



**ANGLO
AMERICAN**

Curso de Mantenimiento de Camiones Komatsu 930E - 830E



Módulo 9 Motor Diesel Versión Imprimible

Módulo 9 Motor Diesel

1. Objetivos

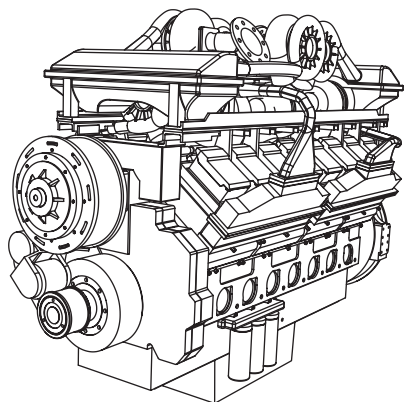
Describir los componentes del motor diesel, explicar su principio de funcionamiento, los procedimientos de mantenimiento y las normas de seguridad relacionadas con el motor diesel.

2. Descripción General

2.1 Principios de Operación de un Motor de 4 tiempos

En los motores diesel existen motores de dos y cuatro tiempos. En esta presentación nos referiremos solamente a los motores de cuatro tiempos, que corresponden al MOTOR DETROIT DIESEL MTU16V4000 y al MOTOR CUMMINS QSK60.

En el motor de 4 tiempos, la admisión, compresión, expansión y escape ocurren en cuatro ciclos independientes.



2.2 Descripción ciclos del motor

1er tiempo (admisión):

Aire puro entra en el cilindro por el movimiento descendente del pistón. Cuando el pistón inicia su carrera descendente desde el PMS (punto muerto superior) al PMI (punto muerto inferior), la válvula de admisión se encuentra abierta y el aire ingresa al cilindro.

2° tiempo (compresión):

Una vez que el pistón inicia su carrera ascendente la válvula de admisión se cierra y se inicia un ciclo de compresión del aire dentro del cilindro.

El pistón comprime el aire muy fuerte y éste alcanza una temperatura muy elevada. Poco antes de que el pistón alcance su posición más alta (punto muerto superior), se inicia el proceso de inyección del combustible.

3er tiempo (carrera de trabajo):

Se inyecta el combustible, y éste se enciende inmediatamente por causa de la alta temperatura. El intenso calor generado

durante la alta compresión enciende el combustible inyectado comenzando la expansión de los gases, que empujan el pistón hacia abajo.

4° tiempo (carrera de escape):

El pistón nuevamente ha iniciado su carrera ascendente hacia el punto muerto superior y las válvulas de escape se han abierto, los gases de escape salen inicialmente por su propia presión y luego empujados por el pistón produciéndose el barrido de los gases. Grados antes del PMS en la carrera ascendente del pistón, se abre la válvula de admisión para que el aire fresco termine de barrer los últimos gases de escape (cruce de válvulas). Terminando con esto el ciclo de combustión de cuatro tiempos.

3. Componentes generales

Motor, Alternador, Radiador, Ventilador, Subchasis.

4. Motor Detroit Diesel MTU16V4000

4.1 Descripción general

El motor diesel MTU16V4000 es un motor de 4 tiempos del tipo en "V". Una relación baja de peso a potencia, sistema de barrido pleno de aire, culatas de cilindros individuales, pistones de flotación libre y una unidad de inyección de combustible electrónica, han sido incorporadas para proveer las características deseables de funcionamiento.

Los trenes de engranaje ubicados en los extremos delanteros del motor proveen lugares amplios para el accionamiento de accesorios.

El combustible es aspirado del estanque de abastecimiento por una bomba del tipo de engranajes; de ahí éste es forzado a través del filtro PRO 40 y filtros secundarios hacia una bomba de alta presión, para ser enviado posteriormente al múltiple de admisión de combustible de presión constante y de ahí a los inyectores (Common Rail de 12.500 a 12.700 psi). El exceso de combustible regresa al estanque a través del múltiple de salida del combustible y de las líneas de conexión. Debido a que el combustible circula constantemente a través de los inyectores, éste sirve para lubricar la bomba de alta presión, enfriar a los inyectores y para acarrear consigo el aire que haya en el sistema de combustible.

