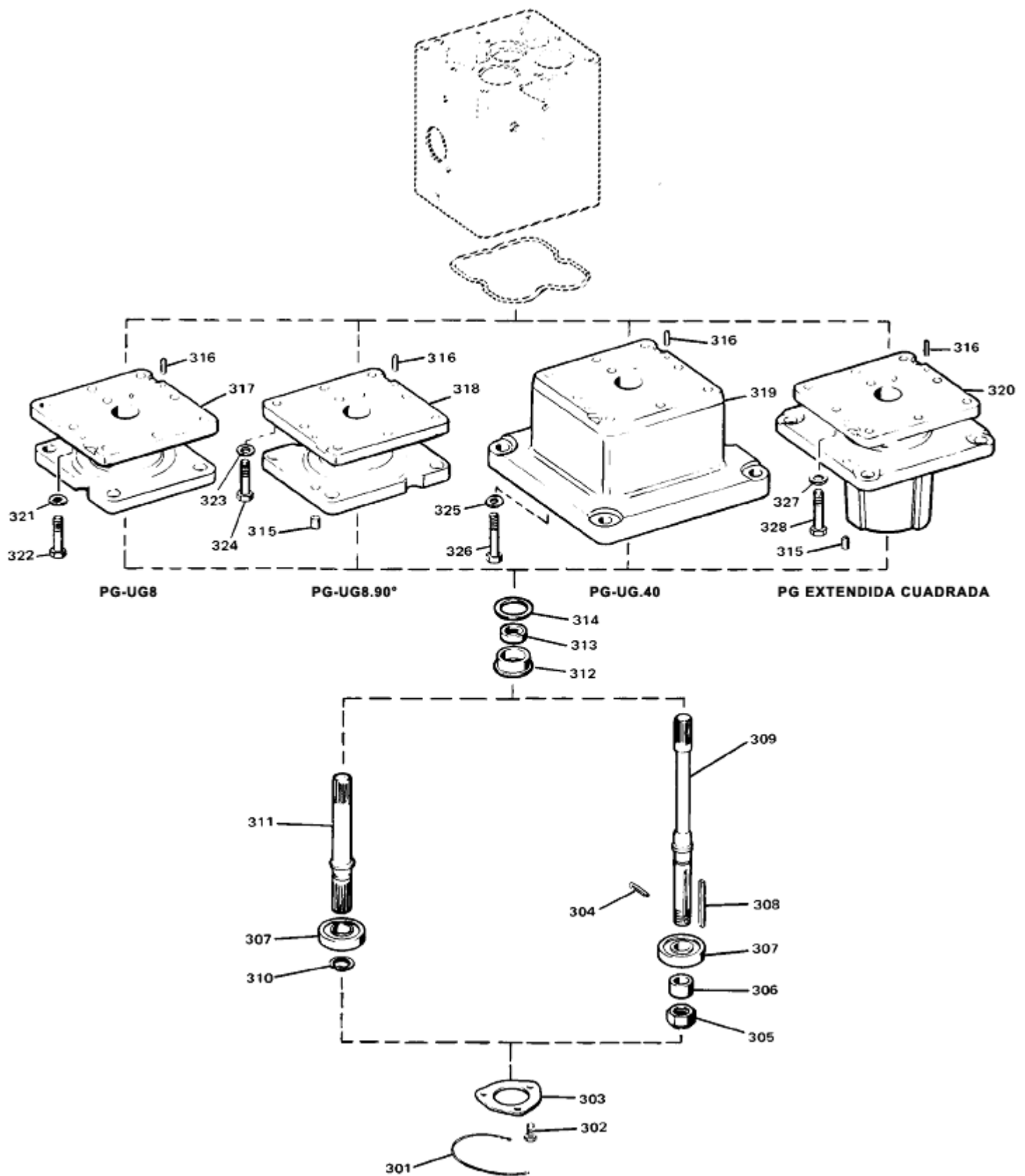


Figura 6-5. Vista despiezada de PG/UG-8, PG/UG-8-90°, PG/UG-40 y bases cuadradas extendidas PG

Lista de piezas para la Figura 6-6

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-331	Tornillo, cap, soc. hd., 1/4-28 x 3/4	4
ES36604-332	Arandela.....	4
ES36604-333	Protector de muelle	1
ES36604-334	Muelle, cilindro de potencia.....	1
ES36604-335	Junta	1
ES36604-336	Clavija	1
ES36604-337	Vástago guía.....	1
ES36604-338	Contratuerca de vástago guía.....	1
ES36604-339	Tuerca de levantamiento de vástago guía	1
ES36604-340	Arandela antivibración.....	1
ES36604-341	Conjunto de pistón y vástago	1
ES36604-342	Conjunto de cilindro de potencia (lineal).....	1
ES36604-343	Sello de aceite	1
ES36604-344	Sello de aceite	1
ES36604-345	No se utiliza	
ES36604-346	Extremo de vástago	1
ES36604-347	No se utiliza	
ES36604-348	Clavija cónica.....	1
ES36604-349	No se utiliza	
ES36604-350	Tornillo	1
ES36604-351	Tuerca.....	1
ES36604-352	Placa indicadora	1
ES36604-353	Arandela.....	2
ES36604-354	Tornillo	2
ES36604-355	Muelle	1
ES36604-356	Anillo de sello de protector de muelle	1
ES36604-357	Junta tórica	1
ES36604-358	Junta	1
ES36604-359	Arandela.....	4
ES36604-360	Tornillo	4
ES36604-361	Junta tórica	1
ES36604-362	Válvula de aguja	1
ES36604-363 a 470	no se utilizan	

ADVERTENCIA

Pueden producirse lesiones personales si se suelta de forma repentina el muelle 334 comprimido. Utilice el equipo apropiado para retirar el muelle y su cubierta.

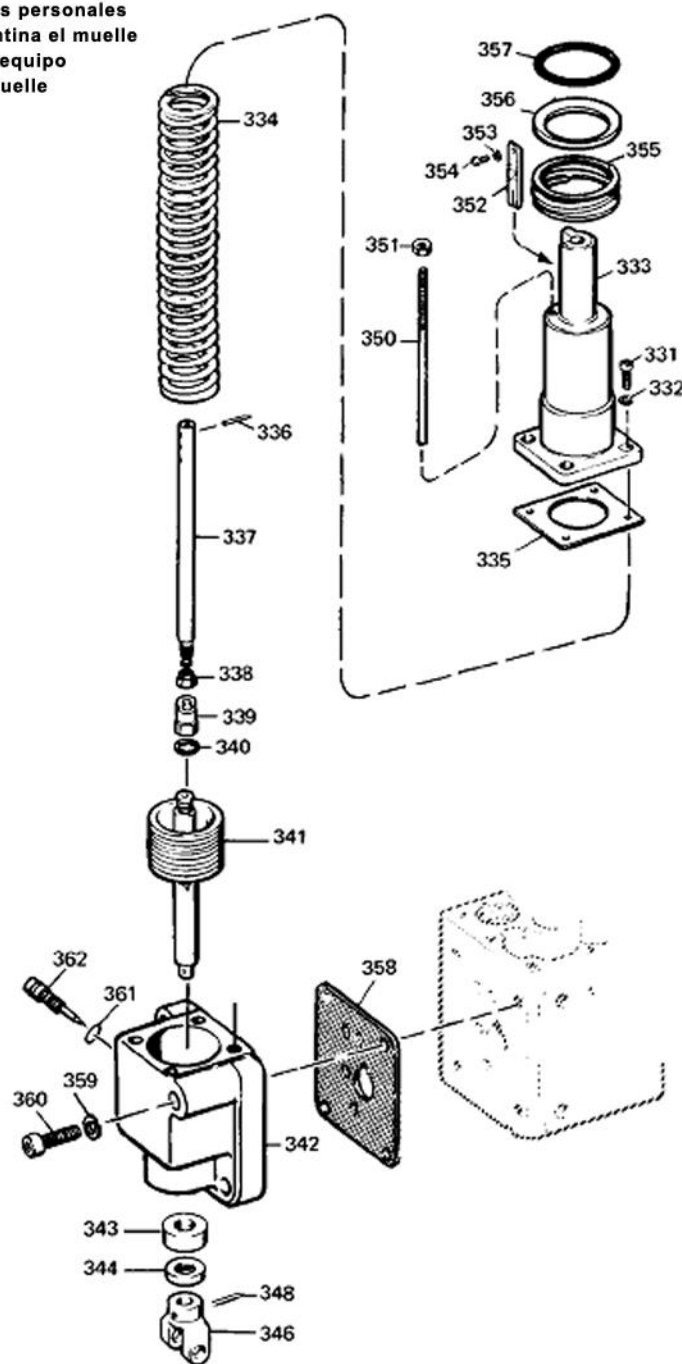
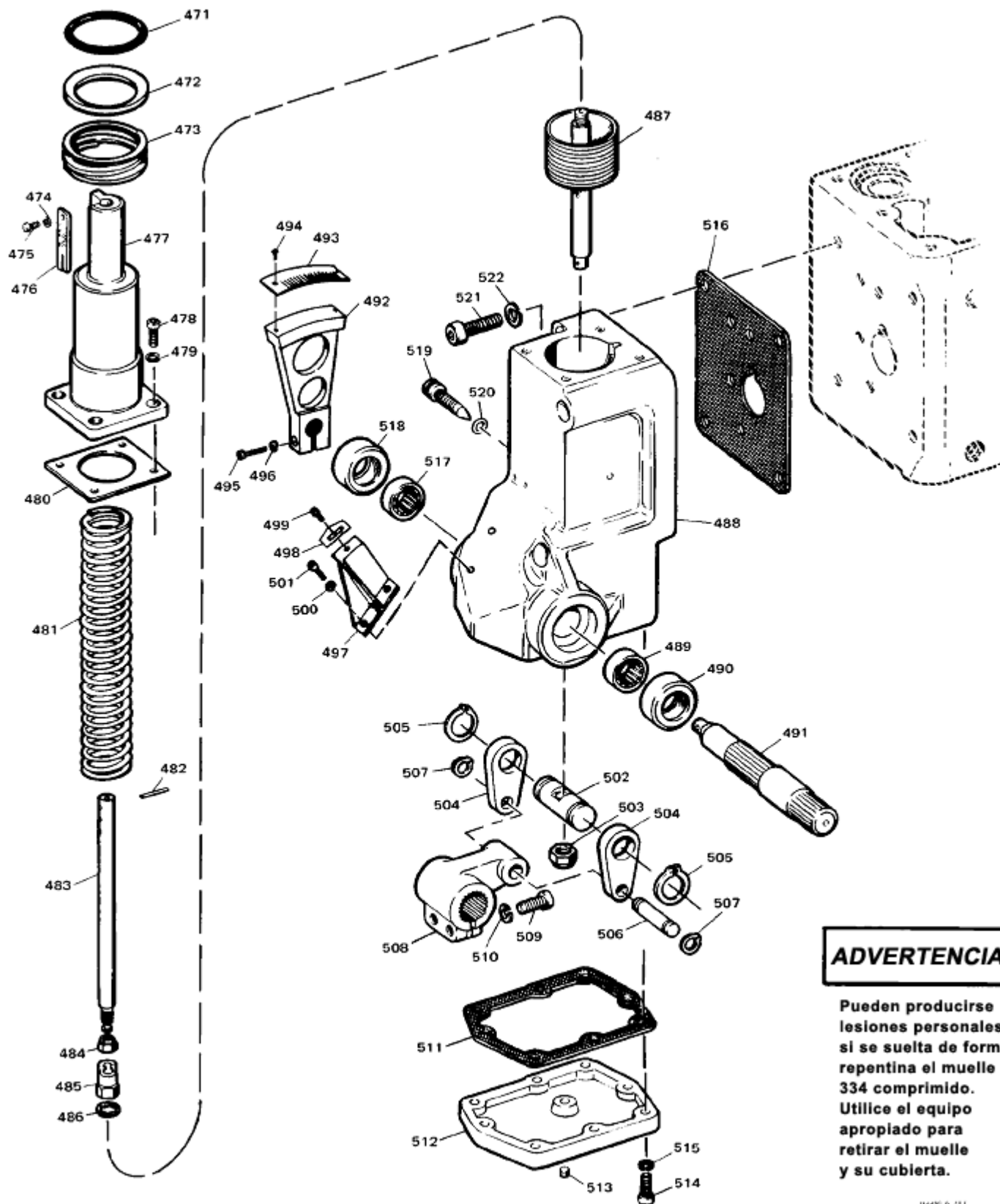


Figura 6-6. Vista despiezada del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra (salida lineal)

Lista de piezas para la Figura 6-7

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-471	Junta tórica	1	ES36604-498	Puntero.....	1
ES36604-472	Anillo de sello de protector de muelle	1	ES36604-499	Tornillo	1
ES36604-473	Muelle	1	ES36604-500	Arandela.....	2
ES36604-474	Arandela.....	2	ES36604-501	Tornillo	2
ES36604-475	Tornillo	2	ES36604-502	Clavija vástago potencia	1
ES36604-476	Placa indicadora.....	1	ES36604-503	Tuerca, 7/16-20.....	1
ES36604-477	Protector de muelle	1	ES36604-504	Enlace de pistón de potencia	2
ES36604-478	Tornillo	4	ES36604-505	Anillo de retención.....	2
ES36604-479	Arandela de seguridad	4	ES36604-506	Clavija de palanca de potencia	1
ES36604-480	Junta	1	ES36604-507	Anillo de retención.....	2
ES36604-481	Muelle	1	ES36604-508	Palanca de potencia.....	1
ES36604-482	Clavija	1	ES36604-509	Tornillo	2
ES36604-483	Vástago guía	1	ES36604-510	Arandela de seguridad	2
ES36604-484	Contratuerca de vástago guía.....	1	ES36604-511	Junta	1
ES36604-485	Tuerca de levantamiento de vástago guía	1	ES36604-512	Subtapa.....	1
ES36604-486	Arandela antivibración.....	1	ES36604-513	Tapón	1
ES36604-487	Pistón de potencia.....	1	ES36604-514	Tornillo	8
ES36604-488	Conjunto de cilindro de potencia (rotatorio).....	1	ES36604-515	Arandela de seguridad	8
ES36604-489	Soporte de aguja (grande)	1	ES36604-516	Junta	1
ES36604-490	Sello de aceite (grande)	1	ES36604-517	Soporte de aguja (pequeño).....	1
ES36604-491	Eje terminal	1	ES36604-518	Sello de aceite (pequeño)	1
ES36604-492	Segmento de dial de cremallera.....	1	ES36604-519	Válvula de aguja.....	1
ES36604-493	Escala de eje terminal.....	1	ES36604-520	Junta tórica.....	1
ES36604-494	Tornillo accionamiento	1	ES36604-521	Tornillo	4
ES36604-495	Tornillo	1	ES36604-522	Arandela de seguridad	4
ES36604-496	Arandela.....	1	ES36604-523 a 600	no se utilizan	
ES36604-497	Cremallera de puntero	1			

**ADVERTENCIA**

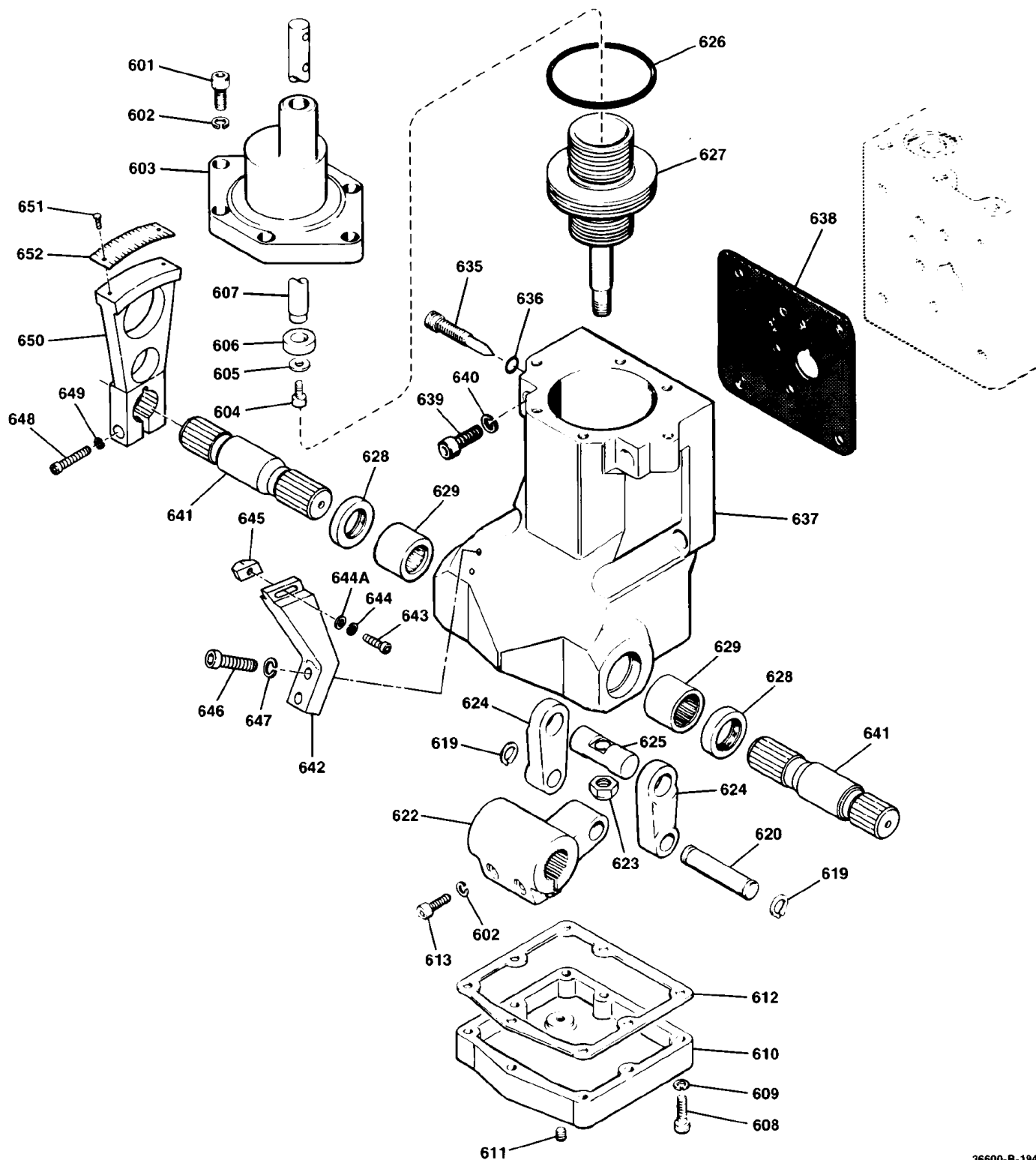
Pueden producirse lesiones personales si se suelta de forma repentina el muelle 334 comprimido. Utilice el equipo apropiado para retirar el muelle y su cubierta.

