



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad De Ciencia Y Tecnología

Tecnología Superior En Electrónica Automotriz

Título del Trabajo de Titulación:

Manual de instalaciones eléctricas en el circuito de encendido de un motor
internacional DTC 466.

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz.

Nombres y Apellidos:

Juan Pablo Vintimilla Guerrero.

Miguel Rosendo Gutama Gutama.

Director:

Ing. Cristian Jaramillo.

Cuenca - Ecuador 2024.

Agradecimientos

En este momento de gratitud para nosotros es necesario expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que han sido indispensables en nuestro camino de estudio.

Queremos empezar reconociendo y agradeciendo a Dios por ser nuestra fuente de fortaleza y en todo momento, su presencia nos ha dado la fuerza e inteligencia necesaria para superar cada obstáculo en nuestro camino.

Al ingeniero Cristian Jaramillo le extendemos nuestro sincero agradecimiento quien ha sido nuestro director de este proyecto y gracias a sus conocimientos y compromiso con los estudiantes hemos podido tener seguridad en el desarrollo de este proyecto.

También no podemos dejar de agradecer a nuestros educadores y personal de la Universidad por su apoyo durante este proceso y claramente lo más importante para nosotros fue el apoyo de nuestra familia y personas cercanas a nosotros durante este proceso, han sido nuestra fuente de inspiración que nos ayudaron a superar cada desafío dentro de nuestros estudios.

Resumen

El presente trabajo es un informe técnico que incluye el manual de instalaciones eléctricas del circuito de encendido de un motor internacional DTC 466. Inicialmente, se realizó una revisión que reveló sensores en mal estado y la ausencia del arnés principal y conectores. Se adquirieron los componentes faltantes como sensores MAP, ICP, CMP, ECT, EOP, EOT, arnés principal, solenoide automático y relay automático. Además, se reparó el cableado de los inyectores, que tenía un pin fuera del socket, y se reacondicionaron los sensores disponibles. Las nuevas conexiones se realizaron con los sensores nuevos, se instaló el arnés principal, y se arregló e instaló el motor de arranque con sus respectivos solenoides y relay automáticos. Finalmente, se verificó el funcionamiento del motor mediante un encendido rápido.

Palabras clave: motor internacional DTC 466, sensores, arnés, diagrama, manual.

Abstract

The present work is a technical report that includes the electrical installation manual for the ignition circuit of an International DTC 466 engine. Initially, a review revealed sensors in poor condition and the absence of the main harness and connectors. Missing components such as MAP, ICP, CMP, ECT, EOP, and EOT sensors, the main harness, automatic solenoid, and automatic relay were acquired. Additionally, the injector wiring, which had a pin out of the socket, was repaired, and the available sensors were reconditioned. New connections were made with the new sensors, the main harness was installed, and the starter motor, with its respective solenoid and automatic relay, was repaired and installed. Finally, the engine's functionality was verified with a quick start.

Keywords: International DTC 466 engine, sensors, harness, diagram, manual.

Índice de Contenidos

Agradecimientos.....	i
Resumen	ii
Abstract.....	ii
Índice de Contenidos	iii
Índice de Figuras	v
1. Introducción.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1 Ubicación del número de serie del motor:	2
2.1.1 Números de serie del motor:.....	2
2.1.2 Códigos del número de serie del motor:	2
2.2. Características generales.	3
2.2.1 Circuito de encendido motor DTC 466.....	3
2.3 Componentes.....	3
2.4. Arnés principal de cables del motor (conexiones).	6
2.4.1 Continuación.....	7
2.5. Sensores y gráficos.	10
3. Objetivo general.....	13
4. Objetivos específicos.....	13
5. Procedimientos y herramientas.....	14
5.1 Selección del motor para el proyecto.....	14
5.1.1 Arreglo del cableado para los inyectores.....	15
5.1.2 Limpieza de la parte interna de la ECU.	16
5.2. Instalación de sensores en el motor.....	17
5.2.1 Instalación del sensor ECT.	17
5.2.2 Instalación del sensor EOT.....	18
5.2.3 Instalación del sensor EOP.	18
5.2.4 Instalación del sensor ICP.....	19
5.2.5 Instalación del sensor MAP.....	19
5.2.6 Instalación del sensor CMP.	20
5.2.7 Instalación de la válvula IPR.....	20
5.3. Esquema del Arnés principal del motor.	21
5.3.1 Instalación del Arnés principal del motor.	21
5.4. Mantenimiento y reparación del motor de arranque.	22
5.4.1 Armado del motor de arranque.....	24