El motor es del tipo turbo alimentado, lo que significa que un sistema de turbos impulsa el aire hacia los cilindros a través del enfriador de aire (intercooler) y al múltiple de admisión, terminando el proceso dentro del cilindro. Todo el aire que ingresa a los turbos y al motor es filtrado previamente.

El enfriamiento del motor se realiza por una circulación de agua a través de las camisas y movida por una bomba centrífuga montada en la parte frontal del motor. Posee una

Módulo 9 Motor Diesel

bomba de baja para enfriar el aire que pasa por el intercooler (10 psi de baja y 50 psi de alta).

Los descansos de bancada, bielas y ejes de levas y otras piezas móviles reciben lubricación forzada por intermedio de una bomba de engranajes.

Esta bomba succiona el aceite del carter a través de un colador y lo dirige a los filtros de aceite. Desde los filtros, el aceite va al enfriador para ingresar a las galerías en el bloque de cilindros para su distribución. Los pistones se lubrican por una pipeta de lubricación (16 pipetas de lubricación).

El aceite va a los ejes de leva y sube a través del conjunto de balancines; el resto del aceite va a las bancadas del cigüeñal y a los descansos de biela por medio de pasajes de aceite perforados en el cigüeñal.

El arranque del motor se lleva a cabo por un sistema de motores eléctricos activados por baterías en 24 volts. Las baterías se mantienen cargadas por un sistema de alternador de carga con voltaje regulado.

La velocidad y carga del motor se mantiene por un sistema electrónico DDEC IV (Detroit Diesel Electronic Control).

El diámetro de cada cilindro es de 165mm, la carrera es de 190mm. La relación de compresión es 14:1.

La serie 4000 significa que cada pistón, en su movimiento desde el punto muerto superior al punto muerto inferior, desplaza 4000 cm. cúbicos.

Desplazamiento Total = 64Lts.

Datos generales

| Especificaciones | Valores |
|------------------------|----------------------------------|
| Potencia neta | 2.300 BHP (Los Bronces: 2300 HP) |
| Velocidad máxima | 1.900 RPM |
| Número de cilindros | 16 |
| Desplazamiento | 64 lts. Cada cil es de 4000 cc |
| Relación de compresión | 14:1 |
| Combustible | Diesel |

Configuración del motor

| | |
|-----------------------|---------|
| Diámetro del cilindro | 165 mm. |
| Carrera del pistón | 190 mm. |

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Ciclo de funcionamiento | 4 tiempos diesel |
| Angulo de bancadas | 90° |
| Válvulas de admisión por cilindro | 2 |
| Válvulas de escape por cilindro | 2 |
| Tipo de inyección | Directa |
| Sobrealimentación | 4 turbos |
| Sistema de inyección electrónica | Common rail |
| Sistema de control electrónico | DDEC. IV |
| Largo | 3.008 mm. |
| Ancho | 1.588 mm. |
| Alto | 1.735 mm. |
| Peso | 7.083 Kg. |
| Consumo Específico a 1600 rpm | 139 gr / cv*H r |

4.2 Componentes principales de Motor Diesel MTU16V4000

4.2.1. Block de Motor

Este motor está diseñado con un block de 16 cilindros en "V".

Es un block de alta rigidez -fundido de una pieza- con excelente soporte al cigüeñal. Cuenta con tapas de bancada apernadas transversalmente y ventanas de acceso para inspección interna (para revisión de bielas y cigüeñal).

4.2.2. Cigüeñal

El cigüeñal es el elemento del motor que transforma el movimiento vertical alternativo de los pistones en circular continuo.

El equilibrio estático y dinámico completo del cigüeñal se logra por medio de contrapesos incorporados (apernados). El cigüeñal del motor diesel MTU16V4000 es de acero forjado, endurecido por inducción, de alta resistencia a la fatiga y al desgaste.

La lubricación bajo presión de todos los descansos, bielas y bancadas está canalizada por pasajes perforados en el block y puños de cigüeñal.

El cigüeñal está expuesto a 2 tipos de carga: torsión y flexión. El diseño del eje es tal que estas cargas casi no producen tensión en la mayor parte de la superficie.