04-000-A-251

Figura 6-7. Vista despiezada del cilindro de potencia con carga de muelle de 12 pies-libra (salida rotatoria)

Lista de piezas para la Figura 6-8

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-601	Tornillo, cabeza Allen, 5-40 x 1/2 5/16-24 pulgadas.....	6	ES36604-628	Sello de aceite.....	2
ES36604-602	Arandela de seguridad, dividida, 5/16	10	ES36604-629	Soportes de aguja	2
ES36604-603	Cabeza de cilindro de potencia	1	ES36604-630	NO USAR	
ES36604-604	Tornillo, cabeza Allen, 1-4 x 28-1/2	1	ES36604-631	NO USAR	
ES36604-605	Arandela, 17/64 x 9/16, plana	1	ES36604-632	NO USAR	
ES36604-606	Extremo de vástago guía	1	ES36604-633	NO USAR	
ES36604-607	Vástago guía, pistón de potencia.....	1	ES36604-634	NO USAR	
ES36604-608	Tornillo, cabeza Allen, 1-4 x 28-7/8	8	ES36604-635	Válvula de aguja.....	1
ES36604-609	Arandela, de seguridad dividida 14 pulg.	8	ES36604-636	Junta tórica, 438 DE	1
ES36604-610	Cubierta, cilindro de potencia.....	1	ES36604-637	Cilindro de potencia.....	1
ES36604-611	Tapón, tubería, 1/8-27 NPT.....	1	ES36604-638	Junta.....	1
ES36604-612	Junta	1	ES36604-639	Tornillo.....	4
ES36604-613	Tornillo, cabeza Allen, 5-16 x 18/1	2	ES36604-640	Arandela de seguridad	4
ES36604-614	NO USAR		ES36604-641	Eje terminal	2
ES36604-615	NO USAR		ES36604-642	Soporte de puntero.....	1
ES36604-616	NO USAR		ES36604-643	Tornillo, 8-32 x 0,625.....	1
ES36604-617	NO USAR		ES36604-644	Arandela de seguridad, N.º 8	1
ES36604-618	NO USAR		ES36604-644A	Arandela plana, N.º 8	1
ES36604-619	Anillo, retención.....	2	ES36604-645	Puntero.....	1
ES36604-620	Clavija, palanca de potencia	1	ES36604-646	Tornillo, 0,250-28 x 1,000.....	2
ES36604-621	NO USAR		ES36604-647	Arandela de seguridad, 0,250	2
ES36604-622	Palanca de potencia.....	1	ES36604-648	Tornillo, 0,250-28 x 1.....	1
ES36604-623	Tuerca, 7/16-20	1	ES36604-649	Arandela de seguridad, 0,250	1
ES36604-624	Enlace, pistón de potencia	2	ES36604-650	Palanca	1
ES36604-625	Clavija, vástago de pistón	1	ES36604-651	Tornillo accionamiento.....	2
ES36604-626	Embalaje, preformado	1	ES36604-652	Escala.....	1
ES36604-627	Pistón de potencia.....	1			



36600-B-194

Figura 6-8. Vista despiezada del cilindro diferencial de 29/58 pies-libra
(salida rotatoria con vástago guía)

Capítulo 7.

Dispositivos y características auxiliares

Introducción

Hay varios dispositivos y características especiales que se pueden utilizar, individualmente o en combinación, con los reguladores PGA. Estos dispositivos permiten al regulador realizar otras funciones secundarias tales como limitar la carga del motor, controlar la carga del motor para mantener una salida de potencia constante para cada ajuste de velocidad, minimizar la tendencia al exceso de combustible al arrancar, permitir sobrecargas temporales, paradas de emergencia, pérdida de presión de aceite auxiliar, etc. Los equipos auxiliares deben suministrarse como equipos originales al regulador. Es recomendable que el cliente se ponga en contacto con Woodward si se desea que se realice la instalación in situ.

En los párrafos siguientes se proporciona una breve descripción de los equipos auxiliares disponibles y se enumeran los manuales donde puede obtenerse información detallada. Este capítulo se divide en dos partes: dispositivos auxiliares de uso común y accesorios adicionales.

Dispositivos auxiliares de uso común

Parada controlada por solenoide

Se puede instalar este dispositivo para que realice una parada automática cuando se conecte o cuando se desconecte. Hay bobinas disponibles para adaptarlo a los voltajes de CC más comunes. Para el funcionamiento con CA, se utiliza un rectificador interno para proporcionar el voltaje de CC necesario.

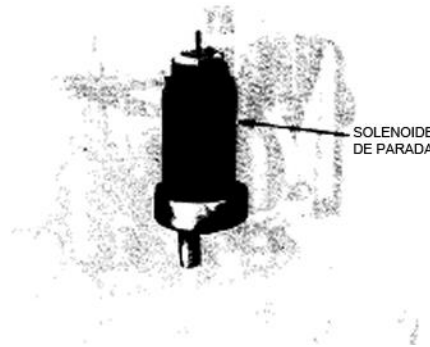


Figura 7-1. PGA con solenoide de parada

Descripción

El conjunto de parada controlada por solenoide que se muestra en la Figura 7-2 se puede incorporar a la mayoría de los reguladores PG con sistemas de ajuste de velocidad que utilicen conjuntos servo de ajuste de velocidad controlados hidráulicamente (ajuste de velocidad de fuelle directo, ajuste de velocidad controlado por corriente, etc.). El solenoide se acciona mediante interruptores en el circuito de protección que se está monitorizando. Cuando se acciona, el solenoide de parada inicia una secuencia de acciones dentro del regulador que provoca que se mueva el enlace de la válvula de combustible o vapor a la posición de parada o apagado.

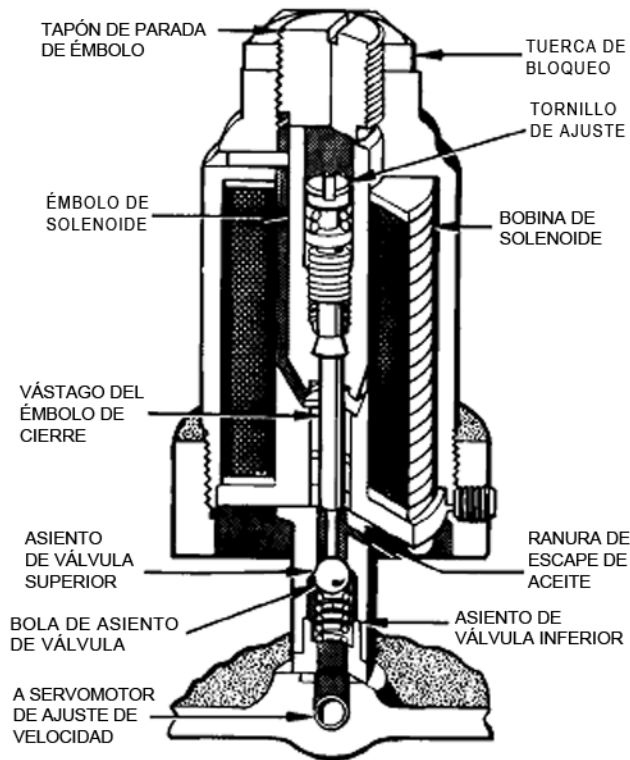


Figura 7-2. Corte de la parada controlada por solenoide

Funcionamiento

En la Figura 7-3 se muestra el dispositivo de parada, que consta de una válvula de retención y un solenoide. La válvula de retención se inserta en el circuito hidráulico entre el conjunto servo de ajuste de velocidad y el émbolo y el casquillo de la válvula piloto de ajuste de velocidad. Cuando la bola de la válvula de retención no está asentada, el aceite que está por encima del pistón servo de ajuste de velocidad escapa al sumidero. Esto permite que el muelle del pistón servo empuje hacia arriba el pistón servo de ajuste de velocidad. Cuando el pistón servo sube lo suficiente, el vástago del pistón levanta las tuercas de parada y el vástago de parada, que está conectado al émbolo de la válvula piloto del regulador. En consecuencia, al levantar el vástago de parada se levanta el émbolo de la válvula piloto. Con la válvula piloto por encima del centro, el aceite se vierte a través del puerto de control al sumidero y el pistón de potencia del regulador mueve el enlace de combustible en el sentido de reducción de combustible.

La bola de retención (Figura 7-3) se asienta contra dos asientos de válvula. En las unidades ajustadas para detenerse cuando se activa la bobina del solenoide, el muelle mantiene la bola de retención contra el asiento superior durante el funcionamiento normal. Cuando se activa la bobina, el vástago del émbolo baja y desplaza la bola de retención del asiento. En las unidades ajustadas para detenerse cuando se desactiva el solenoide, el vástago del émbolo se ajusta de modo que mantenga bola de retención sobre el asiento inferior durante el funcionamiento normal cuando el solenoide está activado. Cuando se desactiva la bobina del solenoide, el muelle empuja hacia arriba la bola de retención y la desplaza del asiento.

Ajustes

Consulte la Figura 7-2 y ajuste la disposición ACTIVAR PARA PARAR de la manera siguiente: retire la contratuerca y el tapón de parada del émbolo y, a continuación, active el solenoide. Gire el tornillo de ajuste hacia abajo (en el sentido de las agujas del reloj) hasta que empiece a salir aceite por la ranura del cuerpo de la válvula de parada. Gire el tornillo de ajuste hacia abajo 1-1/4 vueltas más. Desactive el solenoide; inserte el tapón de parada del émbolo y atornille el tapón hasta que toque el émbolo del solenoide. Haga retroceder el tapón de parada del émbolo 2 vueltas y bloquéelo en su lugar con la tuerca de bloqueo.

Ajuste DESACTIVAR PARA PARAR de la manera siguiente. Retire la contratuerca y el tapón de parada del émbolo; a continuación, active el solenoide. Gire el tornillo de ajuste hacia abajo hasta que la bola entre en contacto con el asiento inferior de la válvula. Atornille 1/4 vuelta más (forzando a subir al émbolo del solenoide). Inserte el tapón de parada del émbolo y atornille el tapón hasta que toque el émbolo del solenoide. Haga retroceder el tapón de parada del émbolo 2 vueltas y bloquéelo en su lugar con la tuerca de bloqueo.

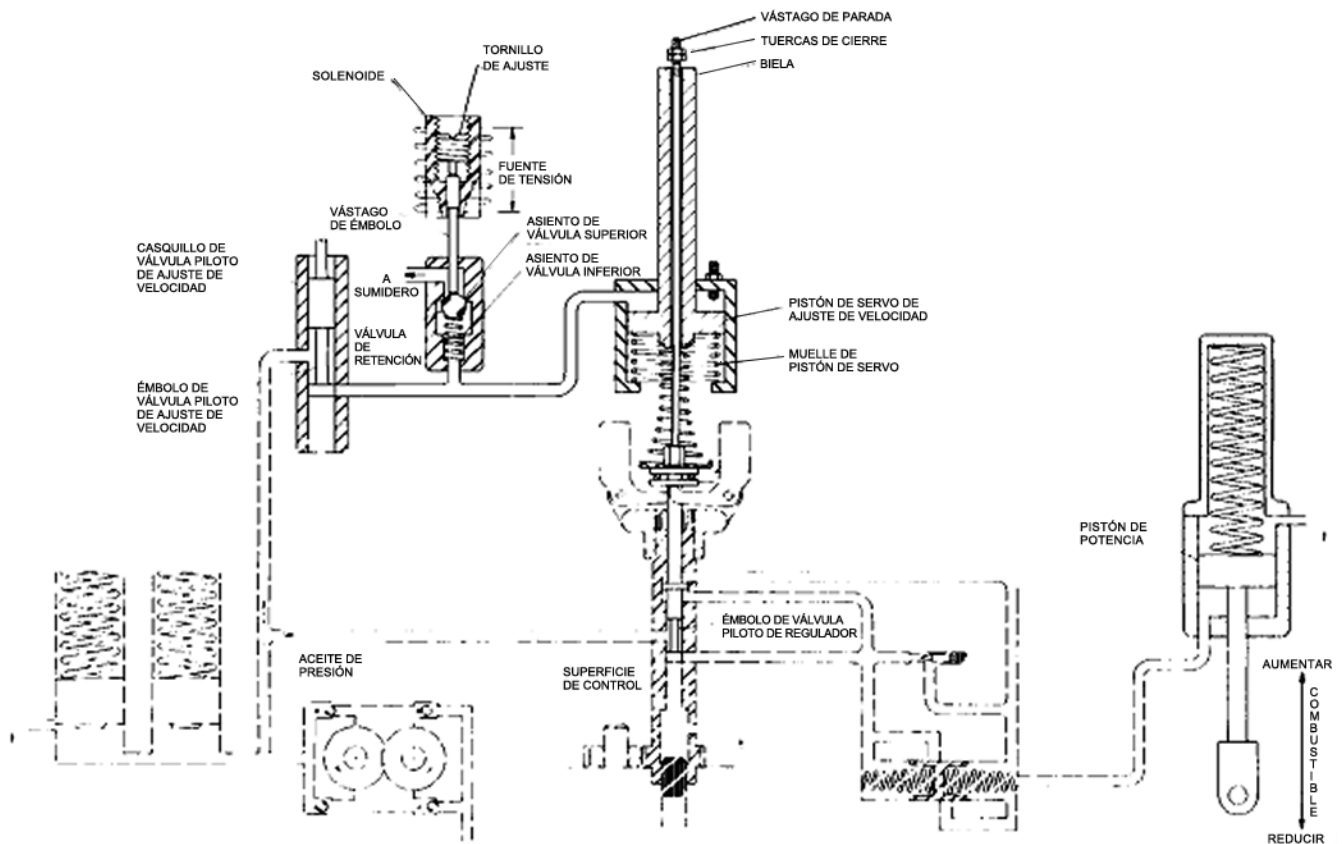


Figura 7-3. Diagrama esquemático, PG básico y parada de solenoide

Lista de piezas para la Figura 7-4

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-701	Contratuerca de vástago guía	1	ES36604-720	Asiento de válvula	1
ES36604-702	Tapón de parada de émbolo.....	1	ES36604-721	Asiento de válvula.....	1
ES36604-703	Clavija de bloqueo del émbolo del solenoide.....	1	ES36604-722	Pasador	1
ES36604-704	Carcasa de solenoide	1	ES36604-723	Muelle	1
ES36604-705	Muelle de carga.....	1	ES36604-724	Tapón de soporte.....	1
ES36604-706	Papel aislante.....	1	ES36604-725	Émbolo de parada manual	1
ES36604-707	Bobina de solenoide	1	ES36604-726	Tapón de parada de émbolo	1
ES36604-708	Arandela de pantalla de soldadura	2	ES36604-727	Clavija con cabeza.....	1
ES36604-709	Junta tórica.....	2	ES36604-728	Receptáculo	1
ES36604-710	Tornillo de ajuste	1	ES36604-729	Conector (opcional).....	1
ES36604-711	Conjunto del émbolo del solenoide.....	1	ES36604-730	Acoplamiento (opcional).....	1
ES36604-712	Arandela del émbolo del solenoide.....	1	ES36604-731	Espaciador.....	1
ES36604-713	Vástago del émbolo del solenoide.....	1	ES36604-732	Placa de dial	1
ES36604-714	Casquillo del émbolo del solenoide	2	ES36604-733	Tornillo, 6-32 x 3/8"	1
ES36604-715	Cuerpo de la válvula de parada.....	1	ES36604-734	Junta.....	1
ES36604-716	Tubo barnizado	2	ES36604-735	Tornillo, 4-40 x 1/4"	1
ES36604-717	Clavija de localización de guía del émbolo.....	1	ES36604-736	Junta tórica	1
ES36604-718	Bola de acero, 1/4" diám.	1	ES36604-737	Conjunto de diodo.....	1
ES36604-719	Muelle de descarga	1	ES36604-738 a 740 no se utilizan		

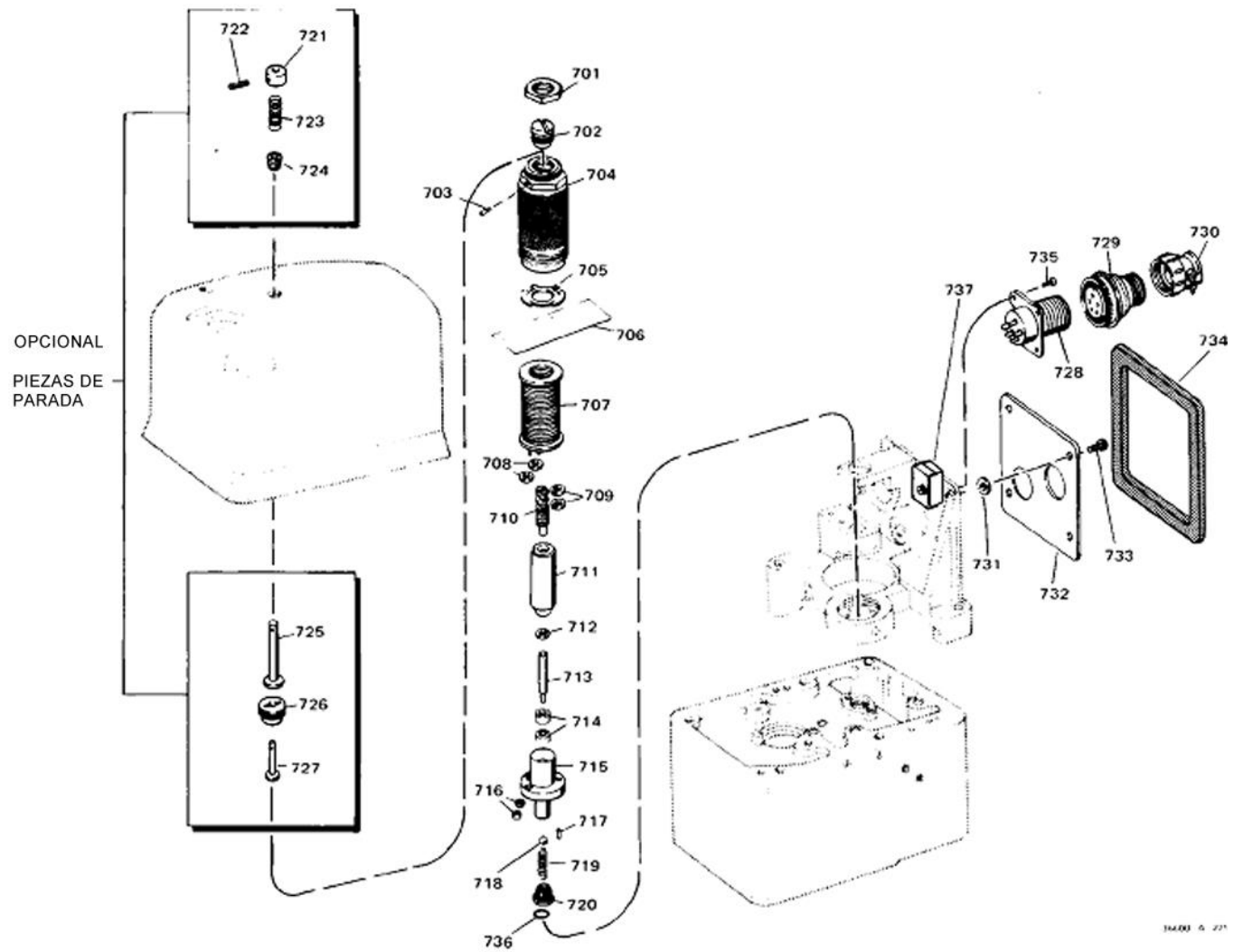


Figura 7-4. Vista despiezada, parada de solenoide

Dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad

(Figuras 7-5 y 7-6)

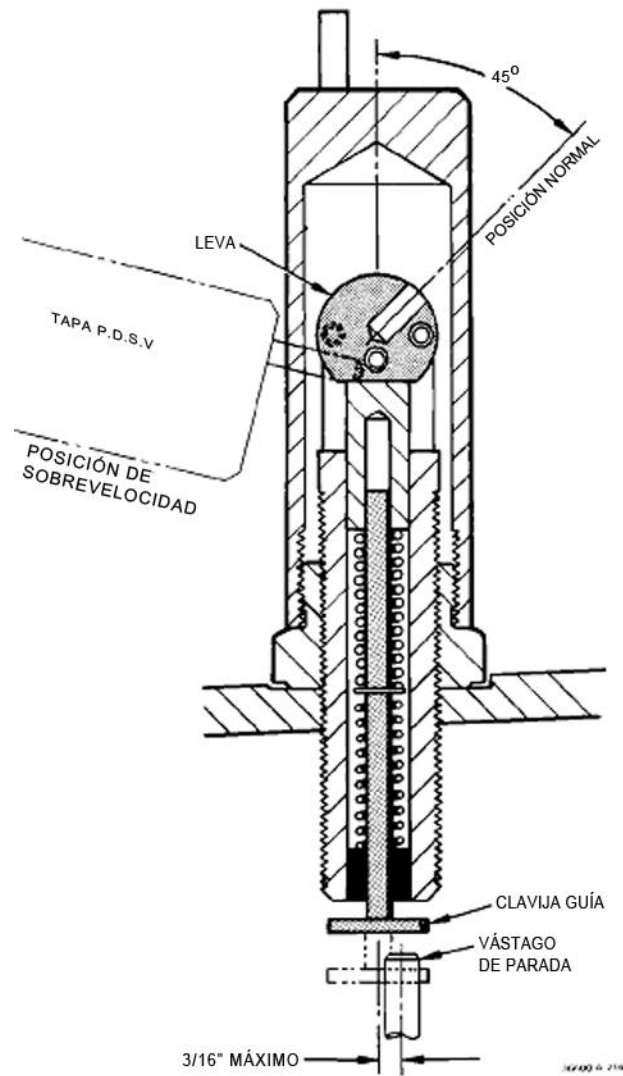


Figura 7-5. Dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad

Lista de piezas para la Figura 7-6

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-741	Cubierta del regulador	1
ES36604-742	Tuerca	1
ES36604-743	Clavija guía.....	1
ES36604-744	Casquillo Quite, 0,314 DE	1
ES36604-745	Muelle	1
ES36604-746	Anillo de retención	1
ES36604-747	Muelle OST	1
ES36604-748	Manguito guía.....	1
ES36604-749	Manguito de ajuste	1
ES36604-750	Leva.....	1
ES36604-751	Pasador, 0,125 diám. x 0,625	1
ES36604-752	Pasador, 0,135 DE x 0,500.....	1
ES36604-753	Conjunto de tapa O.S.T.D.	1
ES36604-754 a 820	no se utilizan	

