



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Manual de encendido de motores Diesel en desuso por tiempo prolongado (caso de estudio motor International DTC466)

Trabajo previo a la obtención del grado académico de Tecnólogo
en Electrónica Automotriz

Autores:

Juan Fernando Maldonado Álvarez

Nicolás Eduardo Deruelle Jaramillo

Director:

Ing. Cristian Jaramillo

Cuenca – Ecuador

2024

Resumen:

En este trabajo de titulación se llevó a cabo la puesta a punto de un motor diésel en desuso, el objetivo de esto fue crear un manual para taller sobre cómo rehabilitar uno de estos motores que haya estado en desuso por un tiempo prolongado, describiendo los pasos a seguir y como realizarlos. Este permitirá a otros estudiantes, maestros y el público en general saber cuáles son los puntos más importantes y prioritarios para el correcto funcionamiento de dichos motores. Se detalla paso por paso los componentes que deben ser tomados en cuenta a la hora de realizar una correcta puesta a punto y como realizar dichos pasos.

Palabras clave: puesta a punto, desuso, diésel, manual, motores, rehabilitar.

Abstract:

In this thesis project, we carried out the overhaul of a disused diesel engine. The objective was to create a workshop manual on how to rehabilitate one of these engines that has been out of use for a long period, detailing the steps to follow and how to perform them. This manual will enable other students, teachers, and the general public to understand the most important and priority points for the correct functioning of such engines. It details step-by-step the components that need to be considered for a proper overhaul and how to perform these steps.

Keywords: tune-up, disused, diesel, workshop manual, engine, rehabilitate

Agradecimientos:

En primer lugar, queremos comenzar expresando nuestro sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay porque gracias a ella se nos otorgó un entorno académico de calidad y excelencia, que fomentó nuestro crecimiento intelectual y además nuestras habilidades personales y profesionales.

El agradecimiento a nuestros profesores es inmenso. Gracias a su dedicación, paciencia y sabiduría son pilares esenciales en nuestro recorrido. Cada lección, cada consejo y cada crítica constructiva nos ayudaron a superar distintos desafíos y a perfeccionar cada día nuestro trabajo.

A nuestros queridos padres, no existen palabras suficientes para expresar nuestro agradecimiento y gratitud. Su amor, su apoyo y sus sacrificios son la base sobre la cual construimos nuestros sueños. Han sido y serán nuestro refugio en los momentos difíciles y las voces de aliento en los momentos que más lo necesitábamos. Todo lo que hemos logrado es gracias a ustedes queridos padres.

A nuestros hermanos también les damos las gracias por ser compañeros de vida y lucha. Con ellos hemos compartido nuestros éxitos y derrotas. Su comprensión y cariño han sido fundamentales en nuestros momentos más intensos de nuestra carrera académica.

Finalmente, agradecemos a nuestras parejas, que sin importar las situaciones difíciles que atravesamos en el transcurso de este viaje universitario y este proyecto de grado supieron estar ahí con su amor, paciencia y comprensión. Han sido nuestra fuente de inspiración y motivación. Su fe en nosotros nos ha impulsado a seguir adelante, incluso en las situaciones más adversas.

Índice de Contenido:

| | |
|--|-----|
| Resumen: | i |
| Abstract:..... | i |
| Agradecimientos: | ii |
| Índice de Contenido: | iii |
| Índice de Figuras:..... | iv |
| Índice de Imágenes: | iv |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Objetivo general..... | 2 |
| 1.2. Objetivos específicos | 2 |
| 2. Motores a Diesel. | 2 |
| 2.1. Características. | 2 |
| 2.2. Diferencias entre motores Diesel y gasolina..... | 2 |
| 2.3. Funcionamiento de un motor Diesel..... | 3 |
| 3. Puesta a punto del motor Diesel. | 6 |
| 3.1. Calibración de válvulas..... | 6 |
| 4. Desmontaje de la tapa de distribución | 8 |
| 4.1. Retirar la polea del cigüeñal | 8 |
| 4.2. Extracción de la bomba de agua | 9 |
| 4.3. Extracción del tensor de la banda de accesorios | 10 |
| 4.4. Extracción del impulsor del ventilador | 10 |
| 5. Sincronización de piñones de la distribución..... | 11 |
| 6. Armado de la tapa de distribución: | 12 |
| 6.1. Bomba de presión de aceite | 14 |
| 6.2. Instalación de la bomba de agua | 16 |
| 6.2.1. Montaje de la polea de la bomba de agua | 16 |
| 6.3. Instalación del tensor de la banda..... | 17 |
| 7. Montaje de filtros..... | 17 |
| 7.1. Filtro de refrigerante | 17 |
| 7.2. Filtro de combustible | 17 |
| 7.3. Filtro de aceite | 18 |
| 8. Pruebas de inyectores..... | 18 |
| 8.1. Montaje de inyectores | 19 |

| | |
|---|----|
| 9. Cuadro de torques de apriete específicos:..... | 21 |
| 10. Procedimiento llevado a cabo | 23 |
| 11. Resultados | 24 |
| 12. Conclusiones:..... | 24 |
| Lista de Referencias:..... | 25 |