Módulo 9 Motor Diesel

El cigüeñal está soportado entre cada uno de los cilindros por un cojinete de bancada y la carga impuesta por la presión de los gases en la cámara superior del pistón se reparte entre los cojinetes continuos.

El cigüeñal del motor diesel MTU16V4000 está provisto de un dispositivo a tierra que permite disipar las corrientes galvánicas para proteger del desgaste prematuro a los metales de biela y bancada.

4.2.3. Conjunto biela y pistón

El pistón es de diseño compuesto, de piezas simples apertadas, con corona de acero forjado y falda de aluminio.

La piezas internas del pistón son lubricadas y enfriadas por el aceite lubricante del motor. El aceite es forzado a través de un inyector de aceite o una pipeta de lubricación.

La biela es de acero forjado, para una alta resistencia a la fatiga. Cuenta con un diseño de tapa con ángulo desfasado para posibilitar metales de mayor diámetro; y pasador de pistón totalmente flotante con seguros de retención para un fácil armado.

4.2.4. Camisa de cilindro

Las camisas de cilindro son del tipo húmedo reemplazables, fabricadas de aleación de hierro fundido templado y se ajustan deslizándose en el block en cada uno de los cilindros. La camisa está montada en dos o-ring de goma para evitar el paso de agua o refrigerante.

La mitad superior de la camisa es enfriada directamente por el agua que rodea la camisa.

4.2.5. Culatas

La culata consiste en una pieza fundida en la cual se alojan las válvulas de admisión, de escape y el inyector de combustible. Cuenta con pasos de refrigerante para el enfriamiento de sus componentes.

Los pasajes de agua entre la culata y el block están sellados por una empaquetadura de culata.

4.2.6. Sistemas de Aire

El proceso de admisión de aire se inicia en el filtro de aire; pasando a los ductos, turbos, enfriador, múltiple de aire y a la cámara de combustión.

Los ductos de aire tienen una superficie doble para las abrazaderas, con esto mejora el sellado.

Turbos, de alta estabilidad térmica y alta resistencia a la

fatiga para mejorar el trabajo en altura geográfica.

El enfriador de aire está totalmente soldado con ductos de cobre y estructura de acero interna.

El diseño del sistema de admisión es modular para mejorar la disposición del servicio de culatas.

4.2.7 Sistema de Refrigeración

Cuenta con dos circuitos de refrigeración separados: uno principal de disipación de calor del motor y otro secundario, cuya función es enfriar el aire limpio que entra al motor.

Circuito principal

- Radiador
- Enfriadores de aceite
- Bomba de agua
- Block y ductos
- Culatas
- Termostatos

Circuito secundario

- Radiador
- Bomba de agua auxiliar LTA
- Enfriador (aftercooler)
- Control por termostatos para optimización de admisión de aire y control de humos.

Funcionamiento del circuito principal

La bomba de agua succiona el refrigerante desde el radiador, haciéndolo pasar primero por el enfriador de aceite, para luego impulsarlo en dirección al block. Aquí el agua enfría las camisas y luego sube a las culatas, para posteriormente salir en dirección al termostato, donde se dan dos condiciones:

- a) El termostato sensa la temperatura del agua y determina que el motor está frío, por lo que impide la salida del agua hacia el radiador, y la reenvía hacia el circuito (bypass).
- b) El termostato sensó la temperatura de funcionamiento y se abrió, permitiendo el paso del refrigerante hacia el radiador.

4.2.8 Sistema de Lubricación

- Bomba de aceite en el cárter.
- Sistema de enfriamiento de pistón con presión controlada.
- Enfriadores de aceite.
 - Seis elementos.
 - Placa de enfriamiento diseñado para alta eficiencia.
- Galería de aceite superior presurizada para alimentación de cigüeñal y bielas.
- Filtros atornillados montados verticalmente.
- Filtro centrífugo.

Módulo 9 Motor Diesel

4.2.9 Sistema de Combustible

El combustible además de alimentar el sistema, cumple las funciones de: lubricar, limpiar y enfriar los elementos de éste. Por esta razón, el combustible debe mantenerse en óptimas condiciones de limpieza siendo el factor más importante el sistema de filtros, los que deben cambiarse de acuerdo a las pautas de mantención y a las necesidades de operación.