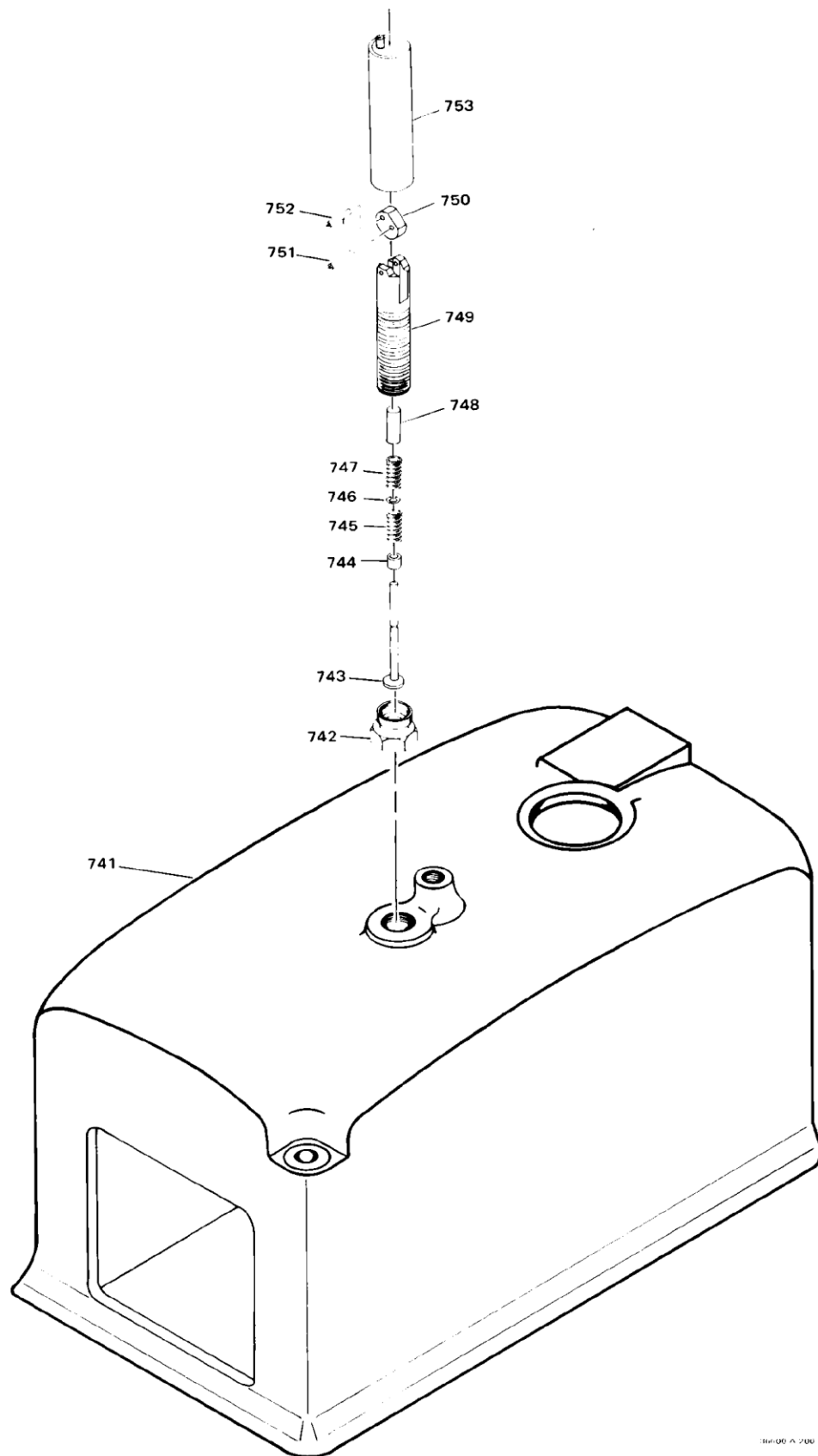


Figura 7-6. Vista despiezada del dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad

El dispositivo de prueba de sobrevelocidad de la Figura 7-5 ofrece un medio para aumentar temporalmente el ajuste de velocidad del regulador para comprobar el funcionamiento del mecanismo de descarga de sobrevelocidad del motor. Se puede instalar en cualquier regulador PG con vástago de parada, incluidos los que ya estén en servicio.

Devuelva su regulador a Woodward para añadir el dispositivo de prueba de descarga de sobrevelocidad.

Funcionamiento

Para probar el mecanismo de descarga de sobrevelocidad, quite la tapa del dispositivo de prueba (753) y deslice la clavija de la parte superior de la tapa (754) en el zócalo de la cara de la leva. Mueva lentamente la leva hasta la posición de sobrevelocidad. La clavija guía (743) se empuja contra el vástago de parada, lo que provoca que se abra el puerto de control del casquillo de la válvula piloto. El pistón de potencia del regulador se fuerza en el sentido de “aumento de combustible” y acelera el motor hasta el nivel de velocidad en el que la descarga de sobrevelocidad montada en el motor apaga el motor.



Prepárese para realizar una parada de emergencia cuando arranque el motor, la turbina o cualquier otra máquina motriz primaria, para protegerla contra el embalamiento o la sobrevelocidad, que pueden provocar lesiones personales, fallecimiento o daños materiales.

Interruptores de indicación de carga (vástago guía) (Figuras 7-7 y 7-8)

El interruptor de indicación de carga se utiliza para indicar la posición del vástago guía. Estos interruptores son una función del vástago guía o de la posición del rack de combustible.

El interruptor indicador de carga se acciona mecánicamente mediante el tornillo de tope (825) montado en el vástago guía del pistón de potencia. El interruptor indicador de carga se activa cuando el vástago guía se mueve más allá de la posición preestablecida mientras se aumenta el combustible al motor. Este interruptor puede estar conectado a una señal de alarma o a una luz indicadora. Consulte el manual de instrucciones del fabricante del motor para las conexiones concretas. Si se aumenta la carga más allá de la posición preestablecida, el interruptor se activa.

También hay un interruptor indicador de control de carga disponible para conectar con el enlace de control de carga. Este interruptor indicador es función, entonces, del ajuste de velocidad y de la posición del rack de combustible, no solo de la posición del vástago guía.

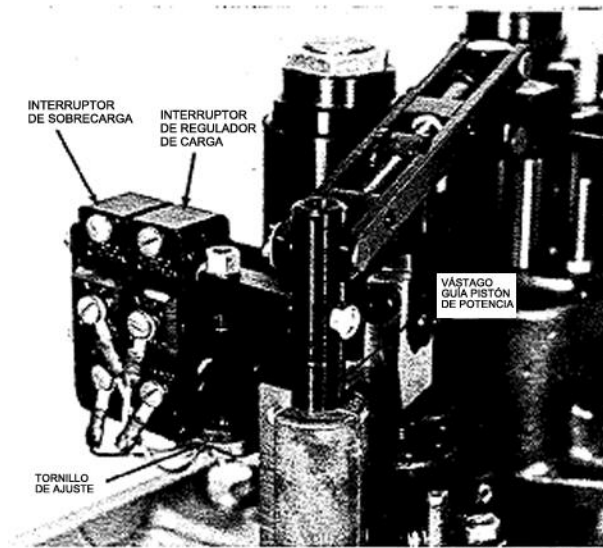


Figura 7-7. Interruptores de indicación de carga

Lista de piezas para la Figura 7-8

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-821	Tornillo cabeza hex., 10-32 x 7/8	1	ES36604-836	Espaciador	1
ES36604-822	Arandela de seguridad, int. dent., #10.....	1	ES36604-837	Eje accionador	1
ES36604-823	Brazo de vástago guía.....	1	ES36604-838	Palanca accionadora de interruptor (sobrecarga)	1
ES36604-824	Tuerca, 10-32	1	ES36604-839	Tuerca, 10-32.....	1
ES36604-825	Tornillo de ajuste moleteado	1	ES36604-840	Tornillo de tope, cabeza Allen, pt. oval, 10-32 x 5/8	1
ES36604-826	Tuerca, autoblocante, 6-32.....	2	ES36604-841	Accionador de interruptor (regulador)	1
ES36604-827	Tornillo, cabeza red., 6-32 x 1-7/8	2	ES36604-842	Muelle de eje.....	1
ES36604-828	Interruptor de émbolo (microinterruptor)	2	ES36604-843	Clavija de parada, 1/4 x 7/16	1
ES36604-829	Tuerca, 10-32	2	ES36604-844	Casquillo, 1/4 x 3/8 x 1/4.....	2
ES36604-830	Arandela de seguridad, int. dent., #10.....	2	ES36604-845	Soporte de interruptor	1
ES36604-831	Tornillo, cabeza hex., 10-32 x 3/4	2	ES36604-846	Tornillo cabeza red., 8-32 x 3/8	1
ES36604-832	Tornillo cabeza hex., 10-32 x 1/2	2	ES36604-847	Arandela de seguridad, int. dent., #8	1
ES36604-833	Arandela de seguridad, int. dent., #10.....	2	ES36604-848	Pinza de cable	1
ES36604-834	Anillo de retención	1	ES36604-849 y 850	no se utilizan	
ES36604-835	Palanca accionadora	1			

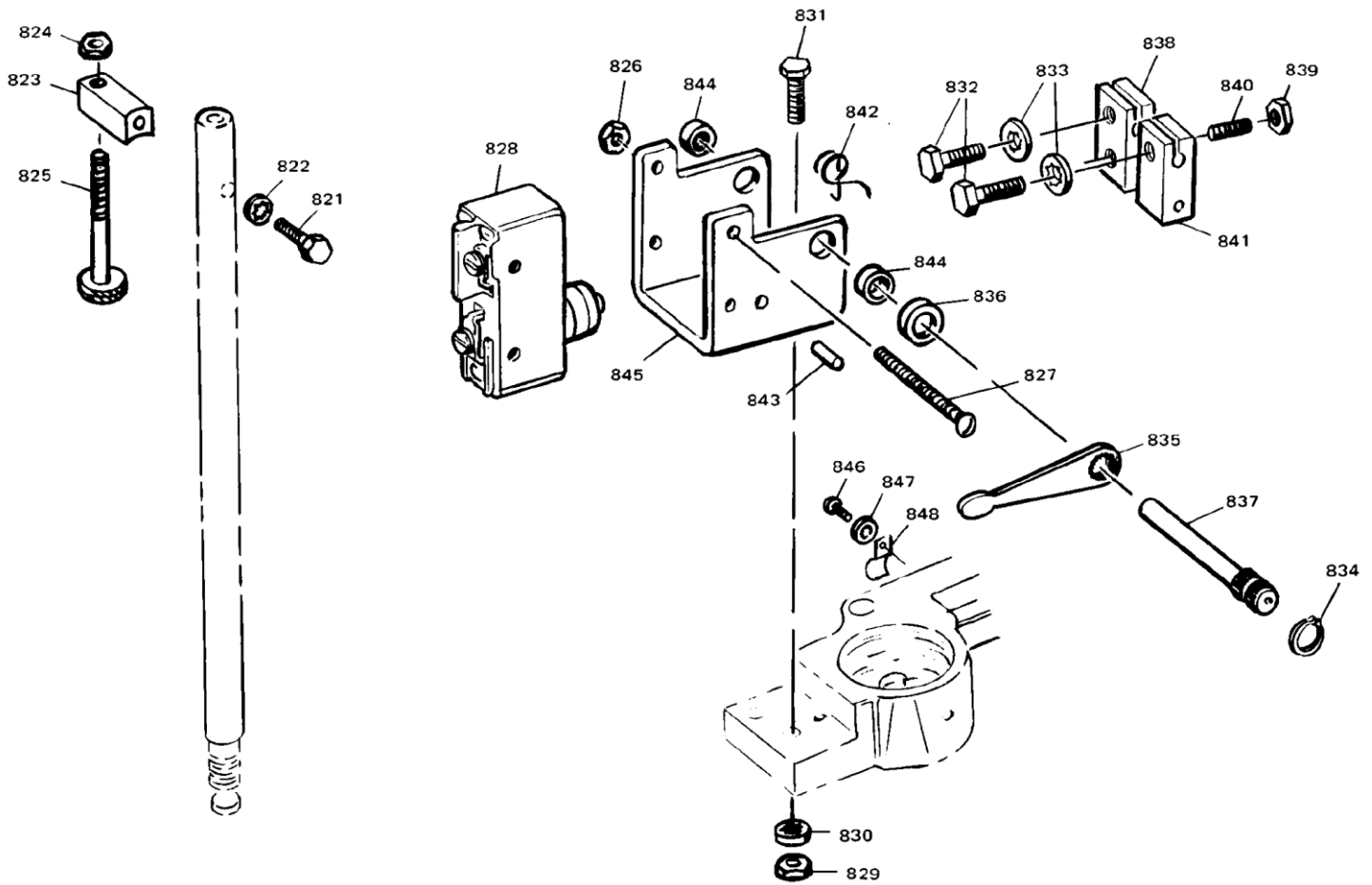


Figura 7-8. Vista despiezada de interruptores de indicación de carga

Ajuste

Consulte la Figura 7-8 y lo siguiente.

1. Ajuste el tornillo (825) hasta que las roscas estén centradas en un brazo del vástago guía (823).
2. Coloque el vástago guía para obtener la longitud de rack correcta según las especificaciones del motor.
3. Ajuste el accionador de interruptor (841) para accionar solamente el interruptor del regulador de carga (828). Sujete el accionador de interruptor (841) con el tornillo (832).
4. Ajuste el accionador de interruptor (838) para accionar el interruptor de sobrecarga (828) cuando el tornillo (832) del accionador del interruptor (841) se haya movido aproximadamente 1/4" por el accionamiento del interruptor regulador de carga. Realice también este ajuste según las especificaciones del motor.

Limitador de combustible de tipo de ángulo de presión manométrica de colector

En este manual se describen dos tipos de limitadores de combustible. El Limitador de combustible de ángulo se encuentra en muchos reguladores PGA antiguos y en algunos reguladores actuales que también tienen un limitador de combustible de ajuste de velocidad u otras opciones que impiden el uso de un Limitador de combustible de cilindro único.

Es preferible el Limitador de cilindro único, porque contiene una sección amplificadora hidráulica que convierte la salida del sensor de fuerza baja en una salida de fuerza alta para sesgar el sistema de válvula piloto-muelle acelerador. Encontrará una descripción de este limitador más adelante en este capítulo.

El Limitador de combustible de tipo ángulo sesga la curva de límite cuando varía la presión del medidor de aire de carga del colector.

El retardo normal de la velocidad del supercargador turbo respecto a la velocidad del motor lo hace posible durante períodos de aceleración con un gran aumento de carga, para suministrar al motor más combustible que puede quemarse con el aire disponible del supercargador. El desequilibrio resultante de combustible y aire provoca una mala combustión y un exceso de humo, y a menudo retarda la capacidad del motor de volver a la velocidad normal después de un cambio de carga. El pistón de potencia del regulador está restringido en el sentido de apertura para limitar el combustible al motor como función de la presión de aire de carga del colector. Esto garantiza que se mantenga aire suficiente para la combustión correcta.

El limitador de combustible consta esencialmente de un sensor de presión, una leva y una barra de conexión (vea la Figura 7-11).

Un extremo de la barra de conexión se une al vástago guía del pistón de potencia del regulador. El otro extremo se coloca en función de la posición de la leva. La barra pasa bajo el bloque de parada. Al levantarse la barra lo suficiente levanta el bloque de parada y, con él, el vástago de parada. Al levantarse el vástago de parada se levanta el émbolo de la válvula piloto, puesto que el vástago de parada es una extensión del émbolo de la válvula piloto del regulador.

El pistón de potencia del regulador sube, aumentando el combustible cuando el émbolo de la válvula piloto se encuentra por debajo de su posición centrada. El combustible solo aumenta hasta que el movimiento ascendente del pistón de potencia provoca que la barra de conexión devuelva el émbolo de la válvula piloto a su posición centrada. La posición de la leva establece la altura a la que puede elevarse el pistón de potencia antes de que la barra de conexión levante el émbolo de la válvula piloto. En consecuencia, la posición de la leva determina el máximo de combustible que se permite al motor en cualquier instante.

La leva se monta en un pistón de sensor accionado hidráulicamente que está conectado a un sistema de equilibrio de fuerzas y adopta una posición proporcional a la presión del medidor de aire de carga del colector. La inclinación de la leva es ajustable.

El aire de carga del colector se lleva al fuelle y tiende a empujar la válvula cónica fuera de su asiento. A esta fuerza se opone, en la válvula cónica, la fuerza del muelle entre la válvula cónica y el pistón de sensor.

El flujo sin restricciones de aceite a presión aplica una presión constante al lado superior del pistón de sensor. Una serie de orificios restringen el flujo de aceite a presión a la cara inferior del pistón. Excepto cuando se producen cambios en la presión de aire de carga del colector, la fuerza del fuelle que tiende a empujar hacia arriba la válvula cónica se equilibra o se iguala con la fuerza del muelle en sentido opuesto. La válvula cónica "flota" normalmente fuera de su asiento y libera continuamente al sumidero el aceite admitido a través de la pila de orificios. Si la fuerza del fuelle es mayor que la fuerza opuesta del muelle, la válvula cónica se empuja hacia arriba, lo que permite que fluya el aceite desde debajo del pistón a mayor velocidad. El aceite a presión por encima del pistón lo fuerza a bajar, comprimiendo el muelle hasta que la fuerza del muelle vuelve a igualar la fuerza del fuelle. Si se reduce la presión de aire de carga del colector, la fuerza de salida del fuelle se reduce y el muelle empuja la válvula cónica contra su asiento. La presión de aceite bajo el pistón hace subir al pistón y reduce la carga del muelle sobre la válvula cónica hasta que las fuerzas opuestas se igualan de nuevo.

La carga previa sobre el muelle dentro del conjunto del fuelle determina la presión de aire de carga por debajo de la cual se mantiene un límite máximo de combustible constante (línea RS en la Figura 7-9). La carga previa se ajusta por medio del tornillo de ajuste del extremo de la carcasa del fuelle y se ajusta en fábrica. El contorno de la leva determina la inclinación de la línea ST (Figura 7-9).

Dado que el limitador de combustible es efectivo al ralentí, se debe ajustar un límite de combustible suficientemente alto para proporcionar combustible suficiente para arrancar. Consulte la Figura 7-10 para ver la vista despiezada del limitador de combustible de presión manométrica de colector.

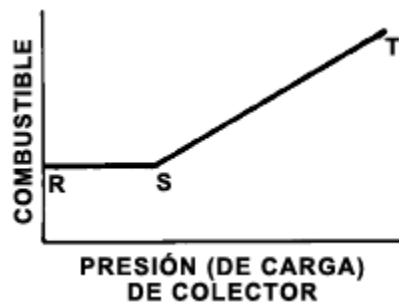


Figura 7-9. Presión de colector frente a flujo de combustible

Interruptor de anulación de presión

Con el microinterruptor se utiliza un interruptor de anulación de presión. El interruptor de presión cancela automáticamente la señal falsa cuando el motor y el regulador se detienen normalmente.