Índice de Figuras:

| | |
|---|----|
| Figura.1 (Imagen referencial) | 4 |
| Figura.2 (Ciclo de Admisión) | 4 |
| Figura.3 (Ciclo de compresión) | 5 |
| Figura.4 (Ciclo de trabajo)..... | 5 |
| Figura.5 (Ciclo de escape) | 6 |
| Figura.6 (Orden para el ajuste de válvulas) | 8 |
| Figura.7 (Retiro de la polea del cigüeñal)..... | 8 |
| Figura.8 (Extracción polea bomba de agua) | 9 |
| Figura.9 (Bomba de agua)..... | 9 |
| Figura.10 (Tensor de banda)..... | 10 |
| Figura.11 (Polea del ventilador.....) | 10 |
| Figura.13 (Pernos de montaje de la tapa de distribución)..... | 12 |
| Figura.14 (Bomba de aceite Instalada) | 15 |
| Figura.15 (Protector de cables)..... | 20 |

Índice de Imágenes:

| | |
|---|----|
| Imagen.1 (Procedimiento de calibración) | 7 |
| Imagen.2 (Procedimiento de calibración) | 7 |
| Imagen.3 (Marcas sincronizadas de los piñones) | 11 |
| Imagen.4 (Marcas sincronizadas de los piñones) | 11 |
| Imagen.5 (Juego de piñones de distribución)..... | 12 |
| Imagen.6 (Torque de apriete para el impulsor del ventilador “27 Nm”)..... | 13 |
| Imagen.7 (Apriete del núcleo impulsor del ventilador) | 14 |
| Imagen.8 (Bomba rotativa de aceite)..... | 14 |

| | |
|---|----|
| Imagen.9 (Torque de la bomba de aceite “27 Nm”) | 15 |
| Imagen.10 (Torque de la polea del cigüeñal “127 Nm”)..... | 16 |
| Imagen.11 (Ajuste de la polea del cigüeñal)..... | 16 |
| Imagen.12 (inyector en el banco de pruebas) | 19 |
| Imagen.13 (Inyectores instalados) | 20 |

1. Introducción

El proceso de encendido de un motor diesel en desuso es un aspecto crucial para aquellos que buscan revitalizar o poner en funcionamiento un motor que ha estado inactivo por un período prolongado. Los motores diesel, conocidos por su eficiencia y durabilidad, pueden experimentar dificultades al reiniciarse después de un largo período de inactividad; En este contexto, un manual de encendido se convierte en una herramienta invaluable, proporcionando instrucciones detalladas y pasos clave para llevar a cabo este proceso de manera segura y efectiva.

En este manual, explicaremos las precauciones necesarias, las herramientas esenciales y los procedimientos específicos que permitirán encender un motor diesel que ha estado en desuso. Desde la verificación del sistema de combustible hasta la preparación adecuada del motor.

Al seguir este manual, los siguientes estudiantes podrán abordar con confianza el desafío de poner en marcha el motor diesel que se encuentra en desuso ya algún tiempo, contribuyendo así a la revitalización de esta potente fuente de energía y asegurando su rendimiento óptimo en el futuro, como también impulsando y brindando nuevas fuentes de conocimiento para las generaciones de estudiantes de la carrera que vendrán después de nosotros.

1.1. Objetivo general

Crear un manual exhaustivo sobre el encendido de motores diésel que hayan estado inactivos durante un período prolongado. El propósito es ofrecer una guía práctica y detallada para verificar, restaurar y poner en funcionamiento eficazmente estos motores.

1.2. Objetivos específicos

- Realizar comprobaciones del sistema de alimentación y correcta puesta a punto.
- Realizar pruebas en los diferentes sistemas para verificar el correcto funcionamiento de las partes del motor.
- Elaborar un manual detallado de encendido y puesta a punto para el motor diésel en desuso.

2. Motores a Diesel.

2.1. Características.

El motor diésel se origina en el siglo XIX. Pero su uso privado y fabricación en masa es muy posterior, ya que estos tuvieron especialmente presencia en la industria y en los grandes vehículos como barcos y maquinaria pesada antes de dar el salto a los modelos para el público en general.

Estos motores poseen un funcionamiento ligeramente diferente a los propulsados por gasolina convencional, a continuación, en el punto 1.2 detallaremos sus principales diferencias.

2.2. Diferencias entre motores Diesel y gasolina.

En los vehículos con motor a diésel, el pistón compacta el aire que ingresa a la cámara de combustión y con esto el combustible logra la temperatura ideal para que explote y complete el ciclo. Por otro lado, en los vehículos con motor de gasolina, en la cámara de combustión ingresa una mezcla de aire y gasolina que se activa y explota por una chispa iniciada únicamente por la bujía.

Los motores diésel se caracterizan por ser más pesados y robustos ya que estos llegan a generar niveles mucho más altos de presión para lograr la detonación del combustible. Esto también quiere decir que deben tener piezas mucho más resistentes al impacto, por otro lado, los motores de gasolina reciben un menor impacto durante su funcionamiento y por eso es que su diseño es más compacto, son más livianos y funcionan de manera más delicada.

Otra diferencia notable entre estos 2 tipos de motores es su régimen de revoluciones por minuto, los motores a gasolina giran a mayores revoluciones dada la ligereza de sus materiales, mientras que por su mayor peso en sus componentes los motores propulsados por diesel presentan un régimen menos de revoluciones. Esto también se traduce en que los motores propulsados por gasolina son mejores para generar potencia (HP) y los diésel siempre generarán mayor torque (Nm). (MOTORYSA, 2021)

2.3. Funcionamiento de un motor Diesel.

Este tipo de motores básicamente se los podría denominar como un motor térmico de combustión interna alternativa con autoencendido, esto se da gracias a las altas temperaturas generadas de la alta compresión del aire en el cilindro. (El diesel contiene un grado más bajo de octanaje que la gasolina).