El sistema de combustible incluye: los filtros, bombas, válvula moduladora, sensores, múltiple de alta presión, inyectores y múltiple de retorno.

El combustible es aspirado del estanque por la bomba y dirigido al filtro PRO 40, filtros secundarios, bomba de alta presión, múltiple común e inyectores. El exceso de combustible retorna al estanque a través del múltiple de retorno. El filtro PRO 40 es un filtro de seguridad que se encarga de filtrar el petróleo y decantar el agua que puede provenir del estanque. Cada vez que se cambia este filtro es necesario decantar todo el petróleo existente en él.

4.2.10 Inyector

El inyector del motor de la serie 4000 es una unidad compacta accionada por el sistema DDEC (Detroit Diesel Electronic Control) a través de señales electrónicas. Un sistema electrónico controla la cantidad de combustible según las instrucciones empleadas por el sistema y por el operador.

4.2.10.1 Componentes de un Inyector

- Solenoide
- Válvula de Control
- Unidad de Control
- Cuerpo
- Filtro
- Comb. de alta presión
- Respiradero
- Válvula Intermedia
- Camisa
- Empujador
- Retorno de Combustión
- Válvula de aguja
- Tuerca
- Tobera

4.2.10.2 Principio de Funcionamiento de un inyector

El comienzo de la inyección se produce cuando la válvula de control se cierra comandada por la válvula solenoide. Al cerrarse la válvula de control el combustible que se iba a retorno se hace sentir con toda su presión en la parte cónica de la válvula de aguja, provocando el ascenso de ésta y dirigiendo el combustible a la cámara de combustión. Para que el ascenso de la aguja no sea brusco, existe un

empujador con una línea de combustible sobre éste que funciona como amortiguador.

La inyección termina cuando la válvula de control se cierra.

La cantidad de combustible inyectado depende del tiempo que la válvula de control permanece abierta, lo que es controlado por un sistema electrónico.

4.2.11 Arranque

El arranque del motor se lleva a cabo por un sistema de motores eléctricos activados por un banco de baterías 24 volts. Las baterías se mantienen cargadas por un sistema de alternador de carga con voltaje regulado.

La velocidad y carga del motor se mantiene por el sistema electrónico DDEC.

4.3 Mantención

4.3.1 Mantención y ajuste

Las mantenciones periódicas del motor diesel se realizan de acuerdo a pautas en las que se incluye básicamente cambio de aceite y filtros de aceite de motor, cambio de filtro de petróleo, cambio de filtro de aire y revisiones externas.

En períodos de 2500, 5000, 7500, 10000, 12500, 15000 y 18000 horas, se realizan cambios de algunos componentes según programas preparados para este efecto.

En el período de cada 2500 horas se realiza el chequeo de regulación de válvulas. La regulación de la holgura de las válvulas es de 50 mm de escape y 20 mm de admisión.

4.3.2 Detección de Fallas

Para diagnosticar los motores, se usan dos tipos de instrumentos, un lector de datos de diagnóstico manual DDR (Detroit Diesel Register) y un laptop con software DDDL (Detroit Diesel Data Link), que mediante luces y códigos permite identificar fallas del sistema, además de control estadístico histórico del motor.

Las fallas están identificadas por códigos numéricos y una vez que las luces de advertencia se encienden debe usarse un instrumento para determinar la falla. Cuando esta advertencia se produce se debe recurrir a los especialistas de motores quienes determinarán la reparación que corresponda.

La luz amarilla indica advertencia y debe informarse a los especialistas. La luz roja se encenderá conjuntamente con la luz amarilla cuando la falla producida está indicando que el motor debe detenerse en forma inmediata para ser revisado por los especialistas. Al encenderse la luz roja, el equipo automáticamente corta la propulsión y se bajan las RPM, quedando en ralentí.

Módulo 9 Motor Diesel

5. Motores Diesel QSK-60

5.1 Descripción general

El motor diesel Cummins de la serie QSK60 es un motor de 4 tiempos del tipo en "V". Este motor posee una relación baja de peso a potencia, consta de culatas de cilindros individuales, pistones de flotación libre y una unidad de inyección de combustible, elementos que han sido incorporados para proveer las características deseables de funcionamiento.