Microinterruptor limitador de combustible

(Figura 7-10)

Se utiliza un microinterruptor limitador de combustible de ajuste de velocidad (1457) con un limitador de combustible de presión de colector. Indica cuando el regulador está limitando combustible como función de la velocidad del motor o de la presión de carga del colector.

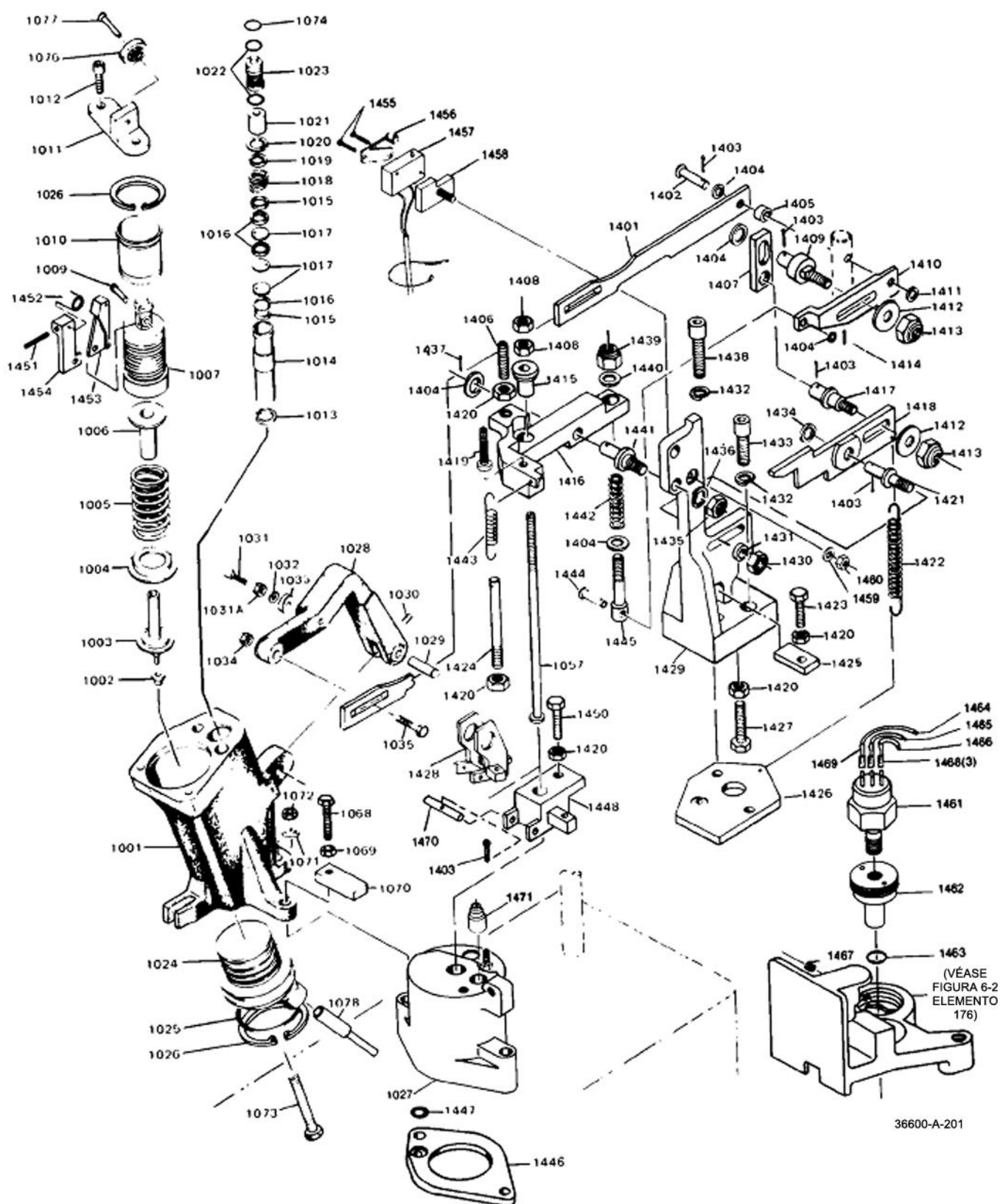
Cuando la barra impulsora (1416) alcanza su posición de limitación (horizontal), activa el microinterruptor y, a su vez, una alarma auditiva o visual.

Para ajustar el microinterruptor, afloje la tuerca (1460) y coloque el microinterruptor (1457) hasta alcanzar el punto de ajuste correcto.

Lista de piezas para la Figura 7-10

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1001	Cuerpo	1	ES36604-1413	Tuerca hex. elástica, 0,250-20.....	2
ES36604-1002	Casquillo de válvula de asiento.....	1	ES36604-1414	Clavija de chaveta	1
ES36604-1003	Émbolo de válvula.....	1	ES36604-1415	Tope de barra impulsora.....	1
ES36604-1004	Asiento de muelle inferior.....	1	ES36604-1416	Conjunto de barra impulsora.....	1
ES36604-1005	Muelle de pistón	1	ES36604-1417	Clavija de pivote	1
ES36604-1006	Asiento de muelle.....	1	ES36604-1418	Conjunto de barra de límite de combustible.....	1
ES36604-1007	Pistón limitador de combustible.....	1	ES36604-1419	Tornillo. 6-32 x 1	1
ES36604-1008	NO USAR		ES36604-1420	Tuerca hex., 10-32 NF 28 R.H.....	5
ES36604-1009	Clavija de fulcro de palanca	1	ES36604-1421	Tornillo pivote	1
ES36604-1010	Manguito de pistón	1	ES36604-1422	Muelle limitador combustible ajuste velocidad.	1
ES36604-1011	Soporte de guía de leva	1	ES36604-1423	Tornillo.....	1
ES36604-1012	Tornillo	1	ES36604-1424	Clavija guía, 10-32 UNF 2A	1
ES36604-1013	Arandela de muelle	1	ES36604-1425	Pinza.....	1
ES36604-1014	Carcasa de orificio	1	ES36604-1426	Anclaje de muelle	1
ES36604-1015	Arandela.....	2	ES36604-1427	Tornillo cabeza hex.....	1
ES36604-1016	Arandela.....	33	ES36604-1428	Conjunto de fulcro de pistón de potencia	1
ES36604-1017	Placa de orificio.....	32	ES36604-1429	Soporte	1
ES36604-1018	Muelle de paquete de orificios.....	1	ES36604-1430	Tuerca autoblocante, 1/4-28 UNF-3B.....	1
ES36604-1019	Arandela.....	1	ES36604-1431	Espaciador	1
ES36604-1020	Anillo de retención interno.....	1	ES36604-1432	Arandela de seguridad, 0,250 DI	2
ES36604-1021	Válvula de retención.....	1	ES36604-1433	Tornillo cabeza hex, 0,250-28 x 1,000	1
ES36604-1022	Junta tórica.....	2	ES36604-1434	Arandela	1
ES36604-1023	Conjunto de tapón y pantalla.....	1	ES36604-1435	Tuerca hex., 10-32 NF-2B R.H. rosca	1
ES36604-1024	Conjunto de fuelle	1	ES36604-1436	Arandela de seguridad, #10.....	1
ES36604-1025	Junta tórica.....	1	ES36604-1437	Clavija de chaveta	1
ES36604-1026	Anillo de retención.....	2	ES36604-1438	Tornillo cabeza Allen 0,250-28 x 1,750	1
ES36604-1027	Cilindro de potencia de muelle acelerador.....	1	ES36604-1439	Tuerca hex. elástica, 10-32.....	1
ES36604-1028	Brazo de seguimiento de leva.....	1	ES36604-1440	Arandela esférica.....	1
ES36604-1029	Clavija	1	ES36604-1441	Clavija de soporte	1
ES36604-1030	Tornillo de tope	1	ES36604-1442	Muelle válvula de corte	1
ES36604-1031	Tornillo cabeza Allen	1	ES36604-1443	Muelle	1
ES36604-1031a	Tuerca.....	1	ES36604-1444	Clavija con cabeza.....	1
ES36604-1032	Arandela de seguridad	1	ES36604-1445	Tornillo fulcro ajuste.....	1
ES36604-1033	Soporte de bola.....	2	ES36604-1446	Espaciador cilindro muelle velocidad	1
ES36604-1034	Tuerca.....	1			
ES36604-1035	Tornillo	1			
ES36604-1036 a	1056 NO USAR				
ES36604-1057	Vástago de parada.....	1			
ES36604-1058 a	1067 NO USAR				
ES36604-1068	Tornillo cabeza hex	1			
ES36604-1069	Tuerca.....	1			

ES36604-1070	Pinza.....	1	ES36604-1447	Junta tórica.....	1
ES36604-1071	Arandela de seguridad dividida, 0,250.....	2	ES36604-1448	Fulcro de sistema de potencia.....	1
ES36604-1072	Tornillo cabeza	2	ES36604-1449	NO USAR	
ES36604-1073	Tornillo cabeza hex., 0,250-28.....	1	ES36604-1450	Tornillo	1
ES36604-1074	Anillo de retención	1	ES36604-1451	Tornillo de tope, 8-32 x 0,375.....	1
ES36604-1076	Soporte de bola	1	ES36604-1452	Muelle de torsión	1
ES36604-1077	Clavija con cabeza.....	1	ES36604-1453	Leva de límite de combustible.....	1
ES36604-1078	Conjunto de tubo	1	ES36604-1454	Leva de límite de combustible.....	1
ES36604-1079 a	1100 NO USAR		ES36604-1455	Tornillo, 4-40 x 0.562.....	2
ES36604-1401	Barra de conexión.....	1	ES36604-1456	Accionador	1
ES36604-1402	Clavija con cabeza 0,185 x 1,094.....	1	ES36604-1457	Microinterruptor	1
ES36604-1403	Clavija de chaveta, 1/18 x 3/8.....	5	ES36604-1458	Placa de montaje de interruptor	1
ES36604-1404	Arandela, 0,203 x 0,438 x 0,032 de grosor.....	5	ES36604-1459	Arandela, 0,203 x 0,438 x 0,064 de grosor	1
ES36604-1405	Espaciador de clavija.....	1	ES36604-1460	Tuerca, 10-32.....	1
ES36604-1406	Tornillo de tope, 10-32 x 1,000	1	ES36604-1461	Interruptor de presión	1
ES36604-1407	Enlace de ranuras.....	1	ES36604-1462	Adaptador de interruptor de presión.....	1
ES36604-1408	Tuerca.....	2	ES36604-1463	Junta tórica, 0,239 DI x 0,070.....	1
ES36604-1409	Clavija de pivote	1	ES36604-1464	Cable, 20 ga. Rojo.....	1
ES36604-1410	Barra.....	1	ES36604-1465	Cable, 20 ga. Verde	1
ES36604-1411	Arandela	1	ES36604-1466	Cable, 20 ga. Naranja	1
ES36604-1412	Arandela, 0,265 x 0,500 x 0,032 de grosor.....	2	ES36604-1467	Tornillo de tope, 10-32 x 0,250.....	1
			ES36604-1468	Terminal de pliegue	3
			ES36604-1469	Tubo (contracción) 0,125 x 0,625.....	3
			ES36604-1470	Clavija	1
			ES36604-1471	Válvula de retención.....	1
			ES36604-1472 a	1500 no se utilizan	



36600-A-201

Figura 7-10. Vista despiezada del limitador de combustible de presión manométrica de colector de tipo de ángulo
(Se muestra con el microinterruptor limitador de combustible, el interruptor de anulación de presión y el limitador de combustible de ajuste de velocidad)

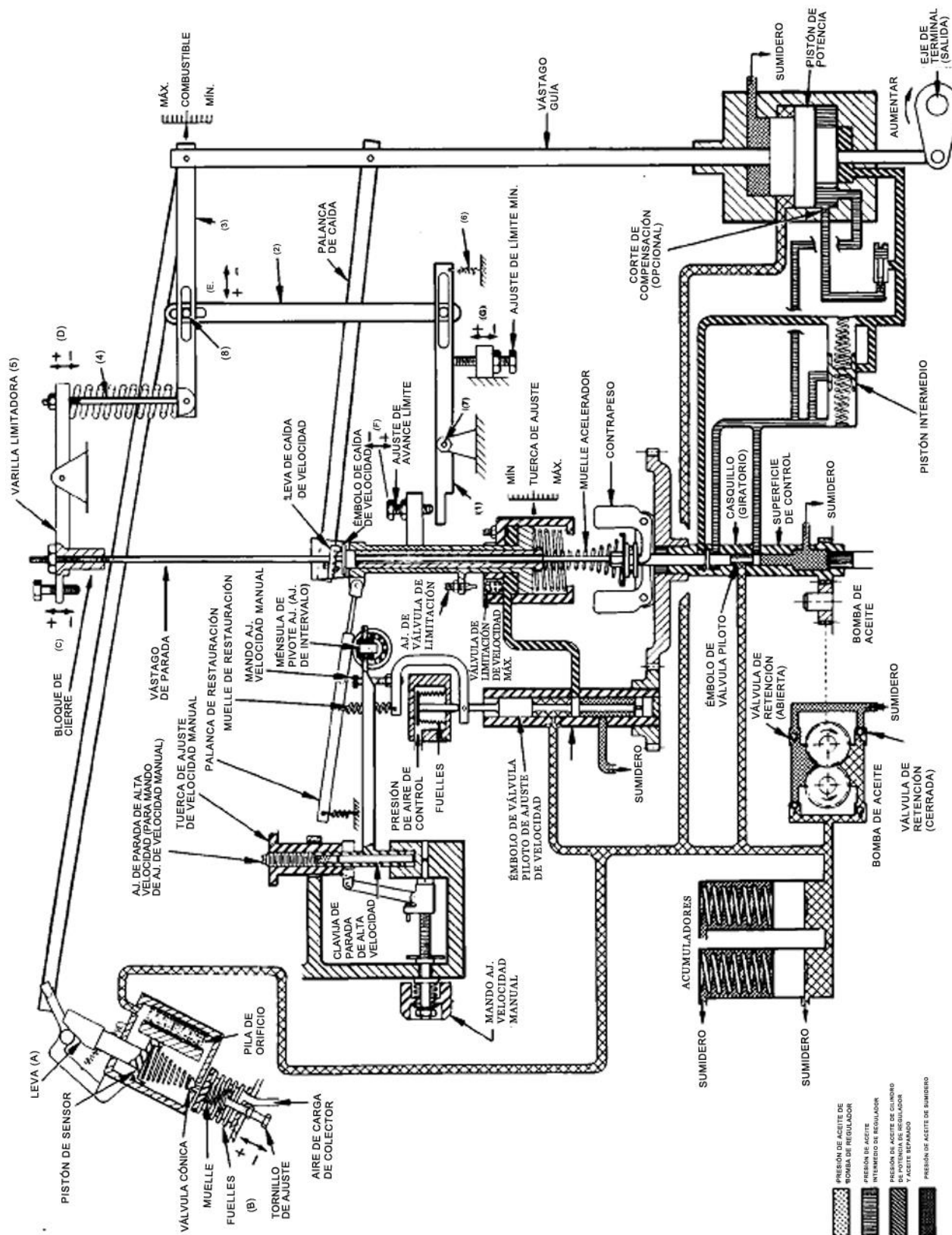


Figura 7-11. Diagrama esquemático de regulador PGA con limitador de combustible de presión de colector y limitador de combustible de ajuste de velocidad

Limitador de combustible de ajuste de velocidad

Este limitador de combustible solamente depende del ajuste de velocidad del regulador. En la Figura 7-12 se muestra una disposición esquemática de enlace respecto a un regulador PG básico.

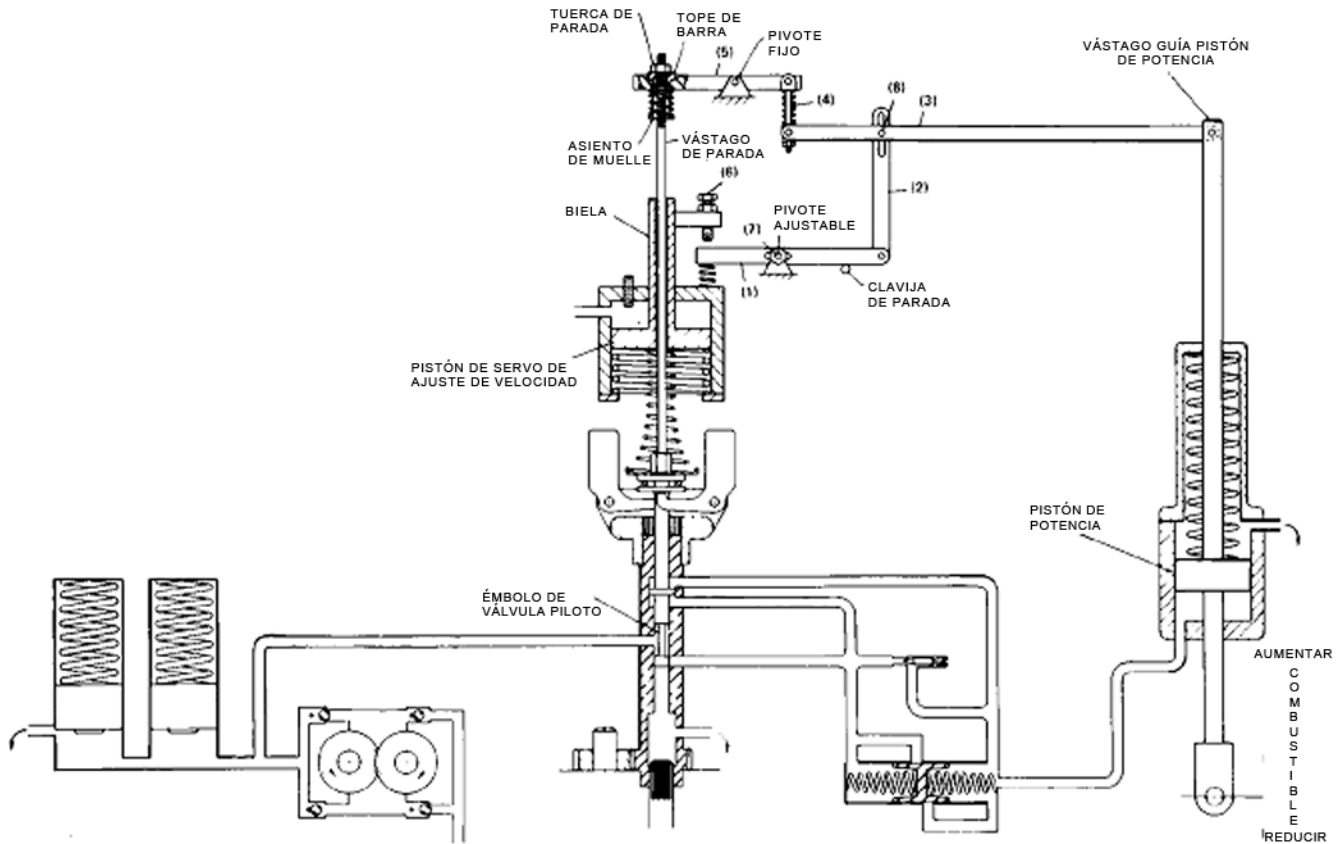


Figura 7-12. Diagrama esquemático de PGA con limitador de combustible de ajuste de velocidad

El pistón servo de ajuste de velocidad coloca el extremo izquierdo de la barra limitadora (1). Cuando el pistón servo de ajuste de velocidad baja, el tornillo (6) fuerza la barra (1) a pivotar alrededor de (7). El extremo derecho de la barra (1) sube elevando el enlace limitador inferior (2) y, en consecuencia, colocando la ranura del extremo superior de la barra (2) respecto a la contratuerca del pivote de ajuste de inclinación (7).