5.4.2 Montaje del motor de arranque en el Motor	24
5.5 Diagramas Eléctricos de cada sensor	25
5.6. Diagrama completo de los sensores	30
5.6.1 Valores específicos.	31
6. Resultados y conclusiones.....	32
7. Lista de referencias.	33

Índice de Figuras.

Figura 1: Ubicación del número de serie del motor y de la placa de emisiones.	2
Figura 2: Ubicación de los sensores del motor internacional DTC 466.	4
Figura 3: Motores con ECM instalado en el motor.	5
Figura 4: Arnés principal de cables del motor.	5
Figura 5: Conexiones del arnés principal de cables del motor.	6
Figura 6: Conector del ICP (retirado).	6
Figura 7: Conector del EOP (retirado).	7
Figura 8: Conector del EOT (retirado).	7
Figura 9: Conector del ECT.	8
Figura 10: Conector del CMP (retirado).	8
Figura 11: Instalación de las cubiertas del conector del ECM.	9
Figura 12: CMP Instalación.	9
Figura 13: Sensor de la posición del árbol de levas.	10
Figura 14: Sensor de la temperatura del refrigerante y del aceite del motor.	10
Figura 15: Sensor de la presión del aceite del motor.	11
Figura 16: Sensor de la presión de control de la inyección.	11
Figura 17: Regulador de la presión de control de la inyección.	12
Figura 18: Sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión.	12
Figura 19: Motor internacional DTC 466.	14
Figura 20: Cableado de los inyectores.	15
Figura 21: Medición y comprobación de los pines de los inyectores.	15
Figura 22: ECU del motor parte interna.	16
Figura 23: ECU del motor parte externa.	16
Figura 24: Numeración de pines conector gris.	17
Figura 25: Sensor ECT usado en el proyecto.	17
Figura 26: Sensor EOT usado en el proyecto.	18
Figura 27: Sensor EOP usado en el proyecto.	18
Figura 28: Sensor ICP usado en el proyecto.	19
Figura 29: Sensor MAP usado en el proyecto.	19
Figura 30: Sensor CMP usado en el proyecto.	20
Figura 31: Válvula IPR usada en el proyecto.	20
Figura 32: Esquema del Arnés principal.	21
Figura 33: Arnés principal con sus conectores.	21
Figura 34: Instalación del Arnés principal.	22
Figura 35: Motor de arranque (antes).	22
Figura 36: Relay automático.	23
Figura 37: Solenoide automático.	23
Figura 38: Motor de arranque completo.	24
Figura 39: Motor de arranque colocado en el Motor.	24
Figura 40: ECT.	25
Figura 41: EOT.	25
Figura 42: EOP.	26
Figura 43: ICP.	26
Figura 44: MAP.	27
Figura 45: CMP.	27
Figura 46: IPR.	28
Figura 47: Inyectores.	29

Figura 48: Diagrama Completo conector gris.....30
Figura 49: Valores Específicos.....31

1. Introducción.

Dentro de la mecánica automotriz el funcionamiento correcto del motor es primordial para el rendimiento eficiente de cualquier vehículo, en el circuito de encendido es de gran importancia ya que es el encargado de realizar e iniciar el proceso de combustión. Por lo tanto, es de gran importancia llevar el mantenimiento adecuado de sus instalaciones eléctricas.

El motor internacional DT466 es ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones automotrices e industriales debido a su confiabilidad y rendimiento probados. Sin embargo, para garantizar su funcionamiento óptimo, es esencial comprender en detalle el circuito de encendido y realizar las instalaciones eléctricas de manera adecuada.

La importancia de este proyecto radica en desarrollar un manual íntegro para las instalaciones eléctricas en el circuito de encendido del motor internacional DTC 466. A lo largo de este documento, se explicarán los componentes clave del circuito, las mejores prácticas para la instalación, los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, así como las medidas de seguridad necesarias.