El diámetro de cada cilindro es de 159 mm. [6.25 in], la carrera es 190 mm. [7.48 in]. La relación de compresión es 16,5:1.

La sigla QSK60-P2700, tiene el siguiente significado:

Q: Sistema de inyección Quantum.

S: Sistema

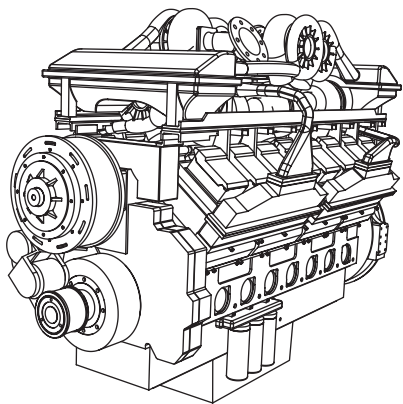
K: Serie de motores - correspondiente a Culatas Individuales.

60: Desplazamiento en litros.

P: Código de Aplicación - correspondiente a unidad de potencia.

2700: Máxima potencia en BHP (Brake Horsepower)

El QSK60 utiliza engranajes rectos de anchura aumentada y engranajes compuestos ralentizadores para los árboles de levas y bomba de combustible, tal como se aprecia en la siguiente figura.



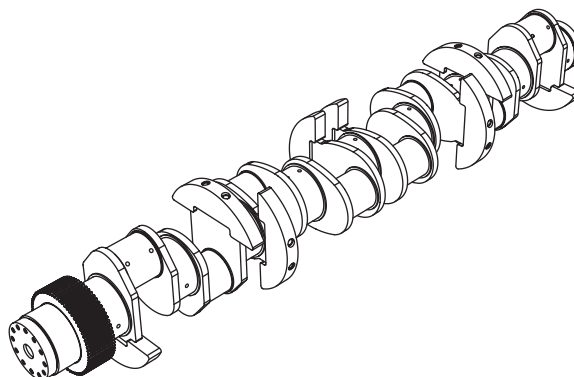
5.2 Componentes principales de Motor Diesel Cummins QSK 60

5.2.1. Block de Motor

Este motor está diseñado con un block de 16 cilindros en "V".

5.2.2. Cigüeñal

El cigüeñal está expuesto a 2 tipos de carga: torsión y flexión. El diseño del eje es tal que estas cargas casi no producen tensión en la mayor parte de la superficie.



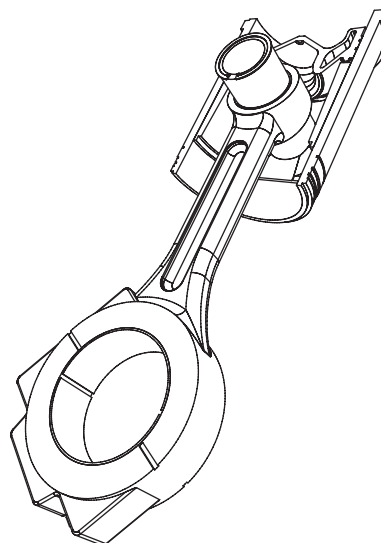
El cigüeñal está soportado entre cada uno de los cilindros por un cojinete de bancada y la carga impuesta por la presión de los gases en la cámara superior del pistón se reparte entre los cojinetes continuos.

5.2.3. Conjunto biela y pistón

El pistón tipo cruceta consiste en una cabeza y falda los cuales se fijan a la biela con un pasador.

La piezas internas del pistón son lubricadas y enfriadas por el aceite lubricante del motor, el que es dirigido a presión por las toberas enfriadoras de pistón, 2 por cada cilindro, las que están dispuestas a lo largo de todo el interior del block. Una vez que esta especie de chorro a presión impacta en la superficie del pistón, se distribuye hacia la cabeza del pistón y los respectivos anillos.