Dado que el extremo derecho de la barra limitadora (3) está unido al vástago guía del pistón de potencia, su posición es función del ajuste del combustible. El extremo izquierdo de la barra (3) está soportado por el enlace del limitador superior (4), cuya longitud es ajustable. Cuando el vástago guía sube, también mueve el pivote de ajuste de inclinación (8) hasta que alcanza la parte superior de la ranura del enlace limitador inferior. La barra limitadora (3) pivota entonces alrededor del extremo de la ranura, haciendo bajar el extremo izquierdo de la barra (3). El enlace limitador superior (4) baja, forzando la bajada del extremo derecho de la barra limitadora (5). El resultado es que el extremo izquierdo de la barra limitadora (5) levanta el vástago de parada, que está conectado a la válvula piloto principal. El aceite se vuelca desde debajo del pistón servo principal para vaciarlo. En consecuencia, el combustible se limita en función de la posición del pistón de ajuste de velocidad.

En la Figura 7-13 se muestra un programa típico de limitación de combustible de ajuste de velocidad.

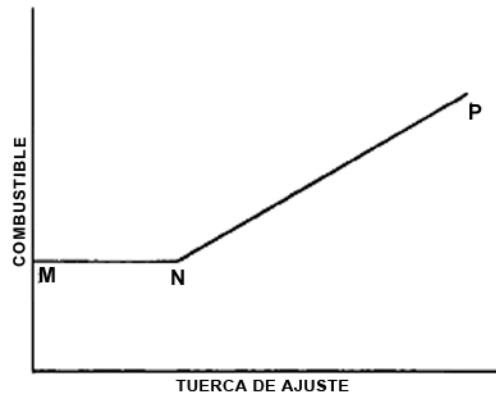


Figura 7-13. Programa de ajuste de velocidad de límite de combustible

La parte de combustible constante M-N de la curva se mantiene cuando existe un espacio entre el tornillo de ajuste de avance de límite y el extremo izquierdo de la barra limitadora (1).

La inclinación de N-P se ajusta mediante la posición del pivote de ajuste de inclinación (8 en la Figura 7-12) en la barra limitadora (2, Figura 7-12).

Control de carga

Introducción

La función principal de un regulador es programar el fuel que se envía al motor en cantidades suficientes para mantener una velocidad del motor constante bajo diversas condiciones de carga. En algunos reguladores navales que accionan propulsores de paso controlable, un objetivo secundario es mantener o limitar una potencia del motor definida en caballos de potencia para cada ajuste de velocidad específico del regulador.

Para lograrlo, se puede equipar el regulador con una válvula de control de carga o un servomotor de aleta de control. El control de carga ajusta la carga sobre el motor en un valor predeterminado para cada ajuste de velocidad específico del regulador.

Funcionamiento

Consulte la Figura 7-18. El émbolo de la válvula piloto de control de carga está suspendido de la palanca flotante de control de carga. La palanca se conecta al vástago guía del pistón de potencia por un extremo y al vástago del pistón de ajuste de velocidad por el otro. Cualquier movimiento de cualquiera de los pistones, o de ambos, provoca un movimiento correspondiente del émbolo que se encuentra alojado dentro de un casquillo no rotatorio.

El aceite a presión se suministra al émbolo de manera externa desde el mecanismo de ajuste de paso del propulsor o desde la bomba de aceite del regulador a través de una válvula de reducción de presión. La válvula piloto tiene dos superficies de control para dar señales en el sentido de aumento y de reducción de la carga. La mayoría de los fabricantes de propulsores utilizan solamente la señal de la superficie superior para reducir el paso, si la carga del motor supera un máximo predeterminado. En estos reguladores se conecta la línea de aceite de aumento o reducción de paso.

Algunos fabricantes de propulsores especifican nuestro servo de aleta integral como se muestra en las Figuras 7-14 y 7-18. Montan una leva en el eje con chavetas que acciona un transmisor neumático para obtener una presión de aire variable dependiendo de la posición del servo de aleta. Esta presión se utiliza para reducir gradualmente el paso. A través de una válvula de reducción de presión, se utiliza aceite de la bomba del regulador para accionar el servo. Al arrancar el motor, la válvula está cerrada para usar todo el aceite de la bomba para mover el servomotor del regulador principal para abrir los racks de combustible.

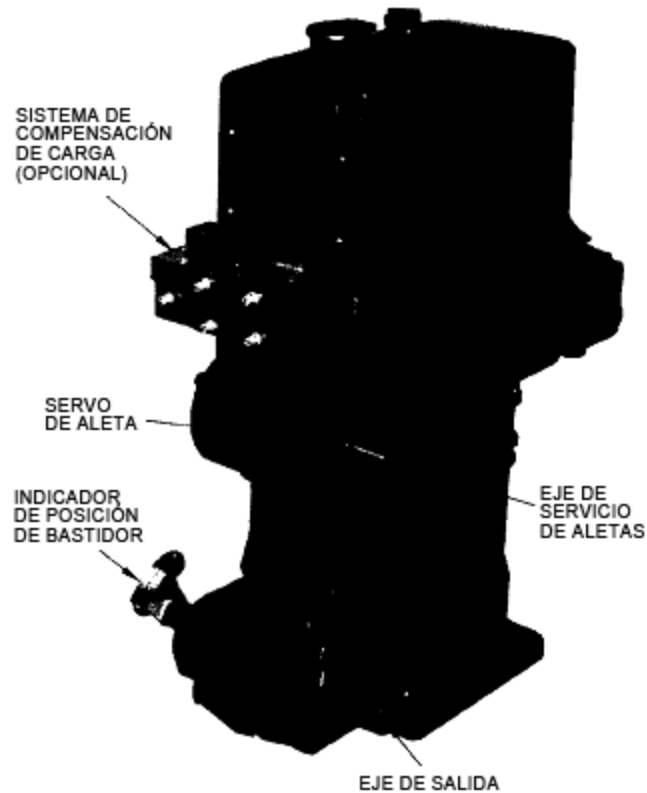


Figura 7-14. PGA con servo de aleta

Dado que la válvula de control de carga se utiliza principalmente para controlar el paso y la carga, se describe el funcionamiento del regulador para este estado. En el esquema se puede ver que hay una relación fija y lineal que mantiene centrada la válvula de control de carga. Para un ajuste de velocidad dado, si el motor necesita más combustible que el permitido por el ajuste de la válvula de control de carga, el pistón de potencia se levantará para dejar al descubierto el puesto superior. El fabricante del propulsor utiliza la presión hidráulica de la línea de aceite procedente del regulador para reducir el paso, de modo que el equilibrio se restablezca reduciendo la carga.

Si se utiliza el servo de aleta, hace rotar una leva y acciona un transmisor neumático instalado por el fabricante del propulsor para enviar una señal neumática modulada al mecanismo de ajuste de paso del propulsor para reducir el paso. Al mismo tiempo, el otro lado de la aleta se vacía y el aceite fluye de vuelta al sumidero del regulador.

Es posible obtener curvas de control de carga no lineales incorporando levas y enlaces cedentes en los enlaces y las palancas flotantes de control de carga. Consulte con Woodward.

Ajuste

Ajuste la línea de control de carga (paso) de dos maneras, mediante el tornillo de alcance (1111) y la excéntrica (1103). El tornillo de alcance afecta a la inclinación de la curva. Al mover el punto desde donde está suspendida la válvula de control de carga hacia el vástago guía del pistón de potencia se aplanan las curvas. Esto significa que el regulador permite una carga superior a velocidades más bajas. Al reajustar la excéntrica la curva se mueve hacia arriba o hacia abajo, lo que afecta a la carga del motor a todas las velocidades. Si se cambia la inclinación, normalmente es necesario reajustar también la excéntrica.

Válvulas de temporización

Las válvulas de temporización (Figura 7-17) pueden ubicarse dentro del regulador para un servo de aleta de montaje integrado o pueden montarse en la parte externa de la columna del regulador para un servo de aleta de montaje externo. En cualquiera de los casos, su función es la misma, controlar la velocidad del movimiento del servo de aleta en el sentido de aumento o de reducción. Estas válvulas son ajustables para aumentar o reducir el flujo como sea necesario.

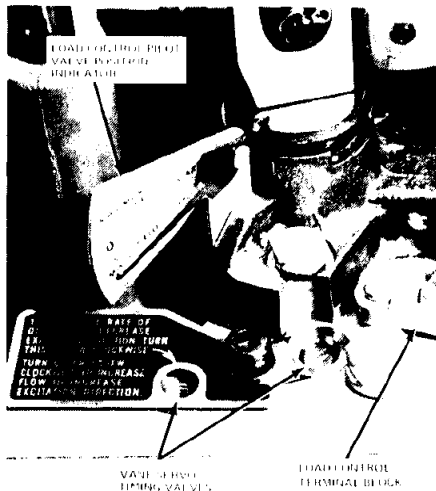


Figura 7-15. Válvulas de temporización para servo de aleta integral

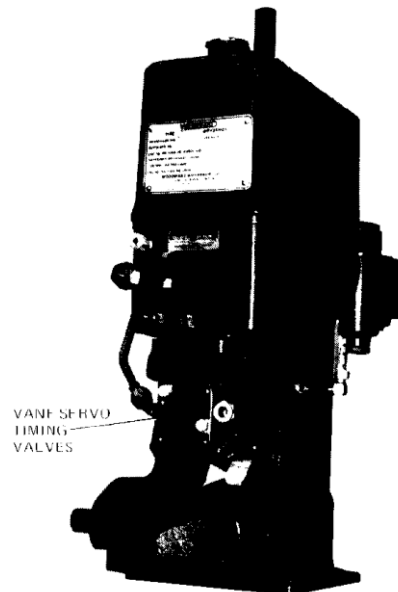


Figura 7-16. Válvulas de temporización para servo de aleta de montaje externo

Limitador de combustible de cilindro único

Descripción

El limitador de combustible (Figura 7-18) es, en esencia, una palanca flotante, una palanca reciprocante, una leva y un sensor de presión y un amplificador hidráulico junto con una palanca de realimentación y una palanca flotante de limitación de combustible. El extremo derecho de la palanca flotante se conecta al vástago guía del pistón de potencia del regulador y pivota alrededor de una pata de la palanca reciprocante. El extremo izquierdo de la palanca flotante se apoya sobre el extremo derecho de la palanca de realimentación del amplificador hidráulico. La posición de la palanca reciprocante y, en consecuencia, la posición del punto de pivote de la palanca flotante, está determinada por la posición de la leva de limitación de combustible. Levantar el pivote de la palanca flotante cuando aumenta la presión de aire del conector permite que el pistón de potencia del regulador suba una distancia proporcionalmente mayor antes de que se produzca la limitación de combustible.

El sensor de presión es un dispositivo de equilibrio de fuerza que consta de una válvula de retención de entrada, una restricción de paquete de orificios, un conjunto de pistón y leva, un muelle de restauración y una disposición de presión de medición o de fuelle de presión absoluta. El sensor establece una posición del pistón (y la leva) correspondiente a cada diferente presión de aire del colector. La relación entre la presión de aire del colector y la posición del pistón de potencia del regulador (flujo de combustible) donde se produce la limitación está determinada por el perfil y la inclinación angular de la leva. Los perfiles de leva son lineales o no lineales dependiendo de las características del motor y del supercargador turbo.

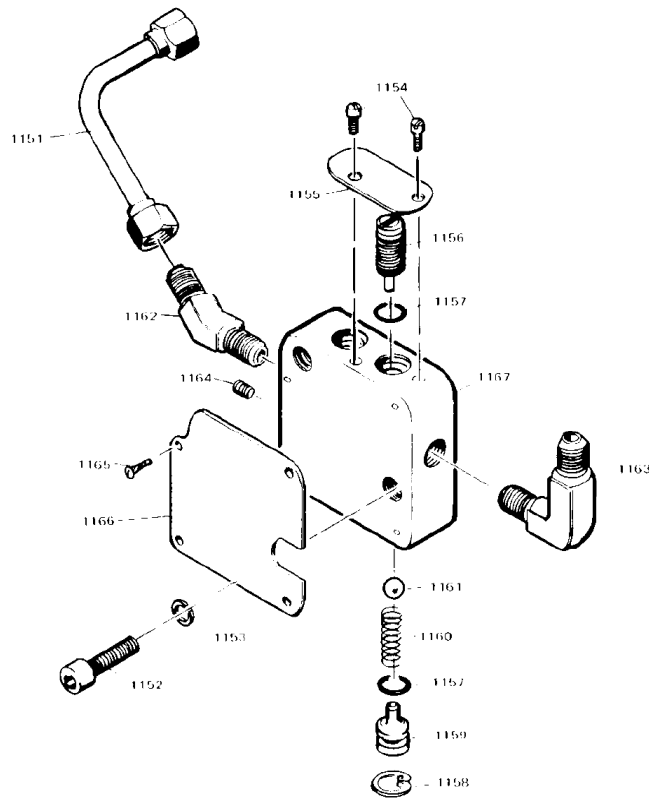


Figura 7-17. Vista despiezada del conjunto de la válvula de temporización para servo de aleta (de tipo externo)

Lista de piezas para la Figura 7-17

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1151	Conjunto de tubo, 3/8	1
ES36604-1152	Tornillo cabeza Allen, 1/4-28 x 1	2
ES36604-1153	Arandela de seguridad dividida, 1/4	2
ES36604-1154	Fil. cabeza Allen, 8-32x 1/4	2
ES36604-1155	Cubierta de válvula	1
ES36604-1156	Tornillo de aguja	2
ES36604-1157	Junta tórica, 0,338 DE	4
ES36604-1158	Anillo de retención	2
ES36604-1159	Tapón	2
ES36604-1160	Muelle de bola	2
ES36604-1161	Bola de retención, 1/4 diám.	2
ES36604-1162	Codo, 90°, tubo 1/4 NPTF a 3/8	1
ES36604-1163	Codo, 90°, tubo 1/4 NPTF a 3/8	1
ES36604-1164	Tapón tubería, 1/16-27 NPTF	1
ES36604-1165	Tornillo accionamiento, #2 x 3/16	4
ES36604-1166	Placa de instrucciones	1
ES36604-1167	Carcasa de válvula	1
ES36604-1168 a 1180 no se utilizan		

El amplificador hidráulico es un cilindro hidráulico de acción única, accionada por piloto. El amplificador proporciona la fuerza necesaria para vencer la resistencia del muelle acelerador, levantar el vástago de parada y recentrar el émbolo de la válvula piloto del regulador cuando se alcanza el límite para una presión de aire de colector dada.

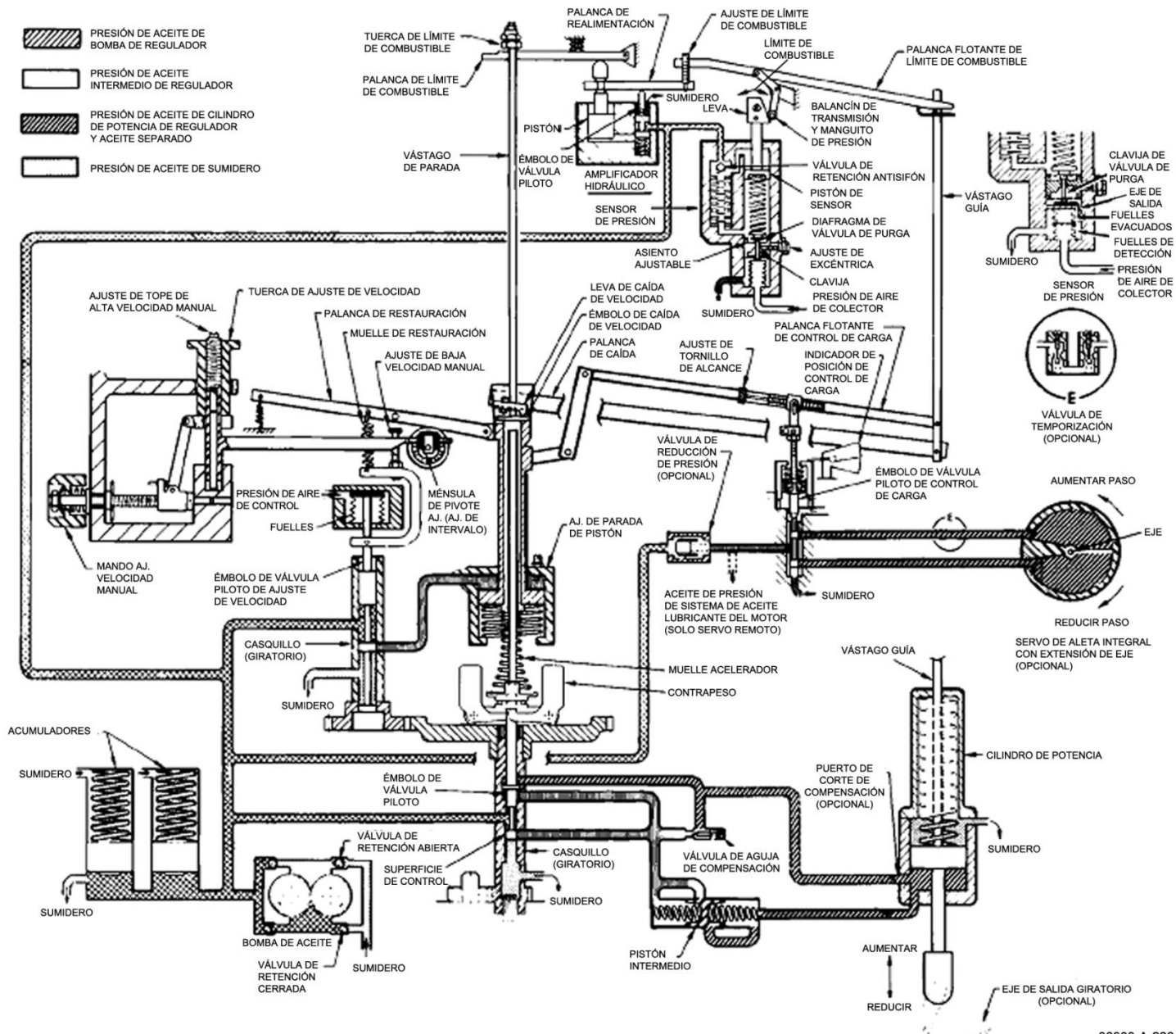


Figura 7-18. Diagrama esquemático, limitador de combustible y enlace de anulación de control de carga opcional, y servo de aleta

Funcionamiento

El aceite a presión entra en el limitador de combustible a través de la válvula de retención de entrada. El aceite se dirige al lado superior del pistón sensor y a través de la restricción del paquete de orificios hasta la cara inferior del pistón sensor. La válvula de retención de entrada evita la desviación del aceite de la carcasa del limitador durante los períodos de parada y omite el tiempo de retardo para rellenar el paquete de orificios y el cilindro del pistón. Esto impide que el pistón del sensor vaya a la posición de combustible máximo durante el arranque.

La válvula de purga regula la velocidad del flujo de aceite desde el área bajo el pistón sensor hasta el sumidero como función de la presión de aire del colector. Cuando la válvula de purga desvía un flujo de aceite desde esta área mayor de lo que se admite a través del paquete de orificios, el pistón sensor se mueve hacia arriba. A la inversa, al reducir la desviación del flujo de aceite por debajo de lo admitido, el pistón sensor se levanta. Cuando el flujo de entrada y el flujo de salida de aceite son iguales, el pistón se mantiene estacionario.

El elemento sensible del limitador de combustible de tipo de presión manométrica consta de un único fuelle metálico y flexible. El movimiento del fuelle de presión manométrica se transmite directamente a la clavija de la válvula de purga. La fuerza del fuelle tiende a abrir la válvula de purga, mientras que la fuerza del muelle de restauración tiende a cerrar la válvula. Cuando estas fuerzas opuestas se equilibran, el diafragma de la válvula de purga flota fuera de su asiento y desvía el aceite al sumidero. Esta velocidad de flujo de aceite mantiene un volumen constante de aceite en el área bajo el pistón sensor.