El objetivo principal del presente trabajo es proporcionar a los estudiantes de la mecánica automotriz un manual de instalación de módulos y actuadores que les permita entender y manejar eficientemente los diagramas eléctricos de este motor icónico. Al seguir las recomendaciones y procedimientos descritos en este manual, se espera mejorar el rendimiento, la confiabilidad y la vida útil de motores internacionales contribuyendo así al desarrollo y la mejora continua de la industria automotriz.

2. Marco teórico

Es importante especificar el modelo y el número de serie del motor al momento de necesitar algún tipo de repuestos. El número de serie de este motor se encuentra señalado a lado izquierdo del mismo. El código con el modelo y año de fabricación del motor se encuentra ubicada en la parte superior de la tapa válvulas.

Existen otras placas que permiten identificar, el turbo alimentador o el motor de arranque que tienen como finalidad indicar especificaciones importantes para la operación del motor al personal encargado del mantenimiento para la funcionalidad del equipo y por ende sus condiciones de operación.

2.1 Ubicación del número de serie del motor:

- Estampado debajo de la culata y al lado derecho del bloque.
- En la etiqueta de la tapa de válvulas.

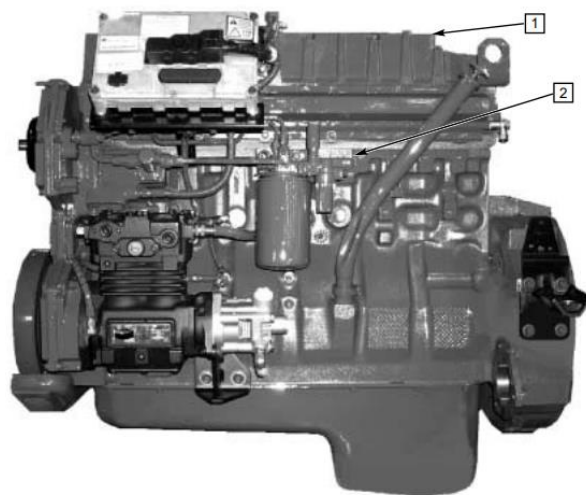
2.1.1 Números de serie del motor:

- Motor DTC 466: 470HM2U1604240

2.1.2 Códigos del número de serie del motor:

- **466 pulgadas cúbicas** – Cilindrada 7.6 litros.
- **H** – Diesel, turboalimentado, con enfriador de aire turboalimentado (CAC) y controlado electrónicamente.
- **M2** – Camión con motor
- **U** – Estados Unidos

Figura 1: Ubicación del número de serie del motor y de la placa de emisiones.



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

2.2. Características generales.

Dentro de las características generales, se entiende que los motores DTC-466 International son motores diésel con seis cilindros en línea, cuatro tiempos y enfriados por agua. A su vez, se encuentran abastecidos con un turbo alimentador, válvulas en la culata, enfriador del aire de admisión, guías de válvula reemplazables y asientos tanto para las válvulas de admisión como para las de escape. Están equipados con un sistema de inyección directa con sensores electrónicos e inyectores controlados hidráulica y electrónicamente. Al mismo tiempo, al momento de encender el motor se establece un orden sincronizado 1,5,3,6,2 y 4.