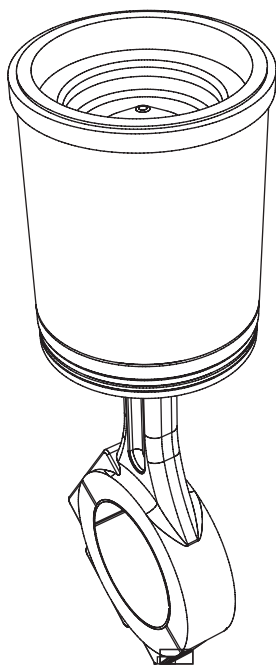
La biela es del tipo angular con guías, que tiene como característica la sujeción con cuatro tornillos y facilita el montaje en la camisa de cilindro.



Módulo 9 Motor Diesel

5.2.4. Camisa de cilindro QSK-60

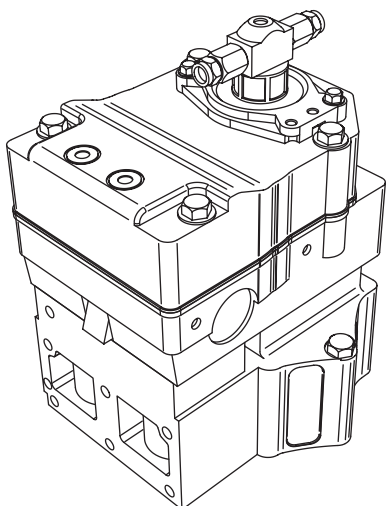
Las camisas de cilindro son del tipo húmedo reemplazables, fabricadas de aleación de hierro fundido templado y se ajustan deslizándose en el block en cada uno de los cilindros. La camisa está montada en tres sellos para evitar el paso de agua o refrigerante: el primero es un sello crevice y los otros dos sellos son del tipo d-ring.



La mitad superior de la camisa es enfriada directamente por el agua que rodea la camisa.

5.2.5. Culatas

La culata consiste en una pieza fundida en la cual se alojan las válvulas de escape y admisión, además del inyector de combustible. Las guías y los asientos son del tipo postizo.



Los pasajes de escape de las válvulas de cada cilindro pasan por 2 aberturas en la culata saliendo hacia el múltiple de escape.

Los pasajes de agua entre la culata y el block son sellados por intermedio de juntas metálicas con inserciones de caucho entre cada pasaje.

5.2.6. Sistemas de Aire

El sistema de admisión se compone de dos intercoolers, dos aftercoolers, cuatro turbos de baja presión y cuatro turbos de alta presión. En donde el aire es aspirado por los turbos de baja, éstos comienzan a elevar la presión del sistema, pasando primero por los intercoolers (enfriador del aire), llegando a los turbos de alta, siendo éstos los que elevan aún más la presión (40 PSI), para pasar posteriormente a través de los aftercoolers, donde nuevamente se enfría el aire, la que se hará llegar a cada cilindro.

1. Ingreso de aire hacia los turbos de baja presión.
2. Aire comprimido de los turbos de baja presión hacia intercoolers.
3. Caja Intercoolers.
4. Ingreso de aire hacia los turbos de alta presión.
5. Aire comprimido de los turbos de alta presión hacia aftercoolers.
6. Entrada Aftercooler
7. Ingreso de aire a galerías de admisión desde Aftercoolers.

5.2.7 Sistema de Refrigeración

El enfriamiento del motor se realiza por medio de circulación de agua a través de las camisas, movida por una bomba principal centrífuga montada en la parte delantera derecha del motor. Dicha bomba también se encarga de hacer circular refrigerante a través de los intercoolers trasero y delantero, para así enfriar el aire que es comprimido por los turbos de baja presión.

Existe también un circuito de enfriamiento anexo, denominado circuito de baja temperatura, el cual opera con una bomba auxiliar (LTA). Este circuito se encarga de enfriar el aire que ingresa a los aftercoolers luego que es comprimido por los turbos de alta presión.

5.2.8 Sistema de Lubricación

Los descansos de bancada, bielas y ejes de levas y otras piezas móviles reciben lubricación forzada.

Una bomba de tipo helicoidal aspira el aceite del cárter a través de un colador y lo dirige al sistema de filtrado, denominado "Eliminador". Desde éste, el aceite va al enfriador para ingresar a las galerías en el bloque de cilindros para su distribución.