Suponga que el ajuste de velocidad del regulador se hace avanzar a un ajuste de velocidad superior y una presión de aire del colector superior. El pistón de potencia del regulador sube y suministra el combustible adicional necesario para la aceleración del motor. Dado que la presión de aire del colector retarda la aceleración del motor, la palanca reciprocante y la leva limitadora de combustible permanecen estacionarias inicialmente hasta que se eleva la presión de aire del colector. Cuando el pistón de potencia del regulador sube y aumenta el combustible, la palanca flotante de limitación del combustible pivota alrededor de la pata superior de la palanca reciprocante y deprime el extremo derecho de la palanca de realimentación en el amplificador hidráulico. Esto empuja el émbolo de la válvula piloto del amplificador por debajo del centro, lo que permite que el aceite a presión fluya al área que hay bajo el pistón amplificador y provoca que el pistón se eleve. Cuando el pistón se eleva, levanta simultáneamente los extremos izquierdos de la palanca de limitación de combustible y de la palanca de realimentación. Cuando la palanca de limitación de combustible entre en contacto con la tuerca de limitación de combustible del casquillo de parada, comienza a levantar el vástago de parada para recentrar el émbolo de la válvula piloto del regulador. Los movimientos ascendentes de las palancas de limitación de combustible y de realimentación continúan hasta que el extremo izquierdo de la palanca de realimentación se levanta lo suficiente para recentrar el émbolo de la válvula piloto del amplificador y detener el flujo de aceite al pistón del amplificador. En este punto, la palanca de limitación de combustible recentra el émbolo de la válvula piloto del regulador, deteniendo el movimiento ascendente del pistón de potencia del regulador. Esto limita la cantidad de combustible para ofrecer una proporción correcta de combustible y aire para una combustión eficiente. Aunque los contrapesos del regulador se encuentren en este momento en un estado de subvelocidad, el pistón de potencia se mantiene estacionario hasta que se eleva la presión de aire del colector.

Cuando la carga y la velocidad del motor aumentan, la presión de aire del colector comienza a elevarse después de un corto retardo. El aumento de la presión de aire del colector produce un aumento proporcional en la fuerza del fuelle de detección. La fuerza del fuelle, ahora mayor que la fuerza del muelle de restauración, provoca que el diafragma de la válvula de purga se separe más de su asiento. Esto permite un flujo de aceite al sumidero mayor que lo que se admite a través del paquete de orificios. La presión de aceite del regulador, al actuar sobre la cara superior del pistón sensor, fuerza el pistón (y la leva) hacia abajo y, en el proceso, comprime más el muelle de restauración. El pistón continúa su movimiento descendente hasta que el aumento neto de la fuerza del muelle de restauración es igual al aumento neto de la fuerza del fuelle. Esto restablece el fuelle y el diafragma de la válvula de purga en sus posiciones originales. En este punto, el flujo de salida del aceite vuelve a ser igual al flujo de entrada y el movimiento del pistón se detiene.

Cuando el pistón sensor y la leva se mueven hacia abajo en respuesta a una subida de la presión de aire del colector, la palanca reciprocante gira en el sentido de las agujas del reloj. Esto permite que el punto de pivote de la palanca flotante, el extremo izquierdo de la palanca y, a su vez, el émbolo del piloto del amplificador hidráulico se levanten.

El muelle de carga bajo el émbolo de la válvula piloto mantiene un contacto positivo entre el émbolo, las palancas, la palanca reciprocante y la leva. Cuando el émbolo de la válvula piloto se eleva por encima del centro, el aceite que hay bajo el pistón amplificador fluye al sumidero a través de un paso taladrado en el centro del émbolo. El paso en el émbolo restringe la velocidad del flujo de aceite al sumidero y reduce la velocidad del movimiento del pistón amplificador para minimizar la oscilación. Cuando el pistón amplificador baja, el extremo izquierdo de la palanca de limitación de combustible también baja. Esto hace bajar el vástago de parada que, a su vez, hace bajar el émbolo de la válvula piloto del regulador y aumenta el combustible del motor.

La secuencia de eventos antes descrita se produce en una secuencia rápida y continua. El funcionamiento normal del regulador se anula durante los episodios de aceleración y el combustible del motor se programa como una función de la presión de aire del colector, independientemente del ajuste de velocidad del regulador. Para evitar interferencias con la acción de regulación normal durante el funcionamiento en estado estacionario, el pistón sensor y la leva continúan su movimiento descendente hasta estar suficientemente por debajo del punto de limitación efectivo.

Tabla 7-1. Solución de problemas del limitador de combustible de presión manométrica

Problema	Causa probable	Corrección
Arranque brusco o exceso de humo de corta duración durante el arranque después de un período de parada relativamente largo.	Fuga de la válvula de retención antidesviación: el pistón sensor va a la posición de combustible máximo en el arranque y, a continuación, vuelve a la posición de combustible mínimo cuando la carcasa se rellena de aceite.	Reemplace la válvula de retención.
Exceso de humo durante las aceleraciones.	Paquete de orificios obstruido; el pistón sensor va a la posición de combustible máximo y se mantiene allí.	Vacíe el aceite del regulador, enjuague con fuelóleo o queroseno. Rellene con aceite limpio, hágalo funcionar durante un corto período de tiempo, vacíe y rellene. Si es necesario, quite el paquete de orificios del limitador de combustible, desmóntelo y límpiolo.
	Limitador de combustible mal ajustado.	El limitador de combustible debe ajustarse en un banco de prueba.
	Enlace regulador/motor mal ajustado.	Ajuste el enlace según las especificaciones del fabricante.
	Muelle de restauración fatigado o roto.	Reemplace el muelle de restauración.
El motor se atasca durante las aceleraciones.	Limitador de combustible mal ajustado. Enlace regulador/motor mal ajustado.	Ajuste el limitador de combustible. Ajuste el enlace según las especificaciones del fabricante.
Funcionamiento errático.	Aceite contaminado o con espuma. Formación de sedimentos.	Vacíe el aceite del regulador, enjuague con fuelóleo o queroseno. Rellene con aceite limpio, hágalo funcionar durante un corto período de tiempo, vacíe y rellene. Si es necesario, quite el limitador de combustible, desmóntelo y límpiolo.
	Bajo nivel de aceite en el regulador, insuflación de aire.	Añada aceite para corregir el nivel que se muestra el indicador. Compruebe si hay fugas, en particular en el sello de aceite del eje de accionamiento del regulador. Compruebe si hay aceite en la línea de presión de aire del colector, lo que indicaría una fuga en el fuelle del limitador de combustible.
	Fuga en las conexiones o las líneas de presión de aire del colector.	
	Fuga en el fuelle del limitador de combustible.	Repare las fugas.
Banda inactiva en el extremo inferior o superior del programa de limitación de combustible.	Desplazamiento del pistón sensor mal calibrado con el intervalo de presión de aire del colector.	Reemplace el fuelle. Reajústelo en el banco de prueba.

A la inversa, una caída de la presión de aire del colector hace girar la palanca reciprocante en sentido contrario a las agujas del reloj. Esto permite que el punto de pivote de la palanca flotante, el extremo izquierdo de la palanca y, a su vez, el émbolo del piloto del amplificador hidráulico se levanten. El vástago de parada y el émbolo de la válvula piloto del regulador se elevan, vertiendo aceite del cilindro del pistón de potencia al sumidero y reduciendo el combustible al motor. El extremo izquierdo de la palanca flotante de limitación de combustible pivota hacia arriba y libera el émbolo de la válvula piloto del amplificador hidráulico hacia arriba. Cuando la superficie de control del émbolo de la válvula piloto abre el puerto del cilindro del pistón, se vierte aceite al sumidero a través de un orificio en el eje del émbolo de la válvula piloto. El vástago de parada baja, lo que permite que el émbolo de la válvula piloto del regulador se recentre.

Desmontaje

El procedimiento de retirada y desmontaje del limitador de combustible varía dependiendo de las características opcionales con las que esté equipado y de la cantidad de mantenimiento necesaria. La retirada y el desmontaje completos implican desmontar parcialmente el regulador básico y deben realizarse en la secuencia que se indica a continuación, así como en el orden de números de referencia asignados a la vista despiezada (Figura 7-21). Deseche las juntas tóricas, juntas, arandelas de sellado de cobre, anillos de retención, clavijas de chaveta, etc. que retire durante el desmontaje.

IMPORTANT

Omita los pasos que no se apliquen al limitador de combustible en particular en el que se esté trabajando. No desmonte la unidad más de lo absolutamente necesario.

1. Retire de la carcasa del sensor las piezas que componen la válvula de control de carga del regulador (1280).
2. Retire el mecanismo de ajuste de velocidad y el conjunto del soporte del regulador.
3. Retire la palanca de limitación de combustible y las piezas de unión (1218 a 1221).
4. Retire la palanca flotante de limitación de combustible y las piezas de unión (1222, 1223 y 1224). Mantenga el pivote (1225) estacionario mientras retira la palanca y, a continuación, retire el pivote junto con el tornillo de ajuste (1226). Retire la palanca de realimentación (1227).
5. Desconecte la tuerca de acoplamiento (1228) y, a continuación, retire el conector (1231) de la columna del regulador lo suficiente como para separar el extremo del tubo de conexión del fuelle del sensor (1267). No doble ni aplique ninguna tensión al tubo durante la retirada del conjunto del sensor.
6. Retire los tornillos (1232 y 1233) y las arandelas (1234). Levante el conjunto del sensor (1235 a 1280) para separarlo de la columna del regulador. Retire la junta tórica (1282) del asiento de la columna del regulador.
7. Desmonte el conjunto del sensor en el orden de los números de referencia asignados en la Figura 7-21.
8. La cabeza del cilindro (1278) encaja a presión en la carcasa (1280).

NOTICE

La calibración de un regulador después de desmontar el limitador de combustible puede ser extremadamente difícil si el regulador no se puede retirar del motor y ajustarse en un banco de prueba.

Limpieza

Sumerja todas las piezas en disolvente y lávelas son ultrasonidos o mediante agitación. Utilice un cepillo que no sea metálico o un chorro de aire comprimido para limpiar ranuras y orificios. Seque las piezas después de limpiarlas con un chorro de aire limpio y seco.

Enjuague el paquete de orificios con un flujo a presión de disolvente filtrado. Desmonte el paquete de orificios para limpiarlo con mayor profundidad si es evidente que está obstruido o que se han acumulado sedimentos.

Aplique una película ligera de aceite lubricante a todas las superficies de mecanizado fino. Guarde las piezas en recipientes sin polvo y resistentes a la humedad hasta que vuelva a montarlas.

Inspección

Inspeccione visualmente todas las piezas para ver si están dañadas o gastadas. Preste especial atención a lo siguiente.

1. Las superficies acopladas deben estar libres de muescas, rebabas, grietas u otros daños.
2. Los tornillos, tapones y roscas internas deben estar libres de corrosión, grietas, ranuras con rebabas, esquinas redondeadas o roscas dañadas.
3. Todas las zonas roscadas, aberturas y pasos deben estar libres de cuerpos extraños.
4. Todos los enlaces deben estar libres de corrosión y deben moverse libremente sin demasiada holgura.
5. Inspeccione el pistón sensor (1251, Figura 7-21), el pistón amplificador (1246) y el émbolo de la válvula piloto del amplificador (1244) para ver si hay rozaduras, estrías o desgaste. Si las rozaduras o las estrías son evidentes, inspeccione los espacios de los pistones o émbolos correspondientes para ver si hay daños similares. Reemplace todas las piezas rozadas o estriadas. El desgaste en áreas muy pulidas es en general aceptable si se ve afectado menos de un tercio de la longitud del pistón o de la superficie del émbolo. Si se sospecha un desgaste excesivo, examine el área gastada para ver si hay algún defecto. Reemplace los pistones si el área gastada está más de 0,001 pulgadas fuera de su lugar. Reemplace el émbolo si las áreas gastadas en las superficies están más de 0,005 pulgadas fuera de su lugar.
6. Las esquinas de las superficies para émbolos deben estar afiladas. Reemplace el émbolo si las esquinas de las superficies están melladas o redondeadas lo más mínimo.
7. El pistón y los émbolos deben moverse libremente en sus espacios respectivos.
8. Los diafragmas de las válvulas de purga (1254) deben ser planos hasta 0,040 pulgadas (1,02 mm). Cualquier daño tal como melladuras, arrugas u otras deformidades, arañazos de más de 0,001 pulgadas (0,03 mm) de profundidad, etc., en el área escotada de la sección central del diafragma es motivo suficiente para reemplazar la pieza.

9. Examine el fuelle del sensor (1267) para ver si hay pruebas de distorsión, grietas u otros daños. La longitud longitudinal del conjunto del fuelle, medida sobre la línea central del fuelle sin correa (1270) y la presión barométrica en el momento del montaje en fábrica aparecen marcadas en el extremo superior del fuelle. Si esta longitud ha aumentado más de 0,015 pulgadas (0,38 mm) a la presión barométrica especificada, el fuelle evacuado tiene una fuga y se debe reemplazar el conjunto. Tapone el tubo y sumerja el conjunto del fuelle en agua caliente (200 °F/93 °C). Si se observan burbujas, el fuelle de detección tiene fugas y se debe reemplazar el conjunto.
10. Examine la libertad de rotación del soporte de aguja (1242). Reemplace el soporte si se detecta aspereza.

Reparación o sustitución

Limite la reparación de las piezas a la eliminación de pequeñas melladuras, rebabas o corrosión de las superficies acopladas. Pula ligeramente las áreas con corrosión de las superficies acopladas utilizando un paño ligeramente abrasivo (grano 600) o papel y aceite. Cualquier otra reparación o reconstrucción deja de ser práctica y exige reemplazar la pieza.

NOTICE

Trate las partes críticas con extremo cuidado para evitar dañar las superficies y los bordes acoplados. Mantenga afilados los bordes de las superficies para émbolos, los surcos de los pistones, los puertos de medición, etc. Los bordes redondeados, las melladuras u otros daños en los bordes provocan demasiadas fugas internas y reducen la sensibilidad del control.

Lubricación

Lubrique bien las piezas metálicas con aceite lubricante cuando vuelva a montarlas. Lubrique las juntas tóricas con vaselina antes de la instalación.

Reensamblaje

Utilice una zona de trabajo sin polvo para el reensamblaje. Reensamble e instale el limitador de combustible y el enlace de anulación del control de carga en orden inverso al de las instrucciones de desmontaje. Preste especial atención a lo siguiente:

1. Obtenga nuevas juntas tóricas, juntas, arandelas de sellado de cobre, anillos de retención, clavijas de chaveta, etc. para reemplazar las retiradas durante el desmontaje.
2. Instale los anillos de retención con el borde afilado en el sentido de la fuerza aplicada.
3. Si se desmontó el paquete de orificios por cualquier motivo, instale en su lugar juntas (1262) y placas de orificios (1263). No olvide instalar una junta entre la placa de orificios y la arandela en cada extremo de la pila. Las placas deben alternarse de modo que los orificios de las placas adyacentes estén diametralmente opuestos.

Lista de piezas para la Figura 7-19

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1101	Bloque de ajuste	1
ES36604-1102	Tornillo cabeza Allen 8-32 x 0,875	1
ES36604-1103	Excéntrica de enlace ancho	1
ES36604-1104	Clavija de chaveta, 0,060 x 0,375	2
ES36604-1105	Enlace de válvula piloto derecha	1
ES36604-1105a	Enlace de válvula piloto izquierda	1
ES36604-1106	Clavija de fulcro móvil	1
ES36604-1107	Clavija con cabeza	1
ES36604-1108	Clavija de chaveta. 0,060 x 0,375	1
ES36604-1109	Tornillo ajuste palanca flotante	1
ES36604-1110	Muelle ajuste enlace	1
ES36604-1111	Mando tornillo ajuste	1
ES36604-1112	Pasador	1
38604-1113	Clavija de chaveta, 1/16 x 5/8	1
ES36604-1114	NO USAR	
ES36604-1115	NO USAR	
ES36604-1116	Conjunto de palanca flotante	1
ES36604-1117	a 1135 NO USAR	
ES36604-1136	Arandela	2
ES36604-1137	Clavija parada palanca flotante	1
ES36604-1138	Tuerca de bloqueo	1
ES36604-1139	Tornillo ajuste ranuras, 0,250-20 x 2,375	1
38604-1140	Clavija palanca servo acelerador	1
ES36604-1141	Cilindro potencia muelle acelerador	1
ES36604-1142	Tuerca hex., 10-32 UNF-2B	2
ES36604-1143	Tornillo de tope- 10-32 x 1,750	1
ES36604-1144	Clavija guía	1
ES36604-1145	Vástago parada y muelle acelerador	
	pistón de potencia	1
ES36604-1146	Fulcro pistón potencia	1
ES36604-1147	Tapa de émbolo de caída	1
ES36604-1148	Conjunto de palanca de caída	1
ES36604-1149	Tuerca bloqueo parada	1
ES36604-1150	Tuerca de parada	1
ES36604-1151	a 1180 Ve a Figura 7-17	
ES36604-1177	Enlace clavija pivote (opcional)	1
ES36604-1178	Clavija enlace surcos (opcional)	1
ES36604-1179	Anillo de retención, (opcional)	4
ES36604-1180	Clavija palanca flotante aj.	
	Surcos (opcional)	1
ES36604-1181	Tornillo	1
ES36604-1182	Arandela de seguridad	1
ES36604-1183	Enlace control carga	1
ES36604-1184	Leva de pérdida	1
ES36604-1165	Tuerca	1
ES36604-1186	Enlace control carga	1
ES36604-1187	Tornillo parada, 8-32	1
ES36604-1188	Válvula de retención	1
ES36604-1189	Enlace clavija pivote (opcional)	1
ES36604-1190	Clavija enlace surcos (opcional)	1
ES36604-1191	Anillo de retención, 0,145 DI (opcional)	4
ES36604-1192	Clavija palanca flotante aj.	
	surcos (opcional)	1
ES36604-1193 a 1200	no se utilizan	

