

# BOLETÍN TÉCNICO

TB NO. 1004

REV. 0

## **ASUNTO: Ajuste y Balanceo de Motores SUPERIOR a Diesel y Doble Combustible**

### 1. INTRODUCCION

El principio básico de operación de un Motor Superior de Diesel es: Cuatro (4) tiempos con inyección de combustible bajo presión controlada y encendido por el calor de compresión. La válvula de admisión esta abierta y cuando el pistón se mueve hacia abajo entra aire al cilindro. Cuando el pistón se mueve hacia arriba, con las dos válvulas cerradas, se comprime el aire, generándose calor suficiente para encender el combustible. Es importante observar que el gobernador controla a la cremallera de la bomba de inyección y el combustible es inyectado al cilindro a través de una boquilla atomizadora, a un tiempo específico (ángulo de encendido) y la cantidad de combustible depende de la condición de carga o los caballos de fuerza requeridos.

El principio básico de operación de un Motor Superior de Doble Combustible es el mismo que el de diesel. Las diferencias principales son: el control de combustible piloto y la admisión de aire / gas. La válvula de admisión esta abierta y cuando el pistón se mueve hacia abajo, una mezcla controlada de aire y gas va al cilindro. Cuando el pistón se mueve hacia arriba con las dos válvulas cerradas, el aire y gas se comprimen generando calor suficiente para encender el combustible piloto (diesel) y quemar la mezcla de aire y gas. El combustible principal que se consume en la operación con doble combustible es gas. El combustible piloto o pequeña cantidad de diesel que se consume es unicamente para el encendido. Es importante darse cuenta que el tiempo de inyección del combustible piloto es crucial y tan importante como el tiempo de encendido de los motores con bujías.

Durante el funcionamiento a diesel de los motores de doble combustible equipados con turbocargador, la válvula de mariposa de entrada de aire se mantiene totalmente abierta y queda bloqueada, mientras que el gobernador controla las cremalleras de las bombas de inyección. Para el funcionamiento a doble combustible, la cremalleras de las bombas de inyección se bloquean a un punto de entrega mínima de combustible piloto, mientras que el gobernador controla tanto la válvula de mariposa de entrada de aire, como la válvula dosificadora de entrada de gas.

En los motores de doble combustible de aspiración natural el gobernador controla el carburador.

## 2. AJUSTE Y BALANCEO DE MOTORES A DIESEL

EL EJEMPLO USADO Y ESPECIFIADO EN ESTA SECCION ES PARA PROPOSITO DE ENTRENAMIENTO UNICAMENTE. REFIERASE SIEMPRE A LOS MAUALES DEL EQUIPO PARA ESPECIFICACIONES DETALLADAS.

Para mantener el rendimiento y confiabilidad de funcionamiento se requiere la realización de inspecciones y ajustes periódicos. Los programas de inspección deben establecerse en tiempos regulares o en horas de operación y basados en las condiciones de operación, carga y experiencia real.

El sistema de combustible normalmente puede dividirse para propósitos de explicación, en dos partes : El Sistema de Abastecimiento que consiste en tanques de almacenamiento, tanques de diario, bombas de transferencia, filtros de combustible, bombas accionadas por el motor y múltiples de distribución de combustible. El Sistema de Inyección que incluye las bombas de inyección de combustible, inyectores y las cañerías de conexión de alta presión. Es importante tener en cuenta que el sistema de combustible se lo considera como el corazón de un Motor a Diesel.

Las bombas de inyección de combustible y los inyectores contienen cilindros, émbolos y boquillas atomizadoras construidos con alta precisión. Las piezas son pulidas exactamente y son muy sensibles a las partículas extrañas y al agua en el sistema de combustible. Se requiere limpieza e inspección periódica del tanque de almacenamiento y del tanque de servicio diario. Los filtros deben cambiarse a intervalos regulares (1000 horas) para asegurar limpieza en todo momento.

Las bombas de inyección de combustible deben cambiarse, probarse y calibrarse a intervalos regulares (4000 horas). Se recomienda mantener un juego completo de bombas intercambiables de repuesto para disminuir los períodos de interrupción de servicio. La cantidad de combustible para cada cilindro esta controlada por el varillaje mecánico entre el gobernador y la cremallera milimétrica (rack) de cada bomba. Una diferencia en las lecturas en milímetros de las cremalleras o racks bajo carga, es indicación de bombas mal calibradas o ensambladas inadecuadamente. Las lecturas de los racks deben estar dentro de dos o tres milímetros entre cilindros. Una lectura típica del rack a mínimas RPM del motor es 6mm y a plena carga a 900 RPM de 22mm.

Los inyectores deben retirarse y probarse a intervalos regulares (2000 horas). Deben ser desarmados, limpiados y probados de acuerdo a las instrucciones del manual de fábrica. Las presiones de apertura (aproximadamente 3000 PSI) y las formas de rociamiento deben registrarse para referencia y el diferencial de presión de apertura entre ellos no debe exceder de 50 PSI. Repetimos, es importante mantener la limpieza en todo momento y seguir cuidadosamente las instrucciones del fabricante.