2.2.1 Circuito de encendido motor DTC 466.

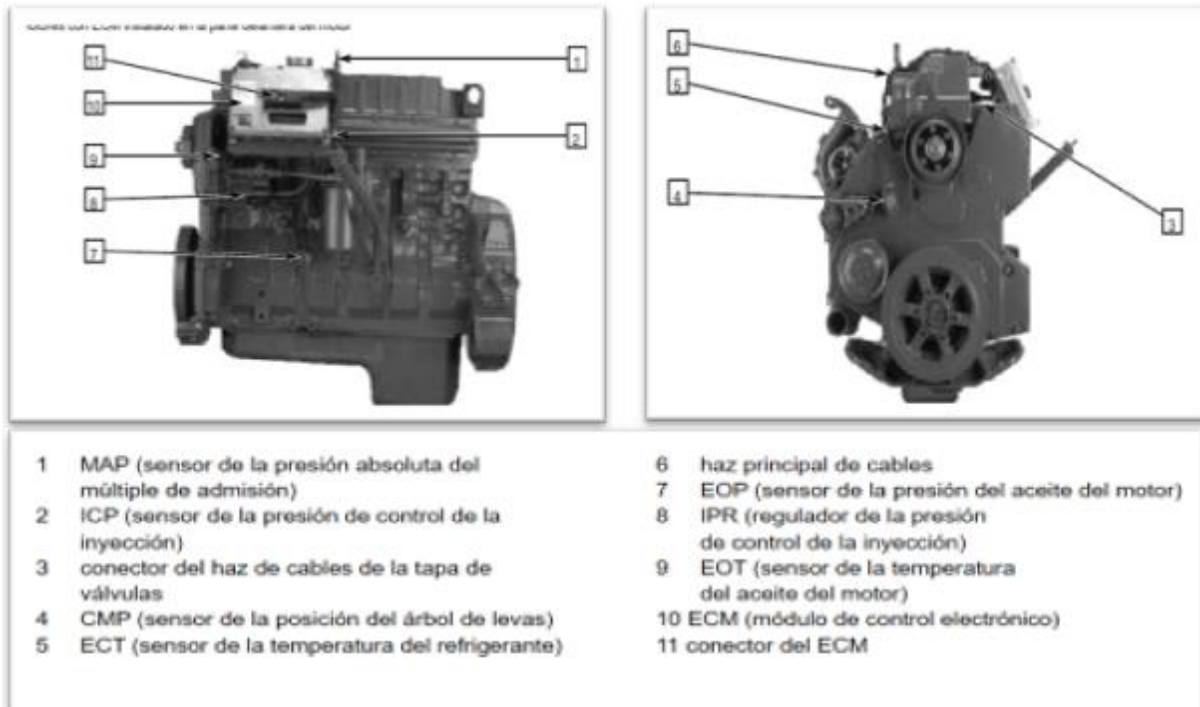
El circuito de encendido en el motor International DTC 466 es fundamentalmente un sistema complejo que implica el suministro de energía eléctrica para activar el motor de arranque y controlar la inyección de combustible en los cilindros del motor en el momento apropiado para iniciar el proceso de combustión. Este sistema depende de una serie de componentes eléctricos y electrónicos que trabajan en conjunto para arrancar y operar el motor de manera eficiente.

2.3 Componentes.

1. **ECU:** Este es el cerebro del motor encargado de controlar las diferentes funciones para garantizar un funcionamiento óptimo, esta unidad de control recibe información y datos de los sensores para obtener los ajustes en tiempo real para inyectar el combustible, así como también su tiempo de encendido. Al controlar y calibrar repetidamente estos ajustes, la ECU permite un funcionamiento más controlado y eficiente.
2. **Sistema de Inyección Electrónica de Combustible:** Consiste en la disposición de un sensor específico, o grupo de sensores, que permite el ingreso justo y necesario de combustible a los cilindros del motor. A su vez, una sonda especial de temperatura, avisa a la ECU para calcular el tiempo de inyección, esto aporta potencia al motor y reduce el consumo de combustible.
3. **Sensores del motor Internacional DTC-466:** Estos desempeñan funciones para monitorear diferentes aspectos del funcionamiento del motor y proporcionar datos a la ECU, los principales son:
 - **MAP (sensor de presión absoluta del múltiple de admisión):** Mide la presión del aire en el múltiple de admisión y ayuda a controlar la mezcla de aire y combustible.
 - **ICP (sensor de presión de control de inyección):** Monitorea la presión de combustible del sistema de inyección.
 - **CMP (sensor de posición del árbol de levas):** Este detecta la posición del árbol de levas y sincroniza la inyección de combustible.
 - **ECT (sensor de temperatura del refrigerante):** Calcula la temperatura del refrigerante del motor para regular el enfriamiento.
 - **EOP (sensor de presión del aceite del motor):** Controla la presión del aceite del motor.