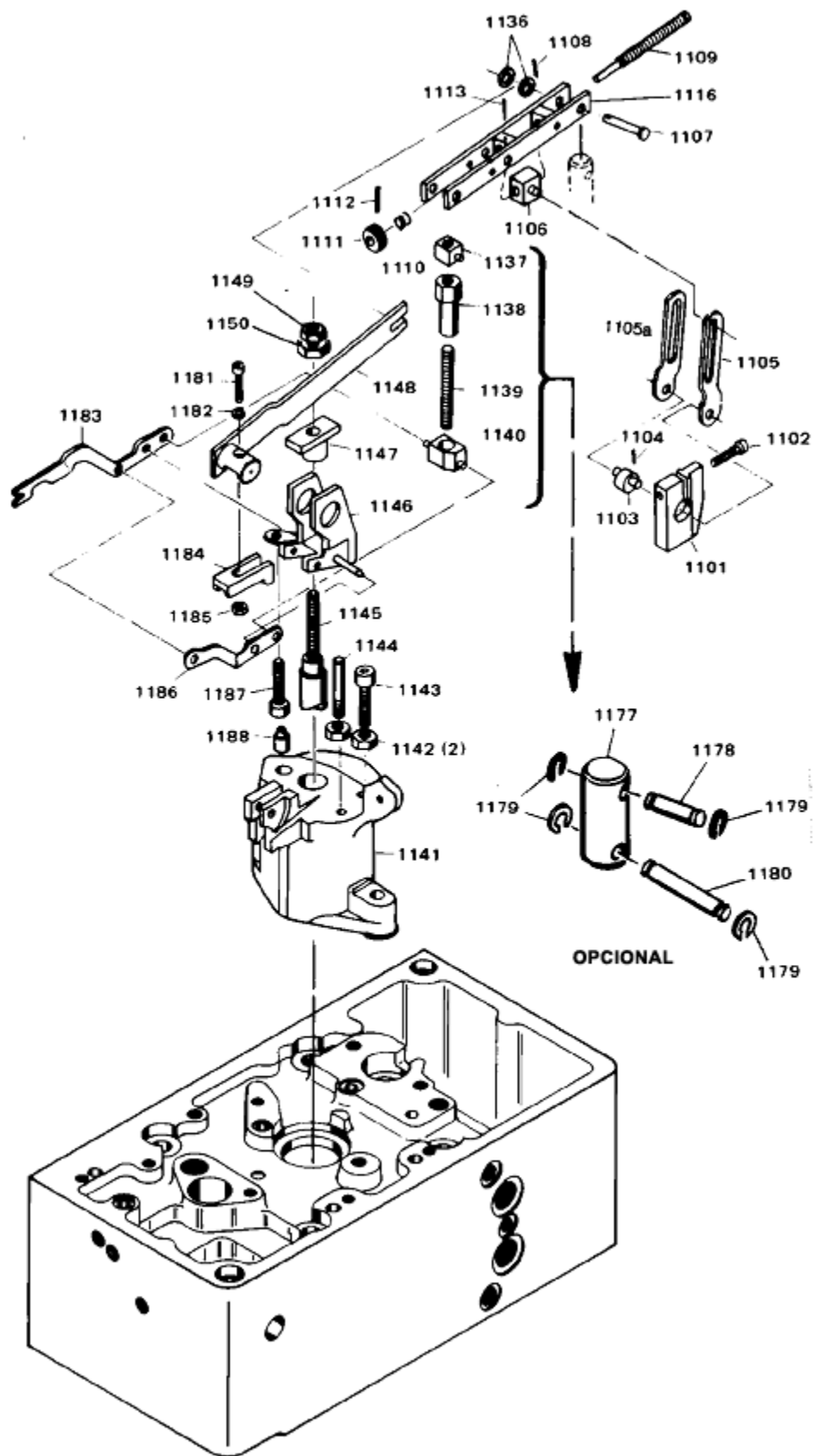


Figura 7-19. Vista despiezada del enlace de control de carga ajustable

Lista de piezas para la Figura 7-20

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1501	Cilindro de anulación	1
ES36604-1502	Escala indicadora de control de carga y conjunto de puntero	1
ES36604-1503	Arandela, 13/64 x 7/16 x 1/32	1
ES36604-1504	Tornillo cabeza Philips, 10-32 x ¼.....	1
ES36604-1505	Tornillo cónico, 1-4 x 28.....	2
ES36604-1506	Arandela de seguridad, dividida, 17/64	2
ES36604-1507	Tornillo cabeza hex, 1/4-28 x 1.....	2
ES36604-1508	Pistón de anulación	1
ES36604-1509	Anillo muelle válvula control carga	1
ES36604-1510	Tuerca de bloqueo, 5/16-24.....	1
ES36604-1511	Muelle de válvula de control de carga interior.....	1
ES36604-1512	Muelle de válvula de control de carga exterior.....	1
ES36604-1513	Tope muelle control carga	1
ES36604-1514	Anillo elástico tope muelle	1
ES36604-1515	Arandela indicador control carga	1
ES36604-1516	Cabeza cilindro anulación.....	1
ES36604-1517	Sello aceite émbolo control carga.....	1
ES36604-1518	Junta sello aceite control carga	1
ES36604-1519	Espaciador (si no hay sello de aceite)	1
ES36604-1520	Émbolo válvula piloto control carga	1
ES36604-1521	Muelle casquillo válvula piloto control carga	1
ES36604-1522	Casquillo válvula piloto control carga.....	1
ES36604-1523	Anillo elástico interno.....	1
ES36604-1524	Unión media recta, tubo 3/8 NPT-1/2	2
ES36604-1525	Conjunto de columna e inserción	1
ES36604-1526	Codo 90°, tubo 3/8 NPT a 1/2.....	2
ES36604-1527 a 1600	no se utilizan	

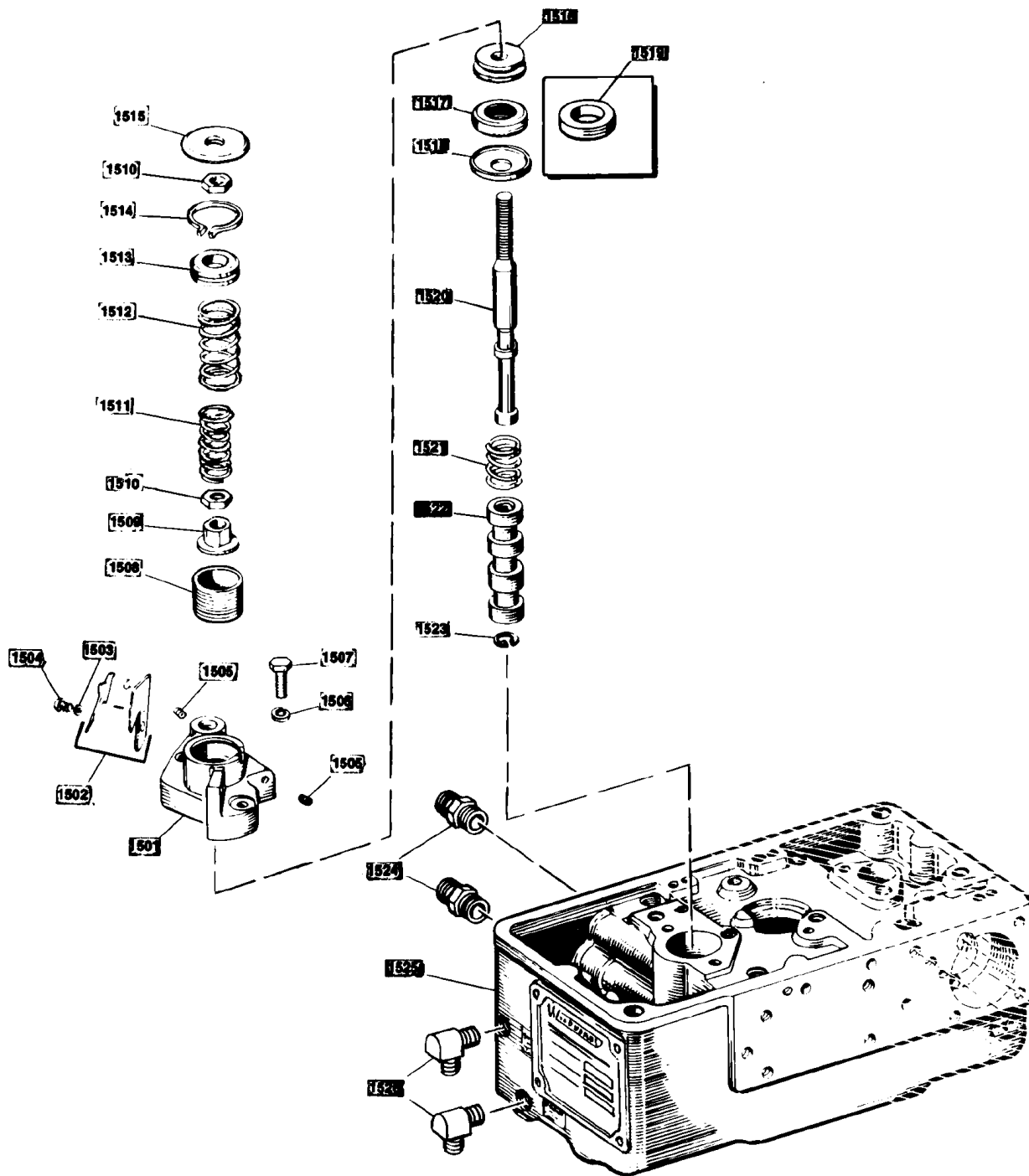
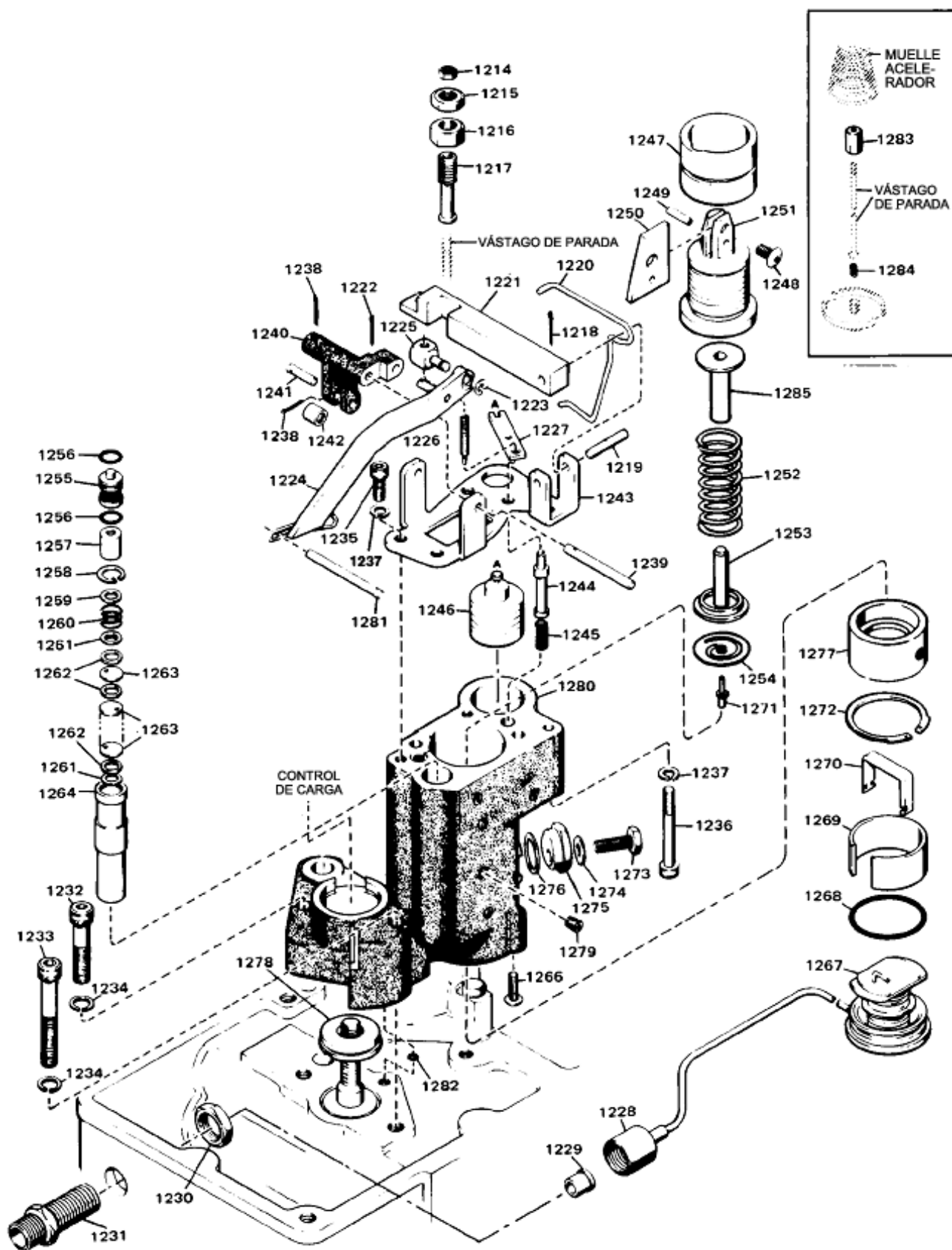


Figura 7-20. Vista despiezada de la válvula piloto de control de carga

Lista de piezas para la Figura 7-21

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad	N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1214	Tuerca hex., 8-32	1	ES36604-1253	Asiento de muelle de restauración	1
ES36604-1215	Tuerca hex., 5/16-24	1	ES36604-1254	Diafragma de válvula de purga	1
ES36604-1216	Tuerca, hex., 5/16-24 (límite combustible)	1	ES36604-1255	Pantalla de filtro	1
ES36604-1217	Casquillo de parada.....	1	ES36604-1256	Junta tórica, 1/2 DE.....	2
ES36604-1218	Clavija de chaveta, 1/16 x 5/8	1	ES36604-1257	Conjunto de válvula de retención	1
ES36604-1219	Clavija de pivote (palanca limitación combustible)	1	ES36604-1258	Anillo de retención.....	1
ES36604-1220	Muelle de carga.....	1	ES36604-1259	Arandela 9/64 DI x 3/8 (máx.) DE x 1/32	1
ES36604-1221	Palanca límite combustible.....	1	ES36604-1260	Muelle de paquete de orificios	1
ES36604-1222	Clavija de chaveta, 1/16 x 3/8	1	ES36604-1261	Arandela, 3/16 DI x 3/8 (máx.) DE x 1/16	2
ES36604-1223	Anillo de retención, tipo E.....	1	ES36604-1262	Junta	33
ES36604-1224	Palanca flotante límite combustible	1	ES36604-1263	Placa de orificio.....	32
ES36604-1225	Pivote	1	ES36604-1264	Carcasa de orificio	1
ES36604-1226	Tornillo de ajuste (límite de combustible)	1	ES36604-1265	No se utiliza	1
ES36604-1227	Palanca de realimentación	1	ES36604-1266	Botón Nyloc cabeza Allen, 8-32 x 3/8	2
ES36604-1228	Tuerca de acoplamiento, 1/2-20	1	ES36604-1267	Fuelle sensor (presión manométrica)	1
ES36604-1229	Virola, tubo 1/4	1	ES36604-1268	Junta tórica 1-1/4 DE	1
ES36604-1230	Tuerca, hex., 1/2-20	1	ES36604-1269	Espaciador de fuelle.....	1
ES36604-1231	Unión cabeza esférica, tubo 1/4	1	ES36604-1270	Correa de salida de fuelle	1
ES36604-1232	Tornillo cabeza Allen 1/4-28 x 1-1/8	1	ES36604-1271	Clavija, 0,059 x 0,082 diám. x 0,782 OAL	1
ES36604-1233	Tornillo cabeza Allen 1/4-28 x 1-3/4	1	ES36604-1272	Anillo de retención, interno.....	1
ES36604-1234	Arandela de seguridad, 1/4	2	ES36604-1273	Tornillo cabeza hex., 1/4-28 x 3/4	1
ES36604-1235	Tornillo cabeza Allen, 10-32 x 1/2	2	ES36604-1274	Arandela de cobre suave 1/4 DI x 1/2 DE x 1/32	1
ES36604-1236	Tornillo cabeza Allen 10-32 x 1-1/2	1	ES36604-1275	Excéntrica	1
ES36604-1237	Arandela de seguridad #10	3	ES36604-1276	Junta de cobre	1
ES36604-1238	Clavija de chaveta, 1/16 x 5/8	2	ES36604-1277	Asiento de válvula.....	1
ES36604-1239	Clavija de pivote (palanca reciprocante).....	1	ES36604-1278	Cabeza de cilindro (anulación).....	1
ES36604-1240	Palanca reciprocante.....	1	ES36604-1279	Tornillo cónico.....	9
ES36604-1241	Clavija recta taladrada.....	1	ES36604-1280	Carcasa.....	1
ES36604-1242	Soporte de aguja	1	ES36604-1281	Clavija recta (vástago guía)	1
ES36604-1243	Soporte de enlace	1	ES36604-1282	Junta tórica, 0,338 DE.....	1
ES36604-1244	Émbolo válvula piloto amplificador.....	1	ES36604-1283	Tuerca de émbolo de válvula piloto	1
ES36604-1245	Muelle de carga de válvula piloto.....	1	ES36604-1284	Muelle de carga	1
ES36604-1246	Pistón amplificador	1	ES36604-1285	Asiento de muelle.....	1
ES36604-1247	Manguito de pistón sensor	1	ES36604-1286 a 1300	no se utilizan	
ES36604-1248	Botón Nyloc cabeza Allen 8-32 x 3/8.....	1			
ES36604-1249	Pasador, 1/8 x 3/8	1			
ES36604-1250	Leva de límite de combustible	1			
ES36604-1251	Pistón sensor.....	1			
ES36604-1252	Muelle de restauración	1			



36600-B-69

Figura 7-21. Vista despiezada del limitador de combustible

Accesorios adicionales

Introducción

Hay otros diversos dispositivos y características especiales que se pueden utilizar, individualmente o en combinación, con los reguladores PGA. Estos dispositivos permiten al regulador realizar otras funciones secundarias tales como limitar la carga del motor, controlar la carga del motor para mantener una salida de potencia constante para cada ajuste de velocidad, minimizar la tendencia al exceso de combustible al arrancar, permitir sobrecargas temporales, paradas de emergencia en caso de fallo del equipo auxiliar o pérdida de presión de aceite auxiliar, etc. Los equipos auxiliares deben suministrarse como equipos originales al regulador. Es recomendable que el cliente se ponga en contacto con Woodward Governor Company si se desea que se realice la instalación in situ.

En los párrafos siguientes se proporciona una breve descripción de algunos de los equipos auxiliares adicionales disponibles y se enumeran los manuales donde puede obtenerse información detallada.

Servomotor impulsor

El servomotor impulsor se utiliza de manera conjunta con el regulador para ayudar a la máquina motriz primaria a arrancar rápidamente. Este dispositivo suministra aceite a presión al regulador en el momento en que se suministra aire para arrancar la máquina motriz primaria y permite que el regulador mueva inmediatamente el enlace a la posición de combustible activo. Consulte el manual 36684.

Vástago guía del cilindro de potencia extensible

Este dispositivo puede utilizarse en reguladores equipados con cualquier tipo de mecanismo de limitación de combustible (o de carga) para permitir que la máquina motriz primaria soporte sobrecargas temporalmente. Consulte el manual 36640.

Intercambiador de calor del regulador

Un intercambiador de calor puede ser necesario en aplicaciones donde el regulador esté montado cerca de equipos que produzcan calor o donde altas velocidades de accionamiento generen tanto calor que el aceite del regulador se caliente demasiado. El intercambiador de calor puede integrarse en el regulador, montarse externamente en el regulador o estar en una ubicación remota. Consulte el manual 36641.

Dispositivos de parada

Hay diversos dispositivos que pueden incorporarse al regulador para parar la máquina motriz primaria o proporcionar una señal de alarma en caso de fallo del equipo. Estos dispositivos se utilizan en diversas aplicaciones, incluidas instalaciones donde los dispositivos de seguridad automáticos sean una necesidad. Los dispositivos de parada están disponibles en las disposiciones siguientes para adaptarse a las condiciones de funcionamiento particulares:

Parada accionada por presión

La parada accionada por presión (aire, aceite, agua) proporciona la misma función protectora que la parada accionada por solenoide. Puede configurarse para realizar la parada con la pérdida o el exceso de presión de señal. Consulte el manual 36651.

Parada de fallo de presión de aceite lubricante

Este es un dispositivo de parada automática que protege la máquina motriz primaria en caso de fallo parcial o completo del sistema de aceite lubricante de la máquina motriz primaria. Monitoriza la presión de aceite lubricante y se ha diseñado de modo que el nivel de presión de parada se haga progresivamente más alto a medida que aumente la velocidad de la máquina motriz primaria. Esto permite un nivel de presión de aceite mínimo relativamente bajo a velocidad de ralentí, mientras requiere niveles cada vez más altos para el funcionamiento seguro a velocidades más altas. Algunos de estos dispositivos incluyen también la capacidad de monitorizar la presión de entrada de la bomba de aceite de la máquina motriz primaria y efectúan la parada si se produce un vacío excesivo (succión). Una característica de retardo de tiempo (que puede ajustarse entre 15 y 40 segundos) permite arrancar la máquina motriz primaria sin presión de aceite lubricante, pero impide el funcionamiento prolongado si no se alcanza un nivel de presión seguro dentro del tiempo preestablecido. A velocidades de funcionamiento por encima del ralentí, el retardo de tiempo se suele omitir, para que la parada sea inmediata. Consulte el manual 36652.

Sistema de equilibrio de carga**Equilibrio neumático de carga**

Está disponible un sistema de equilibrio de carga neumático para reguladores PGA. Esta unidad es deseable cuando dos o más motores accionan una carga común, tal como un eje propulsor de un buque. Los motores se pueden controlar al unísono, de modo que las cargas de todos los motores se compartan proporcionalmente. Esto es necesario si la velocidad y la carga deben variarse a través de un intervalo amplio. Consulte el manual 36686.

Válvula de transferencia

Está disponible una válvula de transferencia para utilizarla con el sistema de equilibrio de carga neumático. Facilita el control remoto de las funciones de transferencia para el sistema de equilibrio de carga neumático. Consulte el manual 36686.