Los motores diésel no necesitan chispa para encender la mezcla, sino que usan con bujías incandescentes o de precalentamiento que suben la temperatura en la cámara de combustión para mejorar el arranque en frío, una vez el motor se encuentra en temperatura óptima de funcionamiento estas bujías dejan de funcionar y solamente se enciende la mezcla gracias a la temperatura generada por la compresión en los cilindros. (ONROAD, 2020)

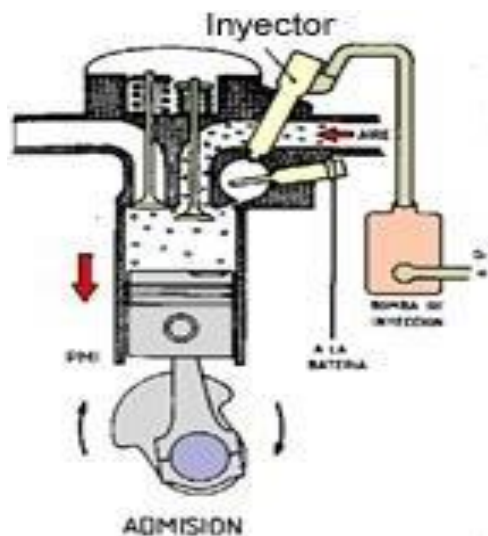
Figura.1 (Imagen referencial)



Fuente: Tomada de Salesman, My Little Sales Man (2024)

Admisión: El pistón desciende hacia el punto muerto inferior, permitiendo que la válvula de admisión permanezca abierta y se llene el cilindro de aire. En cualquier carga, se asegura la entrada completa de aire, y la frescura de éste influye en la cantidad y densidad que puede ingresar, mejorando la combustión, para lo cual se recurre a dispositivos como los intercooler o radiadores de aire. (motorkote, 2022) **Figura.2**

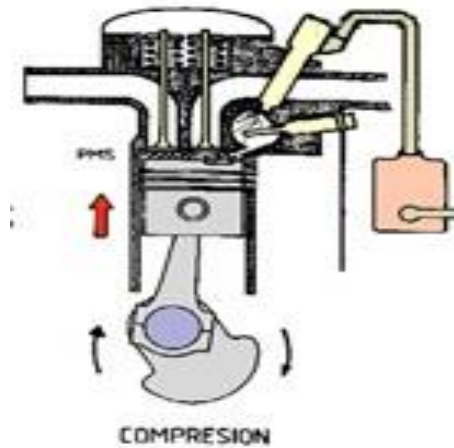
Figura.2 (Ciclo de Admisión)



Fuente: Tomada del artículo de Motorkote (2022)

Compresión: la válvula de admisión se cierra cuando el pistón alcanza el punto muerto inferior, y al subir comprime el aire dentro del cilindro en una proporción aproximada de 18:1, lo que eleva considerablemente su temperatura. (motorkote, 2022) **Figura.3**

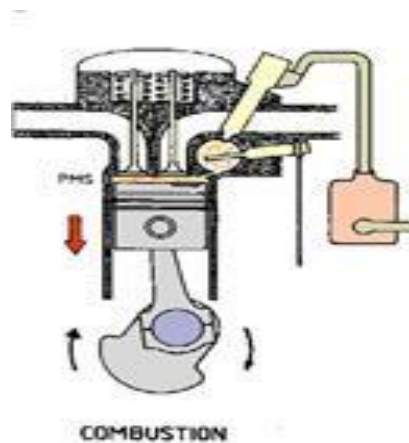
Figura.3 (Ciclo de compresión)



Fuente: Tomada del artículo de Motorkote (2022)

Combustión: poco antes de alcanzar el punto muerto superior, el inyector rocía combustible en la cámara, que se enciende instantáneamente al entrar en contacto con el aire caliente, sin necesidad de la chispa de una bujía, gracias al calor que emana su incandescencia. (motorkote, 2022) **Figura.4**

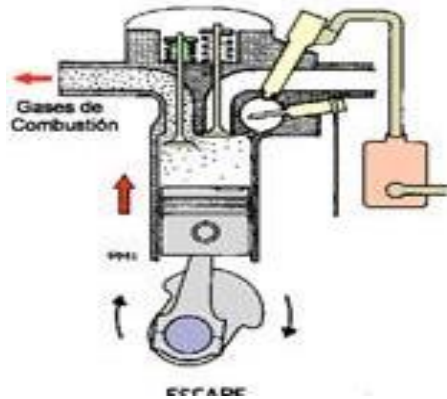
Figura.4 (Ciclo de trabajo)



Fuente: Tomada del artículo de Motorkote (2022)

Escape: la presión generada por la temperatura empuja con fuerza el pistón hacia abajo, parte de esa energía se utiliza para devolverlo al punto muerto superior y expulsar los gases quemados, permitiendo que el ciclo se reinicie gracias a la inercia. (motorkote, 2022) **Figura.5**

Figura.5 (Ciclo de escape)



Fuente: Tomada del artículo de Motorkote (2022)

3. Puesta a punto del motor Diesel.

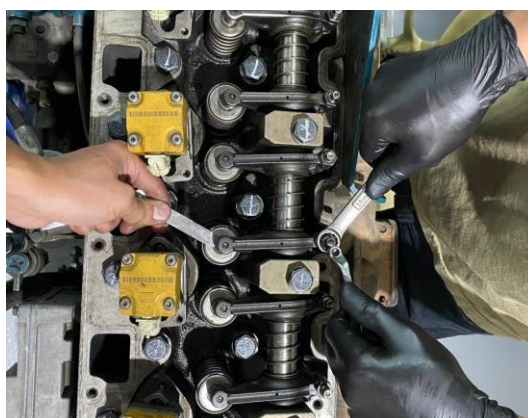
Para la puesta a punto de un motor diesel se debe tener en cuenta ciertos factores, la sincronización de la distribución, la holgura correcta de válvulas de admisión y escape, la compresión adecuada de cada cilindro, la presión de combustible requerida por el motor y la presión adecuada de aceite para su correcta lubricación.