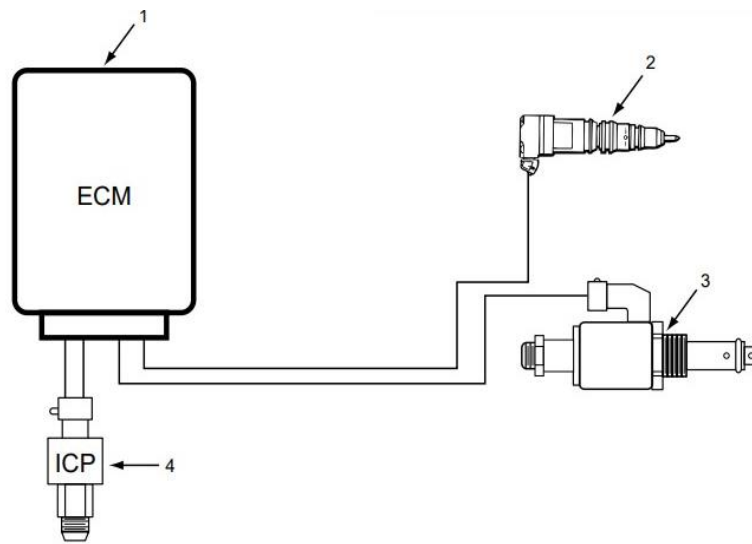
- EOT (sensor de temperatura del aceite del motor): Mide la temperatura del aceite del motor.
- ECM (módulo de control electrónico): El ECM es el cerebro del motor y procesa la información de los sensores para tomar decisiones sobre la inyección de combustible, el tiempo de encendido y otros parámetros.

Figura 2: Ubicación de los sensores del motor internacional DTC 466.



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

Figura 3: Motores con ECM instalado en el motor.

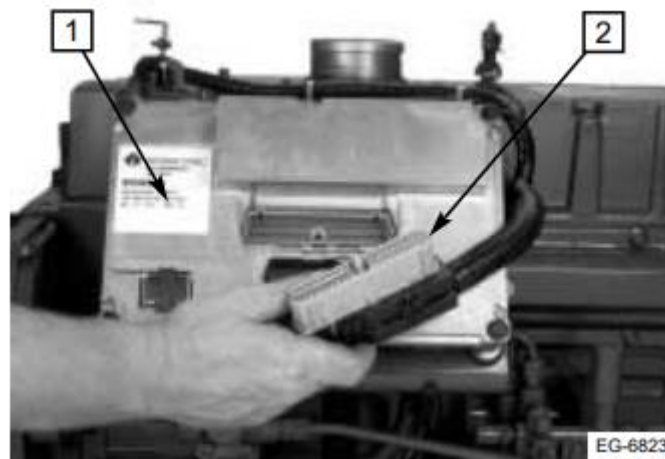


EG-6947

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

1. ECM (módulo de control electrónico).
2. Inyector de combustible.
3. IPR (regulador de la presión de control de la inyección).
4. ICP (sensor de la presión de control de la inyección).

Figura 4: Arnés principal de cables del motor.



EG-6823

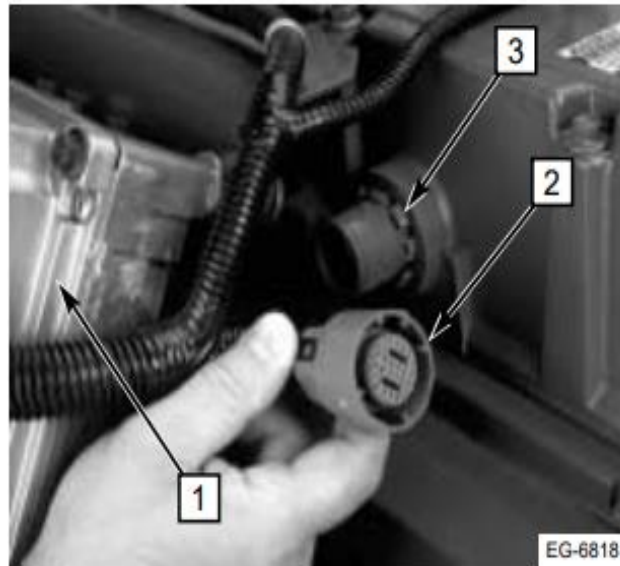
Fuente: Tomada del libro *International Truck and Engine Corporation. (2000). Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E (diciembre, 2000).*

1. ECM
2. Conector del arnés de cables de motor.

2.4. Arnés principal de cables del motor (conexiones).

- Desconecte el conector del cableado del motor del conector del cableado del inyector debajo de la tapa de válvulas (Figura 5).
- Desbloquee y desconecte el conector ICP de la línea principal (Figura 6). Si es necesario, desenrosque el sensor del colector de suministro.
- Desbloquee y separe el conector IPR y el IPR (Figura 6).