Parte del aceite va a los ejes de leva y sube a través del

Módulo 9 Motor Diesel

conjunto de balancines; el resto del aceite va a las bancadas del cigüeñal y a los descansos de biela por medio de pasajes de aceite perforados en el cigüeñal.

5.2.9 Sistema de Combustible

El combustible además de alimentar el sistema, cumple las funciones de: lubricar, limpiar y enfriar los elementos de éste. Por esta razón, el combustible debe mantenerse en óptimas condiciones de limpieza siendo el factor más importante el sistema de filtros, los que deben cambiarse de acuerdo a las pautas de mantención y a las necesidades de operación.

El sistema de combustible incluye los inyectores, tubos (de entrada y salida), múltiples, bombas, filtro, bloque de empalme y tubos de combustibles, además en forma opcional el sistema posee un enfriador de combustible.

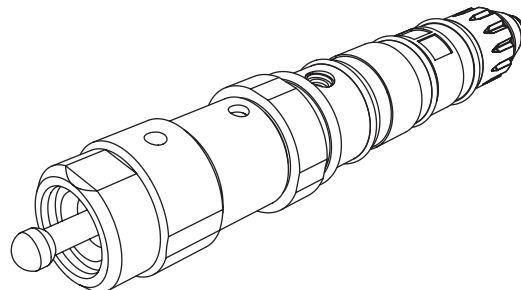
El combustible es aspirado desde el tanque de combustible por una bomba de engranajes tipo PT (presión/tiempo), pasando por 3 filtros Fleetguard modelo FS-1006. De ahí pasa a una caja de válvulas que es comandada electrónicamente, en donde un computador decide cuanto y cuando envía el combustible a los inyectores a través de un múltiple de combustible de cada banco. El excedente del combustible pasa por un enfriador y posteriormente hacia el tanque de combustible.

Se debe hacer mención a que el sistema de combustible de la serie QSK es un sistema controlado electrónicamente, diseñado para optimizar el control del motor y reducir las emisiones de escape. Este sistema controla la velocidad del motor y la presión de combustible basado en señales de entrada del acelerador electrónico y/o equipo específico.

La bomba de combustible suministra una presión regulada al conjunto de la válvula de control para el carril y la sincronización en función del régimen. El combustible se suministra a los actuadores del carril y de sincronización. Los actuadores actúan como aceleradores para controlar la cantidad de combustible medida en el carril del inyector y en las tuberías de suministro de la sincronización. Los sensores de presión de la sincronización y del carril después de los actuadores miden las presiones realmente aplicadas. El ECM tiene en cuenta estas presiones y las compara con las presiones de alimentación deseadas basándose en las señales de posición del acelerador y de régimen. El ECM indica a continuación al actuador que cambie la posición del émbolo de carrete, el cual modifica el área del orificio de flujo hasta que se obtienen las presiones deseadas.

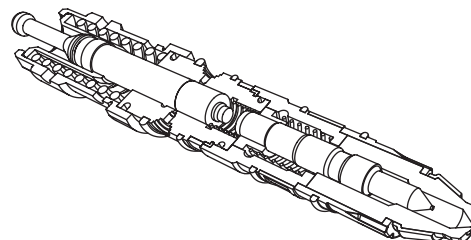
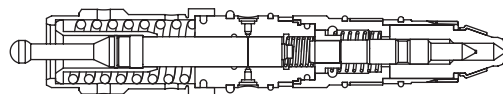
5.2.10 Inyector

El inyector del motor Cummins QSK-60 es una unidad compacta accionada mecánicamente por el eje de levas a través de un balancín. Un sistema electrónico (Quantum) controla la cantidad de combustible según las instrucciones empleadas por el sistema y por el operador.



5.2.10.1 Componentes de un Inyector

1. Conexión del émbolo
2. Muelle de retorno
3. Junta tórica de la camisa superior
4. Orificio de equilibrio de sincronización
5. Junta tórica de la camisa inferior
6. Muelle diagonal
7. Junta tórica del alojamiento del muelle
8. Retorno del muelle del émbolo inferior
9. Junta tórica de fijación
10. Émbolo inferior
11. Retén de cobre
12. Tobera
13. Guía del muelle
14. Clip de sujeción
15. Émbolo superior
16. Camisa
17. Tamiz del filtro de sincronización
18. Émbolo de sincronización
19. Tamiz del filtro del carril



Módulo 9 Motor Diesel

5.2.10.2 Principio de Funcionamiento de un inyector

Funcionamiento del Inyector Quantum

El funcionamiento del inyector comienza por la dosificación. El émbolo inferior se retrae durante la parte del círculo básico interior del perfil del árbol de levas, de manera que no se tapa la entrada de alimentación del carril.