3.1. Calibración de válvulas.

Para comenzar con este proceso primero debemos girar el cigüeñal dejando el pistón #1 en fase de compresión (PMS), y el puntero señalando la marca TDC. Como método de comprobación para confirmar que el pistón #1 está en fase compresión podemos girar con la mano las dos varillas de empuje y así verificar que se encuentran libres. **Imagen.1**

En esta configuración se puede ajustar las válvulas 1(A)-2(E)-3(A) y 6(E)-7(A)-10(E)

Imagen.1 (Procedimiento de calibración)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Para comenzar con este proceso primero debemos girar el cigüeñal dejando el pistón #6 en fase de compresión (PMS), y el puntero señalando la marca TDC. Así mismo como método de comprobación al igual que en la calibración anterior, para confirmar que el pistón #6 está en fase compresión podemos girar con la mano las dos varillas de empuje y así verificar que se encuentran libres. **Imagen.2**

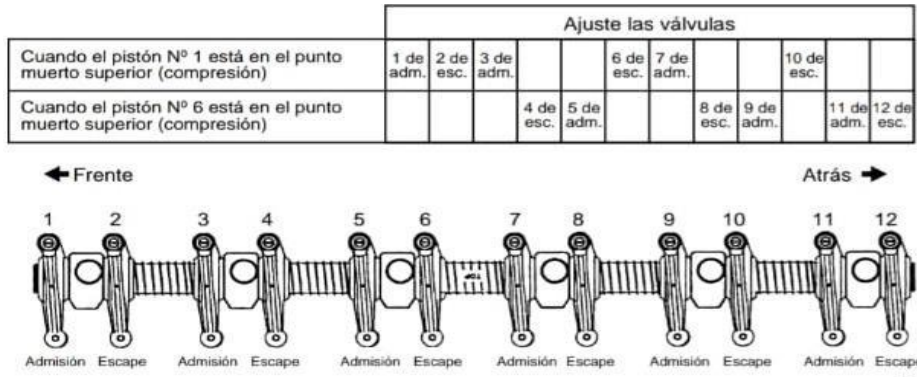
En esta configuración se puede ajustar las válvulas 4€-5(A)-8€-9(A)-11(A)-12€

Imagen.2 (Procedimiento de calibración)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura.6 (Orden para el ajuste de válvulas)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

4. Desmontaje de la tapa de distribución

4.1. Retirar la polea del cigüeñal

El primer paso para extraer la polea del cigüeñal se requiere de un extractor universal OEM-4245 con los pernos de suficiente longitud para lograr sujetarlo en posición estática. Una vez que se encuentre asegurado debemos desajustar los 3 pernos que unen el cigüeñal con la polea, después con la ayuda del extractor debemos enroscar el tornillo forzador para que la polea se deslice hacia afuera de su eje. **Figura.7**

Figura.7 (Retiro de la polea del cigüeñal)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

4.2. Extracción de la bomba de agua

Para extraer la polea de la bomba de agua colocamos una banda extractora de filtros de aceite alrededor de esta y la aseguramos al momento de sacar los pernos de montaje.

Figura.8

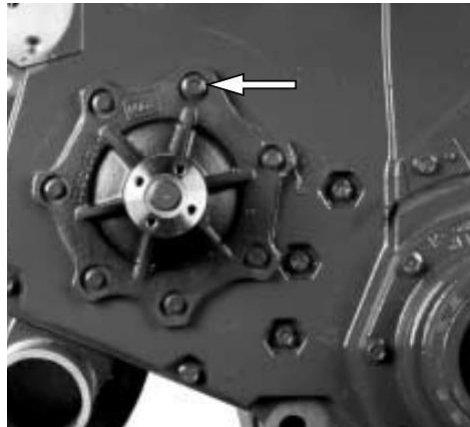
Figura.8 (Extracción polea bomba de agua)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

Luego de separar la polea del núcleo de la bomba de agua procederemos a quitar los 7 pernos que sujetan la carcasa de la misma. **Figura.9**

Figura.9 (Bomba de agua)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

Al momento de separar la bomba de agua de la tapa de distribución se debe desechar el O 'ring para colocar uno nuevo cuando se vuelva a armar.

4.3. Extracción del tensor de la banda de accesorios

Para este paso únicamente se requiere retirar un perno, el cual sostiene el tensor y lo une a la tapa de distribución. **Figura.10**

Figura.10 (Tensor de banda)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

4.4. Extracción del impulsor del ventilador

Se debe trabar la polea del impulsor con una banda o herramienta que permita que esta se mantenga estática mientras los pernos de sujeción son desajustados. **Figura.11**

Para extraer el impulsor debemos quitar los 4 pernos de cabeza hexagonal que lo sostiene y extraerlo. **Figura.12**

Figura.11 (Polea del ventilador)



Figura.12 (Impulsor del ventilador)