Lista de piezas para la Figura 7-22

N.º de ref.	Nombre de pieza	Cantidad
ES36604-1301	Tuerca hex., 0,250-20	2
ES36604-1302	Arandela antivibración, 0,250	2
ES36604-1303	Perno	2
ES36604-1304	Placa final de servo rotatorio	1
ES36604-1305	Clavija	2
ES36604-1306	Tapón	1
ES36604-1307	Tornillo cabeza Allen	2
ES36604-1308	Arandela sencilla	2
ES36604-1309	Arandela de seguridad, 0,250	2
ES36604-1310	Soporte de aguja	1
ES36604-1311	Anillo de sello de aceite, 2,664 DE	1
ES36604-1312	Alojamiento de servo rotatorio	1
ES36604-1313	Clavija de pasador	2
ES36604-1314	Tornillo cabeza Allen, 8-32 x 0,500	2
ES36604-1315	Arandela de seguridad, 0,281 DE	2
ES36604-1316	Servo rotatorio	1
ES36604-1317	Muelle de hoja de inserción de aleta	2
ES36604-1318	Inserción de aleta	2
ES36604-1319	Conjunto de eje de servo rotatorio	1
ES36604-1320	Soporte de aguja	1
ES36604-1321	Anillo de sello de aceite, 2,664 DE	1
ES36604-1322	Clavija	1
ES36604-1323	Placa trasera de servo rotatorio	1
ES36604-1324	Arandela sencilla	2
ES36604-1325	Arandela de seguridad, 0,250	2
ES36604-1326	Tornillo cabeza Allen	2
ES36604-1327	Clavija recta	1
ES36604-1328	Junta tórica	1
ES36604-1329	Clavija recta, 0,0638 DE	1
ES36604-1330	Llave Woodruff	1
ES36604-1331	Conjunto de eje	1
ES36604-1332	Junta tórica	2
ES36604-1333	Junta de panel lateral	1
ES36604-1334	Placa lateral	1
ES36604-1335	Tornillo cabeza Allen	8
ES36604-1336	Soporte de bola	1
ES36604-1337	Junta de placa lateral	1
ES36604-1338	Cubierta de placa lateral	1
ES36604-1339	Tornillo, cabeza Allen, 0,250-28 x 1,50	4
ES36604-1340	Sello de aceite, 1,125 DE	1
ES36604-1341	Tornillo cabeza allen, 0,250-28 x 0,625	8
ES36604-1342	Arandela de seguridad de anillo alto, 0,250 DI	22

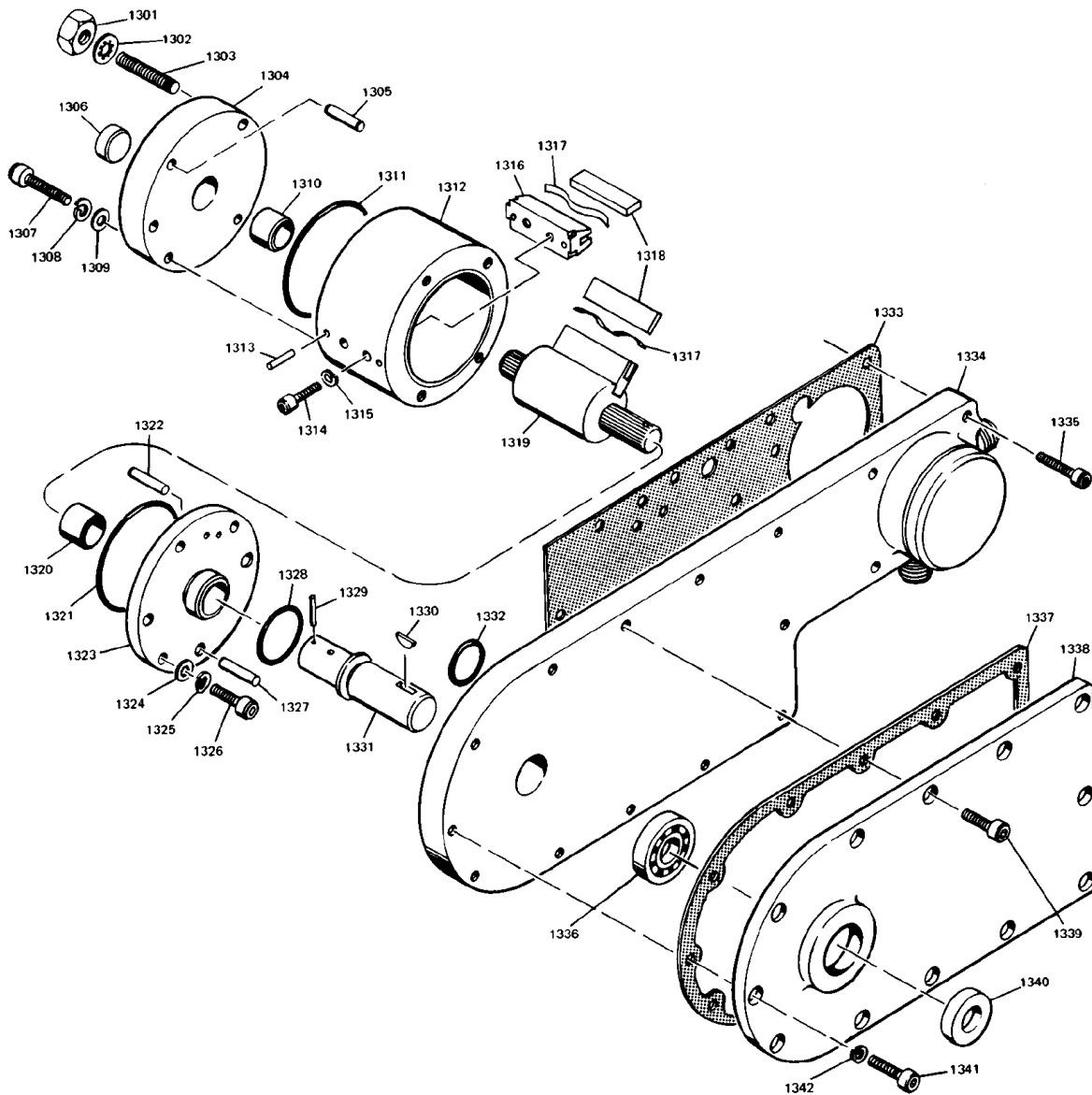


Figura 7-22. Vista despiezada del servo de aleta integral

Lista de piezas para la Figura 7-23

N.º de ref.	Nombre de pieza.....	Cantidad
ES36604-1381	Tornillo cabeza Allen, 1/4-28 x 2 3/4	A.R.
ES36604-1382	Arandela de seguridad, dividida, 1/4	A.R.
ES36604-1383	Embalaje preformado, 7/16 DE	1
ES36604-1383a	Embalaje preformado	1
ES36604-1384	Conjunto de tapón y filtro	1
ES36604-1385	Embalaje preformado, 11/4 DE	1
ES36604-1386	Embalaje preformado, 11/16 DE	1
ES36604-1387	Tapón	1
ES36604-1388	Junta, cobre suave	1
ES36604-1389	Carcasa, 3 orificios	A.R.
ES36604-1390	Carcasa, 4 orificios	A.R.

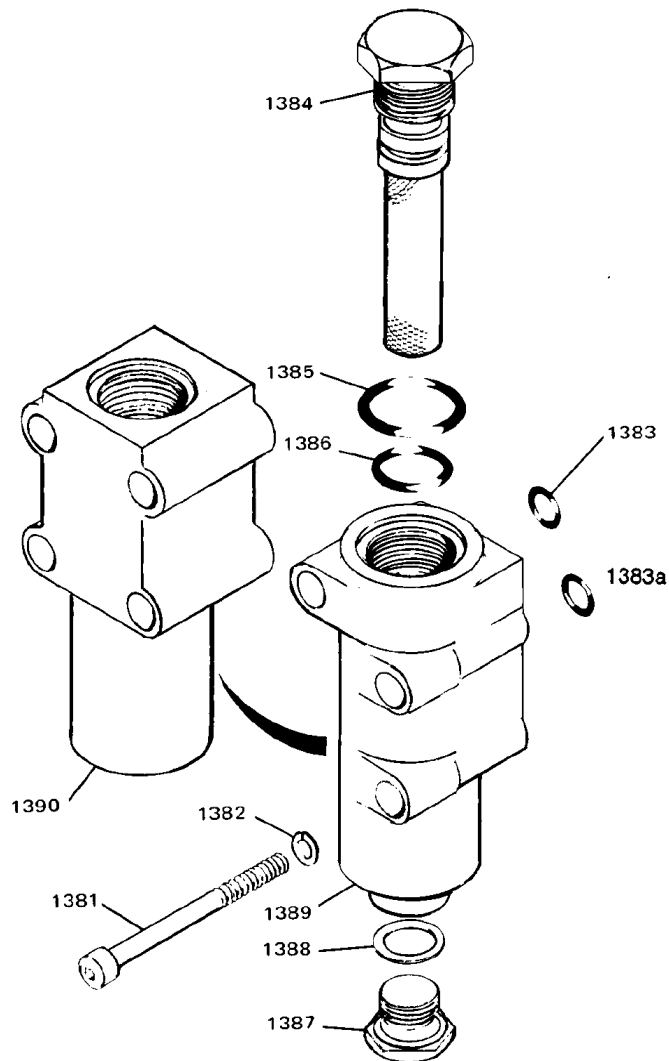


Figura 7-23. Vista despiezada del filtro de aceite del limitador de combustible

Capítulo 8.

Opciones de servicio y soporte del producto

Opciones de soporte del producto

Si está experimentando problemas con la instalación o un rendimiento insatisfactorio de un producto de Woodward, dispone de las opciones siguientes:

1. Consulte la guía de solución de problemas en el manual.
2. Póngase en contacto con el **fabricante de equipos originales o el empaquetador** del sistema.
3. Póngase en contacto con el **socio empresarial de Woodward** de su zona.
4. Póngase en contacto con la asistencia técnica de Woodward por correo electrónico (EngineHelpDesk@Woodward.com) y aporte información detallada sobre el producto, la aplicación y los síntomas. Su correo electrónico se reenviará a un experto en el producto y la aplicación que le responderá por teléfono o por correo electrónico.
5. Si el problema no se puede resolver, puede seleccionar otro curso de acción según los servicios disponibles que se indican en este capítulo.

Asistencia técnica de OEM o empaquetador: muchos de los controles y dispositivos de control de Woodward se instalan en el sistema del equipo y los programa un fabricante de equipo original (OEM) o un empaquetador de equipos en su fábrica. En algunas ocasiones, el OEM o empaquetador protegen el sistema de programación mediante contraseña y, por lo tanto, constituyen la mejor fuente de servicio y asistencia técnica del producto. El servicio de garantía para los productos de Woodward que se suministra con el sistema del equipo también se debe gestionar con el OEM o empaquetador. Consulte la documentación del sistema de su equipo para obtener más información.

Asistencia técnica para socios empresariales de Woodward: Woodward trabaja con una red global de socios empresariales a los que ofrece asistencia técnica y estos, a su vez, ofrecen asistencia técnica a los usuarios de los controles de Woodward, tal como se describe aquí:

- La responsabilidad principal del **distribuidor de servicio integral** son las ventas, el servicio, las soluciones de integración de sistemas, la asistencia técnica y el marketing postventa de los productos estándar de Woodward en una zona geográfica y un segmento de mercado específicos.
- Una **Instalación de servicio independiente autorizada** (AISF, por sus siglas en inglés) proporciona servicio autorizado que incluye reparaciones, piezas de repuesto y servicio de garantía en nombre de Woodward. El servicio (no relacionado con la venta de unidades nuevas) es la principal responsabilidad de una AISF.
- Una **empresa reconocida de actualización de motores** (RER, por sus siglas en inglés) es una compañía independiente que moderniza y actualiza motores de gas alternativos y conversiones de dos combustibles y que puede hacerse cargo de toda la gama de sistemas y componentes de Woodward para su actualización y reparación, actualizaciones para el cumplimiento de las emisiones, contratos de servicio a largo plazo, reparaciones de emergencia, etc.

Encontrará una lista actualizada de socios empresariales de Woodward en www.woodward.com/directory.

Opciones de servicio del producto

Según el tipo de producto, tiene a su disposición las siguientes opciones de servicio a través del distribuidor de servicio integral de su zona, del fabricante de equipos originales o del empaquetador del sistema de equipos.

- Sustitución/cambio (servicio 24 horas)
- Reparación con tarifa fija
- Remanufactura con tarifa fija

Sustitución/cambio: el servicio de sustitución/cambio es un programa de máxima calidad diseñado para el usuario que necesita un servicio inmediato. Le permite solicitar y recibir una unidad de sustitución como nueva en un tiempo mínimo (suele ser en un plazo de 24 horas desde la solicitud), siempre que haya disponible una unidad adecuada en el momento de la solicitud. De esta forma se reducen los costosos tiempos de inactividad.

Esta opción le permite llamar a su distribuidor de servicio integral en caso de apagón imprevisto o programado para solicitar una unidad de control de sustitución. Si la unidad está disponible en el momento de la llamada, normalmente se puede enviar en un plazo de 24 horas. Deberá sustituir la unidad de control de campo por la unidad de sustitución como nueva y devolver la unidad de campo al distribuidor de servicio integral.

Reparación con tarifa fija: la reparación con tarifa plana está disponible para muchos de los productos mecánicos estándar y algunos de los productos electrónicos in situ. Este programa le ofrece un servicio de reparación de los productos con la ventaja de saber por adelantado cuánto le costará.

Remanufactura con tarifa fija: el programa de remanufactura con tarifa fija es muy parecido a la opción de reparación con tarifa fija, con la excepción de que la unidad se le devolverá con el estado “como nueva”. Esta opción solo es aplicable a productos mecánicos.

Devolución de un equipo para su reparación

Si debe devolver un control (o cualquier componente de un control electrónico) para su reparación, primero póngase en contacto con su distribuidor de servicio integral para obtener la autorización de devolución y las instrucciones de envío.

Cuando envíe los artículos, incluya una etiqueta con la siguiente información:

- número de devolución;
- nombre y ubicación en los que está instalado el control;
- nombre y número de teléfono de la persona de contacto;
- números de referencia y números de serie completos de Woodward;
- descripción del problema;
- instrucciones en las que se indique qué tipo de reparación desea.

Empaquetado de un control

Cuando vaya a devolver un control completo, utilice los materiales siguientes:

- tapas de protección en todos los conectores;
- bolsas de protección antiestáticas en todos los módulos electrónicos;
- materiales de empaquetado que no dañen la superficie de la unidad;
- material de empaquetado homologado, comprimido, de 100 mm como mínimo;
- una caja de cartón de empaquetado de doble pared;
- una cinta de embalar resistente alrededor de la caja de cartón para mayor seguridad.

NOTICE

Para evitar daños en componentes electrónicos provocados por una manipulación incorrecta, lea y adopte las precauciones descritas en el manual de Woodward 82715, *Guide for Handling and Protection of Electronic Controls, Printed Circuit Boards, and Modules* (Guía para la manipulación y la protección de controles electrónicos, placas de circuito impreso y módulos).

Piezas de recambio

Cuando solicite piezas de recambio para controles, incluya la siguiente información:

- los números de referencia (XXXX-XXXX) que aparecen en la placa del chasis;
- el número de serie de la unidad, que también se encuentra en el chasis.

Servicios de ingeniería

Los distribuidores de servicio integral de Woodward ofrecen diversos servicios de ingeniería para los productos de la marca. Para estos servicios, puede ponerse en contacto con el distribuidor por teléfono o por correo electrónico.

- Asistencia técnica
- Formación sobre productos
- Servicio de campo

Puede solicitar **asistencia técnica** a través de su proveedor de sistemas de equipos, del distribuidor de servicio integral de su zona o desde muchas ubicaciones de Woodward en todo el mundo, dependiendo del producto y la aplicación. Con este servicio podrá recibir ayuda relacionada con preguntas técnicas o con la solución de problemas durante el horario laboral habitual de la ubicación de Woodward con la que se haya puesto en contacto.

Muchos distribuidores ofrecen también localmente **formación sobre productos**. También se puede recurrir a clases personalizadas, que se pueden adaptar a sus necesidades y se pueden impartir en centros o instalaciones de nuestros distribuidores. Con esta formación, que lleva a cabo personal cualificado, le garantizamos que será capaz de mantener la fiabilidad y disponibilidad del sistema.

También está disponible la asistencia técnica in situ de ingeniería de **servicio de campo**, dependiendo del producto y la ubicación, a través de cualquiera de nuestros distribuidores de servicio integral. Los ingenieros de campo son profesionales con experiencia en los productos de Woodward y en muchos equipos que no son de Woodward a los que estos se conectan.

Para obtener información sobre estos servicios, póngase en contacto con uno de los distribuidores de servicio integral que aparecen en www.woodward.com/directory.

Contacto con la organización de servicio de Woodward

Para ver el nombre de la instalación de servicio o el distribuidor de servicio integral de Woodward más cercanos, consulte nuestro directorio mundial en www.woodward.com/directory, que también contiene la información más actualizada de asistencia para productos y contacto.

También puede ponerse en contacto con el Departamento de servicio al cliente de Woodward en uno de los siguientes centros de Woodward para obtener la dirección y el número de teléfono del centro más cercano, donde podrá obtener información y el servicio.

Productos utilizados en sistemas de alimentación eléctrica

<u>País</u>	<u>Número de teléfono</u>
Alemania:	
Kempen----	+49 (0) 21 52 14 51
Stuttgart -	+49 (711) 78954-510
Brasil -----	+55 (19) 3708 4800
China -----	+86 (512) 6762 6727
Corea-----	+82 (51) 636-7080
Estados	
Unidos -----	+1 (970) 482-5811
India -----	+91 (129) 4097100
Japón-----	+81 (43) 213-2191
Polonia-----	+48 12 295 13 00

Productos utilizados en sistemas de motores

<u>País</u>	<u>Número de teléfono</u>
Alemania -----	+49 (711) 78954-510
Brasil -----	+55 (19) 3708 4800
China -----	+86 (512) 6762 6727
Corea-----	+82 (51) 636-7080
Estados	
Unidos -----	+1 (970) 482-5811
India -----	+91 (129) 4097100
Japón-----	+81 (43) 213-2191
Países Bajos -----	+31 (23) 5661111

Productos utilizados en sistemas de turbomaquinaria industrial

<u>País</u>	<u>Número de teléfono</u>
Brasil -----	+55 (19) 3708 4800
China -----	+86 (512) 6762 6727
Estados	
Unidos -----	+1 (970) 482-5811
India -----	+91 (129) 4097100
Japón-----	+81 (43) 213-2191
Países Bajos -----	+31 (23) 5661111
Polonia-----	+48 12 295 13 00

Asistencia técnica

Si necesita ponerse en contacto con la asistencia técnica, deberá indicar la siguiente información. Escríbala aquí antes de ponerse en contacto con el fabricante de equipos originales de motores, el empaquetador, un socio empresarial de Woodward o la fábrica de Woodward:

Generales

Su nombre _____

Ubicación del sitio _____

Número de teléfono _____

Número de fax _____

Información de la máquina motriz primaria

Fabricante _____

Número de modelo del motor _____

Número de cilindros _____

Tipo de combustible (gas, gaseoso, diésel, dos combustibles, etc.) _____

Potencia de salida nominal _____

Aplicación (generación de energía, naval, etc.) _____

Información de regulación/control

Control/Regulación n.º 1

Número de referencia y letra de revisión de Woodward _____

Descripción de control o tipo de regulación _____

Número de serie _____

Control/Regulación n.º 2

Número de referencia y letra de revisión de Woodward _____

Descripción de control o tipo de regulación _____

Número de serie _____

Control/Regulación n.º 3

Número de referencia y letra de revisión de Woodward _____

Descripción de control o tipo de regulación _____

Número de serie _____

Síntomas

Descripción _____

Si tiene un control electrónico o programable, anote las posiciones de la configuración de los ajustes o los ajustes del menú para indicarlo cuando llame.

Nos gustaría recibir sus comentarios sobre el contenido de nuestras publicaciones.

Envíe sus comentarios a: icinfo@woodward.com

Haga referencia a la publicación **ES36604M**.



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, EE. UU.
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, EE. UU.
Teléfono +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058

Correo electrónico y sitio web—www.woodward.com

Woodward tiene plantas propiedad de la compañía, subsidiarias y sucursales, así como distribuidores autorizados y otras instalaciones autorizadas de servicio y ventas en todo el mundo.

En nuestro sitio web hay información completa de direcciones, teléfonos, números de fax y direcciones de correo electrónico de todas las ubicaciones.