Figura 5: Conexiones del arnés principal de cables del motor.



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

- ECM.
- Conector de la tapa válvulas / múltiple de admisión.
- Lengüetas del conector de la tapa de válvulas / múltiple de admisión.

Figura 6: Conector del ICP (retirado).



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

2.4.1 Continuación

- Destrahe el conector EOP y sepárelo del arnés principal de cables del motor.
- Destrahe y separe el conector MAP que está en la tapa de la válvula del arnés principal de cables del motor.
- Destrahe el conector EOT y desconéctelo del cable principal.

Figura 7: Conector del EOP (retirado).



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

Figura 8: Conector del EOT (retirado)



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

Figura 9: Conector del ECT.



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

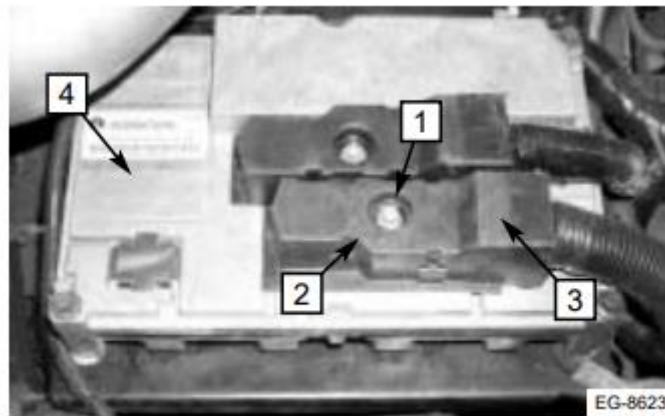
- Destrabe y separe el conector del CMP del arnés principal de cables, dado que fuera necesario se retirará el perno de montaje del CMP y se lo retirará.
- Retire toda la abrazadera que sujete el arnés de conexiones al motor.
- Se retira con cautela todo el haz principal.

Figura 10: Conector del CMP (retirado).



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

Figura 11: Instalación de las cubiertas del conector del ECM.



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

- Tornillos.
- Protectores.
- Cubiertas del conector.
- ECM.

➤ **CMP:**

El motor utiliza el "Sensor de Posición del Árbol de levas", el cual supervisa la posición y la velocidad de rotación del árbol de levas. Esto es esencial para establecer un equilibrio entre la inyección de combustible y el encendido, asegurando un funcionamiento adecuado del motor.

Figura 12: CMP Instalación.



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

2.5. Sensores y gráficos.

Los sensores en el motor DTC 466 recopilan información esencial acerca de su funcionamiento y condiciones, brindando información esencial al sistema de control electrónico para ajustes precisos en tiempo real. Esto incrementa el rendimiento, la eficiencia y la durabilidad del motor.

➤ **Sensor de la posición del árbol de levas:**

Supervisa la posición y la velocidad de rotación del árbol de levas. Esto es esencial para establecer un equilibrio entre la inyección de combustible y el encendido, asegurando un funcionamiento adecuado del motor.

Figura 13: Sensor de la posición del árbol de levas.



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

➤ **Sensor de la temperatura del refrigerante:**

Este dispositivo en el motor DTC 466 supervisa la temperatura del líquido refrigerante del motor. Esta información es fundamental para el sistema de administración del motor, posibilitando ajustes precisos en el rendimiento y la mezcla de combustible para mantener una temperatura adecuada de funcionamiento y prevenir el sobrecalentamiento.

Figura 14: Sensor de la temperatura del refrigerante y del aceite del motor.



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

➤ **Sensor de la presión del aceite del motor:**

Este dispositivo supervisa la presión del aceite lubricante del motor. Esta información es fundamental para asegurar que haya una presión adecuada de aceite para lubricar y proteger de manera adecuada las partes móviles del motor. Un nivel elevado de presión puede indicar problemas en el sistema de lubricación, lo cual podría ocasionar daños graves en el motor si no se aborda de manera oportuna.