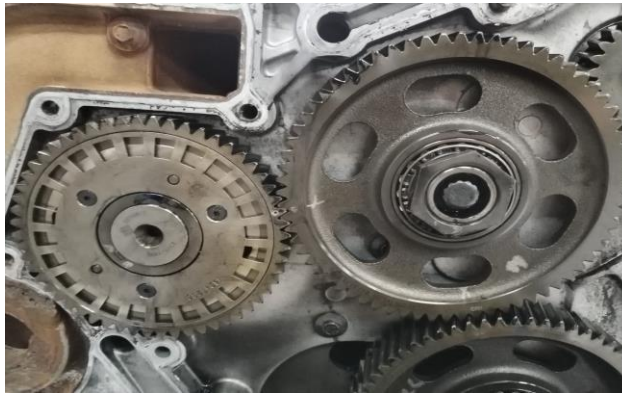


Fuente: Tomadas del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

5. Sincronización de piñones de la distribución

Para sincronizar los engranajes de distribución se deberá dar vueltas al motor hasta que las marcas de sincronización de todos los engranajes, del cigüeñal y del árbol de levas se alineen como se muestra en, (Imagen.3, Imagen.4 e Imagen.5)

Imagen.3 (Marcas sincronizadas de los piñones)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

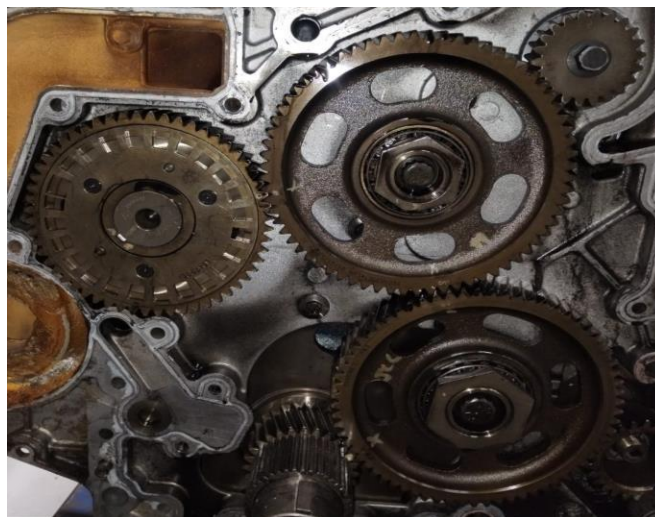
Tanto el piñón del árbol de levas y el del cigüeñal se encuentran unidos por un piñón de conexión en medio, el cual también lleva marcas las cuales deben estar correctamente alineadas. **Imagen.4**

Imagen.4 (Marcas sincronizadas de los piñones)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Imagen.5 (Juego de piñones de distribución)

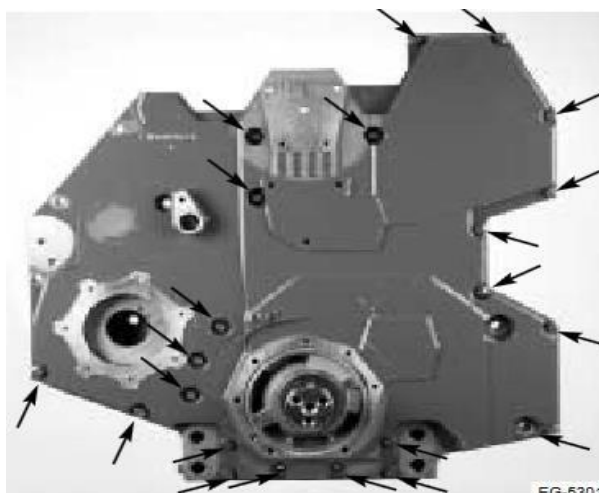


Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Nota: una vez que las marcas se encuentren alineadas, se requerirá que el motor gire 34 revoluciones para llegar nuevamente a la misma posición con las marcas de los piñones alineadas.

6. Armado de la tapa de distribución:

Figura.13 (Pernos de montaje de la tapa de distribución)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

Importante: El torque de apriete especificado para la tapa de la distribución del motor DT466 es de 22Nm, estos deben ser en primera instancia asentados de manera manual para luego comenzar a dar el apriete al par especificado comenzando siempre desde los pernos del exterior hacia los pernos del interior en forma circular, esto permite garantizar el correcto sellado de la tapa y también evitar que la misma sufra algún tipo de rajadura, debilitación o rotura de la pieza.

Imagen.6 (Torque de apriete para el impulsor del ventilador “27 Nm”)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Para el correcto ajuste de este componente es importante que los pernos de ajuste sean correctamente asentados en primera instancia con la mano, sin mayor fuerza para proceder al ajuste a su torque especificado (27 Nm), este proceso lo llevamos a cabo en forma de cruz, es decir, si primero se ajusta el perno superior izquierdo el siguiente será el inferior derecho y así viceversa.

Imagen.7 (Apriete del núcleo impulsor del ventilador)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

6.1. Bomba de presión de aceite

Es importante que antes del montaje de la bomba de presión de aceite se limpien muy bien sus componentes y se instalen nuevos empaques O-rings de caucho para que el sellado sea el apropiado y no exista ningún tipo de fuga al momento de su funcionamiento.