Debe mantenerse el equilibrio de carga entre los cilindros. Un desequilibrio puede producir sobrecarga sobre un cilindro. Las indicaciones son: desgaste excesivo de chaquetas, rines, camisas, válvulas y asientos. Adicionalmente, se puede experimentar rayado de camisas y pistones. Las temperaturas de los cilindros son indicación de carga y deben registrarse diariamente. 100% de carga a 900 RPM producirá temperaturas de escape de 700 a 800 F.

Para que tengamos una comprensión total de la importancia del balanceo y ajuste, hemos establecido el siguiente programa de revisión con inspección cada 2000 horas.

#### INSPECCION CADA 2000 HORAS

- 1- Calibrar válvulas de admisión y escape en caliente.
- 2- Cambiar aceite y filtros. NOTA: Inspeccionar el carter y los filtros, para detectar que no exista metal blanco (BABBIT) y otros materiales extraños.
- 3- Ajustar la tensión de la cadena de distribución y las tensiones de las bandas.
- 4- Limpiar el respiradero del carter.
- 5- Inspeccionar la sincronización del árbol de levas.  
  
NOTA: Quitar la bomba #1 de combustible y el dial indicará el recorrido del propulsor de la bomba de combustible. Refiérase a su manual de instrucciones para la especificación correcta. Ej. alzada de 0.138" a 14 BTC. Corregir si es preciso.
- 6- Inspeccionar el punto de cierre de la lumbrera de cada una de las bombas a 14 BTC. Refiérase a su manual de instrucciones para cada caso.
- 7- Inspeccionar, probar o cambiar todos los inyectores.
- 8- Inspeccionar y lubricar el varillaje.
- 9- Cambiar aceite del gobernador.
- 10- Registrar la presión de compresión de cada cilindro.

NOTA: A la temperatura normal de operación y a RPM de trabajo, desconectar el varillaje hacia la bomba de un cilindro, cerrar la cremallera (rack) y anotar la presión de compresión. Chequear un cilindro a la vez. Un ejemplo de presión de compresión normal sera 450 a 500 PSI.

11- Balancear y registrar las presiones de explosión de cada cilindro.

NOTA: A RPM de trabajo y bajo una condición estable de carga, (mínimo 50%) balancee la temperatura de escape de los cilindros mediante el ajuste de las cremalleras en cada bomba. Todos los cilindros deben estar dentro de 50 F. Chequee la presión de explosión de cada uno. Ajuste las presiones para que estén dentro de 50 PSI disminuyendo lanas bajo cada bomba para subir la presión o añadiendo lanas para bajar la presión. Después de finalizado este trabajo, rechequear las temperaturas. Un ejemplo de presión normal sería 800 a 1100 PSI dependiendo de los BHP (potencia desarrollada por el motor).

El mantenimiento de 2000 horas es una combinación de chequeo y ajuste. Estamos concientes que requiere tiempo y esfuerzo extra, pero es necesario para obtener rendimiento y confiabilidad.

### 3. AJUSTE Y BALANCEO DE MOTORES DE DOBLE COMBUSTIBLE

Los motores Superior de doble combustible están equipados con los mismos componentes básicos del motor diesel. La diferencia principal está en el sistema de control y en el abastecimiento de gas.

Los motores Superior de doble combustible se arrancan y apagan siempre en la modalidad diesel. Después del encendido, los motores son cambiados manual o automáticamente a doble combustible, de acuerdo al sistema utilizado. Al apagarse, las unidades cambian automáticamente a diesel.

Cuando hablamos de ajuste y balanceo de motores de doble combustible es muy importante señalar, primero, que se debe tener una máquina diesel bien puesta a punto y balanceada. Todas las inspecciones y pasos delineados en la sección diesel deben completarse antes de balancear en doble combustible.

El combustible primario que se consume durante la modalidad de doble combustible es gas, pero es encendido por diesel en la posición de "combustible piloto". El tiempo o la sincronización de las bombas de inyección es importante para un encendido adecuado del gas.

El punto de dosificación de combustible piloto depende de la calidad del diesel y estado de los componentes de inyección. Su objetivo es utilizar un mínimo de combustible diesel para un encendido estable. Normalmente, son suficientes 4 milímetros.

NOTA: El punto de dosificación del combustible piloto es siempre menor que el de diesel cuando el motor trabaja a mínimas RPM (relanti).

En la modalidad de doble combustible, la carga es medida por la presión de aire en el múltiple de admisión. Con 100% de carga y 900 RPM, los motores turboalimentados tendrán una presión de aire en el múltiple de admisión de aproximadamente 12" Hg, positivo(presión), y en motores de aspiración atmosférica de aproximadamente 4" Hg negativo(vacío).

El balanceo de la carga en la modalidad de doble combustible es monitoreado por las temperaturas de escape, y controlado mediante la regulación de la cantidad de gas entregado a cada cilindro. La carga de 100% a 900 RPM producirá temperaturas de escape de 900 a 1000 F en motores turboalimentados y de 1000 a 1110 F en motores de aspiración atmosférica. Las temperaturas de escape deben estar dentro de unos 50 F El balanceo de la carga en la modalidad de doble combustible es monitoreado por las de diferencia entre cilindros. Se debe incrementar gas a los cilindros que tienen baja temperatura y disminuir gas a los cilindros que tienen alta temperatura. Esto le permitirá mantener un recorrido adecuado del gobernador.

3-19-89