Figura 15: Sensor de la presión del aceite del motor.



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

➤ **Sensor de la presión de control de la inyección:**

Supervisa la presión del combustible en el riel de inyección. Esta información es fundamental para el sistema de administración del motor, posibilitando ajustes precisos en la cantidad de combustible inyectado para asegurar un rendimiento óptimo y eficiente del motor. Un control adecuado de la presión de inyección garantiza una combustión adecuada y contribuye a la eficiencia del motor y a la disminución de emisiones.

Figura 16: Sensor de la presión de control de la inyección.



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

➤ **Regulador de la presión de control de la inyección:**

El regulador de la presión de control de la inyección en el motor DTC 466 es un elemento que regula y ajusta la presión del combustible en el sistema de inyección. Este regulador garantiza que la presión del combustible se mantenga dentro de los niveles óptimos para una inyección precisa y eficiente. Ayuda a asegurar un abastecimiento constante de combustible a los inyectores, lo cual contribuye al desempeño óptimo y eficiente del motor.

Figura 17: Regulador de la presión de control de la inyección.



EG-5445

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

➤ **Sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión:**

La cámara de control de presión absoluta del múltiple de admisión detecta la presión del aire en el múltiple de admisión. Esta información es fundamental para el sistema de administración del motor, ya que permite calcular la cantidad de aire que se encuentra en el motor. En consecuencia, el sistema puede ajustar la mezcla de aire y combustible con el fin de optimizar el desempeño del motor en diversas condiciones de funcionamiento, como la aceleración, la desaceleración o la altitud.

Figura 18: Sensor de la presión absoluta del múltiple de admisión.



EG-6378

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

3. Objetivo general.

1. Desarrollar un manual completo y detallado que sirva como guía práctica para la instalación eléctrica en el circuito de encendido de un motor internacional, con especial énfasis en el motor DT 466.

4. Objetivos específicos.

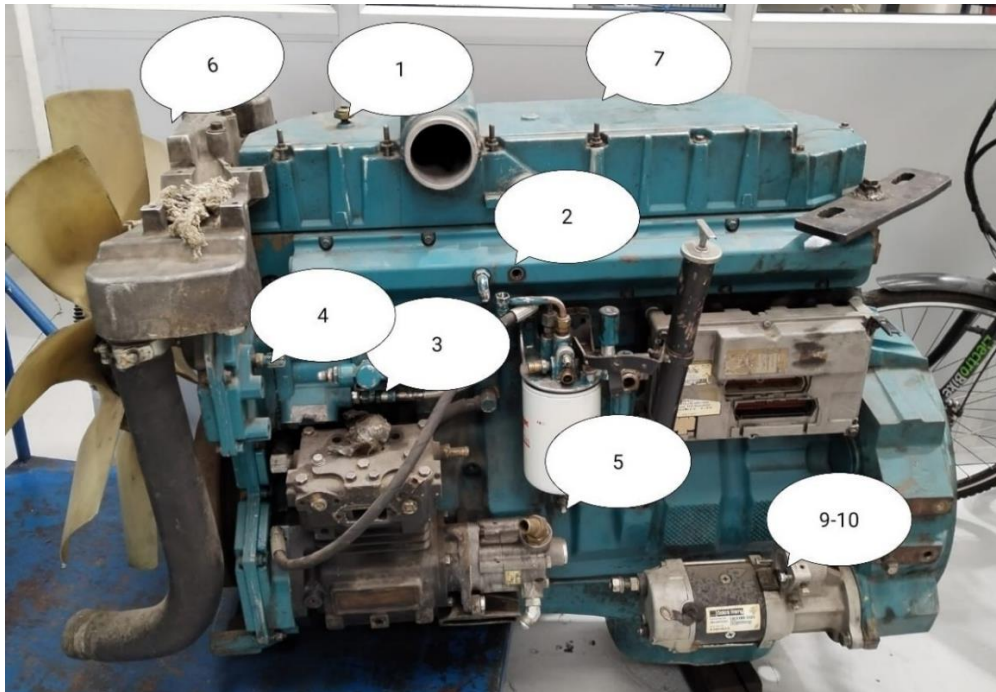
1. Investigar y recopilar información detallada sobre el funcionamiento del circuito de encendido en el motor internacional DTC 466.
2. Desarrollar procedimientos claros y detallados para la instalación eléctrica de cada componente del circuito de encendido.
3. Proporcionar métodos de diagnóstico de problemas comunes en el circuito de encendido del motor DTC 466, junto con soluciones prácticas para abordar dichos problemas de manera efectiva y rápida.
4. Validar la eficacia del manual desarrollado mediante pruebas prácticas en situaciones reales.