Imagen.8 (Bomba rotativa de aceite)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

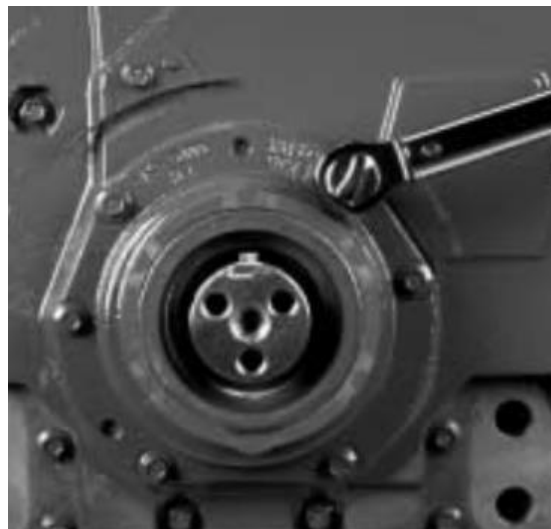
Al igual que en el impulsor del ventilador, en el caso de la bomba de aceite primero se debe asentar manualmente sus pernos para después ajustarlos en cruz a su par de apriete especificado (27 Nm). (**Imagen#10**)

Imagen.9 (Torque de la bomba de aceite “27 Nm”)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura.14 (Bomba de aceite Instalada)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

Una vez la bomba se encuentre correctamente instalada como se puede observar en la **(Figura.8)**, procederemos a colocar la polea impulsora del cigüeñal la cual debe entrar a presión. Con la ayuda de un martillo iremos golpeando de forma circular alrededor de la polea para que ésta alcance su posición.

Para el ajuste de este componente es necesario un par de apriete de “127 Nm”, pero antes de esto debemos ajustarlos en forma de cruz a “90Nm” para que estén correctamente asentados y no corramos el riesgo de aislarlos o quebrarlos. **(Imagen.11)**

Imagen.10 (Torque de la polea del cigüeñal “127 Nm”)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Imagen.11 (Ajuste de la polea del cigüeñal)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

6.2. Instalación de la bomba de agua

Para el montaje de la bomba de agua se deben atornillar los siete pernos de sujeción a mano hasta asentarlos para después apretarlos al par de apriete especificado por el manual del fabricante (29Nm). Esto se realizará en forma cruzada o circular. **Figura.9**

6.2.1. Montaje de la polea de la bomba de agua

Se deben colocar los 4 tornillos de sujeción y apretarlos al par de apriete especificado, en este caso será de (9Nm) **Figura.8**

6.3. Instalación del tensor de la banda

En este caso este paso es sencillo, el rodillo del tensor debe estar apuntando al centro del motor y se debe insertar el perno de anclaje y apretarlo con el par de apriete especificado.

Figura.10

7. Montaje de filtros

Si bien todos los pasos anteriores son esenciales para una correcta puesta a punto de un motor diesel, uno de los procesos más importantes y fáciles es el cambio de los filtros que lleva el bloque motor. En este caso el motor DT466 necesita tres filtros, uno de combustible, uno de aceite y otro de refrigerante.

7.1. Filtro de refrigerante

Para la correcta instalación del filtro de lubricante se deberá lubricar el empaque del filtro con aceite de motor limpio. Apretar hasta que el empaque haga contacto con la base del filtro y girar una vuelta más adicionalmente. **Imagen.14**

Imagen.14 (Filtro de refrigerante)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

7.2. Filtro de combustible

Debemos lubricar el empaque del filtro de combustible con aceite de motor limpio. Apretar hasta que el empaque haga contacto con la base del filtro y girar una vuelta más adicionalmente. **Imagen.15**

Imagen.15 (Filtro de combustible)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

7.3. Filtro de aceite

Así como procedimos con los filtros antes mencionados, debemos lubricar el empaque del filtro de lubricante con aceite de motor limpio. Apretar hasta que el empaque haga contacto con la base del filtro y girar una vuelta más adicionalmente. **Imagen.16**

Imagen.16 (Filtro de aceite)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

8. Pruebas de inyectores

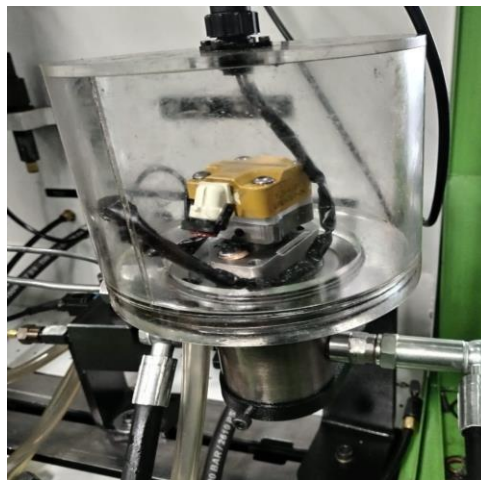
Las pruebas de inyectores se hacen individualmente por lo que tendremos seis resultados para cada inyector, para realizar esas pruebas es necesario un banco de pruebas en donde colocaremos el inyector, conectados las cañerías y las conexiones que corresponden, una

vez colocado el inyector se debe purgar el sistema y comenzar con las siguientes pruebas, Prueba de Hermeticidad, Prueba de Pulverización, Prueba de Apertura de la Válvula y Prueba de Flujo. **Imagen.12**

En los resultados obtenidos pudimos determinar que los inyectores si reciben las señales, es decir, abren y cierran.

Como punto negativo se encontró que en las pruebas de pulverización y flujo no pudimos obtener resultados ya que seguramente los inyectores se encontraban tapados y en mal estado, por lo que recomendamos hacer una reparación y calibración de cada uno de ellos para un correcto funcionamiento.

Imagen.12 (inyector en el banco de pruebas)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

8.1. Montaje de inyectores

Para un correcto montaje de estos componentes empezamos verificando que los O'rings de caucho y arandelas de cobre se encuentren en buen estado, después para facilitarnos que el inyector entre de una manera fácil y correcta colocamos un poco de aceite en los O'rings.