El combustible se dosifica mediante PT® dentro de la tobera (es decir, la cantidad dosificada es una función de la presión del carril y del régimen del motor). Esta presión de suministro será hasta de 200 psi en ralentí.

El combustible sincronizado también se dosifica mediante PT® a través de un conducto de dosificación separado hacia una cámara entre los émbolos superior y de sincronización en la camisa. Esto también ocurre durante la parte del círculo básico interior del perfil del árbol de levas empezando cuando el émbolo superior se retrae y deja sin tapar la entrada de alimentación de sincronización.

La dosificación de sincronización finaliza cuando el árbol de levas hace que el émbolo superior se mueva hacia abajo, tapando la entrada de alimentación de dosificación y colectando el combustible entre los émbolos superior y de sincronización. Este combustible colectado actúa como conexión hidráulica sólida. El émbolo inferior también se mueve hacia abajo, cerrando la entrada de alimentación.

La cantidad de combustible dosificada en la cámara de sincronización determina la cantidad de separación de los émbolos superior y de sincronización. Esta cantidad de separación (denominada recorrido muerto) varía desde un mínimo de unos 2 mm. [0,078 pulgadas] (normalmente para la alimentación de par máximo) hasta un máximo de alrededor de 9 mm. [0,354 pulgadas] (normalmente para la alimentación de ralentí alto). La cantidad de recorrido muerto se modifica para variar el inicio de la inyección para todas las condiciones de régimen y de alimentación.

5.2.11 Arranque

El arranque del motor se lleva a cabo por un sistema de motores eléctricos activados por un banco de baterías 24 volts. Las baterías se mantienen cargadas por un sistema de alternador de carga con voltaje regulado.

La velocidad y carga del motor se mantiene por el sistema electrónico Insite Quantum.

5.3 Mantenimiento

5.3.1 Mantenimiento y ajuste

Las mantenencias periódicas del motor diesel se realizan de acuerdo a pautas en las que se incluye básicamente

cambio de aceite y filtro del motor, cambio de filtro de petróleo, cambio de filtro de aire y revisiones externas.

Dentro de las mantenencias mas importantes esta la de 1500 horas, donde se regulan válvulas de admisión, escape e inyectores. Luego está la de 9000 horas o media vida (Mid-Life), donde se cambian diversos componentes tales como turbos de alta y baja presión.

5.3.2 Detección de Fallas

Para diagnosticar los motores, una vez que se activó la luz amarilla o roja según corresponda en la cabina del conductor, se debe conectar un PC portátil, con el objeto de identificar y determinar la posible falla.

Las fallas están identificadas por códigos numéricos, los que podrán ser visualizados una vez que se descarguen los datos del PC del motor hacia el PC portátil vía Cense. Cuando se produzcan estas luces de advertencia y códigos de falla, se debe recurrir a los especialistas de motores quienes determinarán la reparación que corresponda.

La luz amarilla indica advertencia, mientras que la luz roja se encenderá cuando la falla producida está indicando que el motor debe detenerse en forma inmediata para ser revisado por los especialistas.

6. Seguridad Aplicada

Durante la operación el motor se mantiene en temperaturas altas que pueden producir severos daños a las personas. Permita un enfriamiento gradual del motor antes de intervenir.

Los procedimientos para servicios recomendados por Detroit Chile S.A. y Cummins Chile son métodos eficaces para ejecutar el servicio de reparaciones. Algunos de estos procedimientos requieren el uso de herramientas especiales diseñadas para el objeto. Respete totalmente los procedimientos indicados.

Cuando se intervenga un motor use protección adecuada para los ojos y para los oídos en caso de estar en funcionamiento. Si usa aire nunca exceda presión más allá de 40psi.