Una vez colocados los inyectores colocamos los pernos en la abrazadera de sujeción que deberán tener un par de apriete de “13 NM”, una vez colocados y asegurados los inyectores procedemos a conectar el ramal y los conectores de cada inyector para después colocar el protector de los cables que se ajusta con pernos hexagonales estos llevan un par de apriete de “6.8 NM”.

Imagen.13 (Inyectores instalados)



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura.15 (Protector de cables)



Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

9. Cuadro de torques de apriete específicos:

| Datos sobre torque – continuación | |
|--|--|
| Torques especiales para tuercas y pernos | |
| Amortiguador viscoso, pernos de montaje del | 54 N·m (40 lbf/pie) |
| Árbol de levas, perno de la placa de empuje del | 26 N·m (19 lbf/pie) |
| Bielas, pernos de las | 156 N·m (115 lbf/pie) |
| Bloque, pernos de la tapa delantera del (mitad trasera al bloque) | 26 N·m (19 lbf/pie) |
| Bloque, pernos de la tapa delantera del (mitades delantera y trasera) | 22 N·m (16 lbf/pie) |
| Bomba de aceite a alta presión, perno del engranaje impulsor de la | 129 N·m (95 lbf/pie) |
| Bomba de aceite a alta presión, pernos de montaje de la | 27 N·m (20 lbf/pie) |
| Bomba de agua (6 mm) | 6,8 N·m (60 lbf/pulg) |
| Bomba de agua, pernos de montaje de la (8 mm) | 18 N·m (13 lbf/pie) |
| Bomba de agua, polea de la (6 mm) | 6,8 N·m (60 lbf/pulg) |
| Cárter, pernos de montaje del | 23 N·m (17 lbf/pie) |
| Cárter, tapón de drenaje del (22 mm) | 68 N·m (50 lbf/pie) |
| Cigüeñal, pernos de la tapa del cojinete de bancada del vea el procedimiento de ajustar hasta que ceda | |
| Cigüeñal, pernos de retención de la polea del | 136 N·m (100 lbf/pie) |
| CMP (sensor de la posición del árbol de levas), perno del | 17 N·m (13 lbf/pie) |
| Compresor de aire, abrazaderas de la manguera del | 5 N·m (42 lbf/pulg) |
| Compresor de aire, perno de montaje del soporte trasero del (compresor) | 66 N·m (49 lbf/pie) |
| Compresor de aire, pernos de montaje del soporte trasero del (bloque del motor) | 115 N·m (85 lbf/pie) |
| Compresor de aire, pernos de montaje del | 62 N·m (46 lbf/pie) |
| Compresor de aire, tuerca del engranaje impulsor del | 149 N·m (110 lbf/pie) |
| Conector tipo guitarra de la tubería de combustible | 35 N·m (26 lbf/pie) |
| Correa, tensor de la (compresor de freón) | 50 N·m (37 lbf/pie) |
| Correa, tensor de la (tapa delantera) | 50 N·m (37 lbf/pie) |
| Culata, pernos de la | vea el procedimiento de ajustar hasta que ceda |
| ECM Diamond Logic, piezas de retención del conector del | 27 N·m (20 lbf/pie) |
| ECM Diamond Logic, tornillo de retención del conector del | 6 N·m (50 lbf/pulg) |
| Enfriador de aceite, pernos de montaje del | 26 N·m (19 lbf/pie) |
| Engranaje libre inferior, perno de retención del | 639 N·m (470 lbf/pie) |
| Engranaje libre superior, perno de retención del | 326 N·m (240 lbf/pie) |
| EOP (sensor de la temperatura del refrigerante) | 13,6 N·m (10 lbf/pie) |
| EOT (sensor de la temperatura del aceite del motor) | 13,6 N·m (10 lbf/pie) |
| Filtro de combustible, perno de montaje del cabezal del | 18 N·m (13 lbf/pie) |
| Filtro del refrigerante, pernos de montaje del cabezal del | 26 N·m (19 lbf/pie) |
| ICP (sensor de la presión de control de la inyección) | 26 N·m (19 lbf/pie) |

Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

9.1. Cuadro de torques de apriete específicos:

Datos sobre torque – continuación

Torques especiales para tuercas y pernos – continuación

| | |
|--|----------------------------------|
| Inyectores, pernos de resalto de la abrazadera de sujeción de los | 13 N·m (120 lbf/pulg) |
| Inyectores, pernos de sujeción de los | 13 N·m (120 lbf/pulg) |
| Inyectores, tornillos hexagonales del protector del haz de cables de los | 6,8 N·m (60 lbf/pulg) |
| IPR (regulador de la presión de control de la inyección) | 47 N·m (35 lbf/pie) |
| IPR, tuerca Tinnerman del | 6,8 N·m (60 lbf/pulg) |
| Manguera de suministro de aceite a alta presión, tuerca de la | 26 N·m (19 lbf/pie) |
| Múltiple de escape, pernos del | 81 N·m (60 lbf/pie) |
| Múltiple de suministro, perno de montaje del | 27 N·m (20 lbf/pie) |
| Múltiple de suministro, tapón de extremo del | 81 N·m (60 lbf/pie) |
| Múltiple de suministro, tuerca de retorno de combustible del | 27 N·m (20 lbf/pie) |
| Polea del amortiguador de vibraciones, pernos de retención de la | 136 N·m (100 lbf/pie) |
| Soporte de la tapa delantera a la culata (sin aire acondicionado), pernos del | 62 N·m (46 lbf/pie) |
| Soporte de montaje delantero del motor, pernos del | 385 N·m (284 lbf/pie) |
| Soporte de montaje trasero del motor, pernos del | 108 N·m (80 lbf/pie) |
| Tapa de válvulas/múltiple de admisión, pernos de la | 18 N·m (13 lbf/pie) |
| Tornillos Allen de 3 mm del disco de sincronización del engranaje del árbol de levas | 6,8 N·m (60 lbf/pulg) |
| Tubo de captación de aceite, pernos del soporte del (colector delantero) | 20 N·m (15 lbf/pie) |
| Tubo de captación de aceite, pernos del soporte del (colector trasero) | 32 N·m (24 lbf/pie) |
| Tubo de captación de aceite, pernos del | 20 N·m (15 lbf/pie) |
| Tubo de la varilla medidora del nivel del aceite, pernos de la abrazadera del | 3,4 N·m (30 lbf/pulg) |
| Tuerca del tornillo de ajuste de las válvulas | 27 N·m (20 lbf/pie) |
| Tuerca especial de montaje (para toma de fuerza solamente) | 108 N·m (80 lbf/pie) |
| Turboalimentador, tornillos hexagonales de la caja central a la caja del compresor | 21 a 24 N·m (185 a 215 lbf/pulg) |
| Turboalimentador, tornillos hexagonales de la caja central a la caja de la turbina | 13,5 N·m (115 lbf/pulg) |
| Turboalimentador, tornillos hexagonales del plato trasero a la caja central | 21 a 24 N·m (185 a 215 lbf/pulg) |
| Turboalimentador, tuercas de montaje del | 66 N·m (49 lbf/pie) |
| Válvula de control de la temperatura del aceite | 34 N·m (25 lbf/pie) |
| Válvula de retorno de combustible, conector tipo guitarra de la | 35 N·m (26 lbf/pie) |
| Válvula de retorno de combustible, conjunto de la | 35 N·m (26 lbf/pie) |
| Ventilador, impulsor del | 18 N·m (13 lbf/pie) |
| Volante, pernos de montaje de la caja protectora del | 108 N·m (80 lbf/pie) |
| Volante, pernos del | 136 N·m (100 lbf/pie) |

Fuente: Tomada del libro International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).

10. Procedimiento llevado a cabo

Investigación y Recopilación de Información:

- Revisión de literatura técnica, manuales de usuario y documentos relacionados con motores diésel similares al que se encuentra en desuso.
- Recopilación de especificaciones técnicas del motor en desuso, incluyendo detalles sobre el sistema de combustible, sistema de encendido, y otros componentes relevantes.

Elaboración del Manual de Encendido:

- Organización de la información recopilada para desarrollar un manual detallado de puesta a punto.
- Redacción paso a paso del proceso llevado a cabo para la correcta puesta a punto del motor.
- Inclusión de diagramas o ilustraciones que ayuden a visualizar los procedimientos descritos.

Planificación de Pruebas Exhaustivas:

- Identificación de las partes clave del motor que deben ser verificadas para garantizar su correcto funcionamiento.
- Selección de herramientas y equipos necesarios para llevar a cabo las pruebas de manera efectiva.

Realización de Pruebas y Verificaciones:

- Ejecución de las pruebas diseñadas para verificar el funcionamiento correcto de cada parte del motor.
- Registro detallado de los resultados obtenidos durante las pruebas, incluyendo cualquier anomalía detectada y las acciones correctivas realizadas.

11. Resultados:

Como conclusiones obtuvimos varios resultados satisfactorios, uno de ellos fue la correcta puesta a punto del motor diesel DT466, la correcta calibración de válvulas con las tolerancias especificadas por el fabricante, la sincronización de los piñones de la distribución, al igual que es sistema de refrigeración y lubricación.

En cuanto al sistema de alimentación los resultados fueron negativos, ya que las pruebas realizadas en los inyectores no fueron salieron como se esperaba, si bien estos se activaban, no pulverizaban el combustible ya que estos se encuentran defectuosos y no trabajan de la manera adecuada por ende recomendamos reparar los mismos para un óptimo funcionamiento.

12. Conclusiones:

Gracias a este proyecto, hemos logrado una comprensión más profunda y detallada del funcionamiento de los motores diésel. No solo hemos aprendido sobre su estructura y operación básica, sino que también hemos adquirido conocimientos valiosos sobre la correcta puesta a punto y el mantenimiento de los diferentes sistemas mecánicos que componen este tipo de motor.

La experiencia adquirida durante este proyecto nos ha proporcionado habilidades prácticas y teóricas que serán invaluable en nuestra carrera profesional. Ahora no solo estamos mejor equipados para trabajar con motores diésel, sino que también hemos desarrollado una metodología rigurosa para abordar y resolver desafíos técnicos complejos.

Lista de Referencias:

CORPORATION, I. T. (2000). *MANUAL DE SERVICIO*.

motorkote. (2022). *MOTORKOTE*. Obtenido de <https://motorkote.com.co/como-funciona-motor-diesel/>

MOTORISA. (2021). *MOTORISA*. Obtenido de <https://mitsubishi-motors.com.co/blog/diferencias-entre-el-motor-diesel-y-de-gasolina/>

ONROAD. (2020). *ONROAD.COM*. Obtenido de <https://www.onroad.to/teorico/clases-autoescuela/mecanica/motor/tipos-motores/motor-diesel>

SALESMAN, M. L. (2024). *MY LITTLE SALESMAN*.