5. Procedimientos y herramientas.

5.1 Selección del motor para el proyecto.

Como se puede apreciar en la figura (Figura 19), la universidad nos proporcionó el motor internacional DTC 466 a Diesel con una cilindrada de 7.6 el cual se encontraba sin sus componentes electrónicos como son (El arnés principal del motor y sus sensores) también se puede apreciar que le hacen falta componentes mecánicos como el motor de arranque entre otros, nuestra finalidad en el motor es contribuir y proporcionar un manual de instalaciones eléctricas y así continuar con el avance que tendrá el motor dentro de la universidad.

Figura 19: Motor internacional DTC 466.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

1. Sensor MAP se encuentra roto el conector.
2. Sensor de la presión de control de la inyección no contiene.
3. Sensor Regulador de la presión de control de la inyección no contiene.
4. Sensor de la temperatura del aceite del motor si contiene.
5. Sensor de presión de aceite no contiene.
6. Sensor CMP no contiene.
7. Sensor de temperatura del refrigerante en la parte derecha del motor si contiene.
8. Arnés de conexiones no contiene.
9. Solenoide automático no contiene.
10. Relay automático no contiene.

5.1.1 Arreglo del cableado para los inyectores.

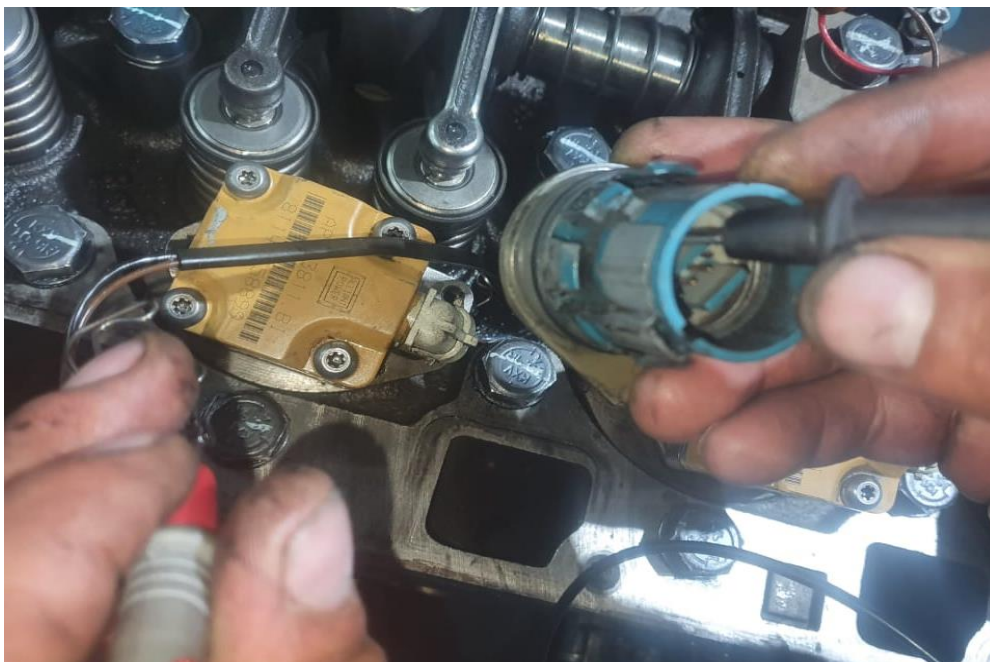
En la (Figura 20) se puede observar que un pin de socket del inyector tres se encuentra fuera de su lugar y procedimos a repararlo porque contábamos con las herramientas necesarias para hacerlo. También le dimos limpieza y revisamos la continuidad del cableado para comprobar que todo este correcto (Figura 21).

Figura 20: Cableado de los inyectores



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura 21: Medición y comprobación de los pines de los inyectores.

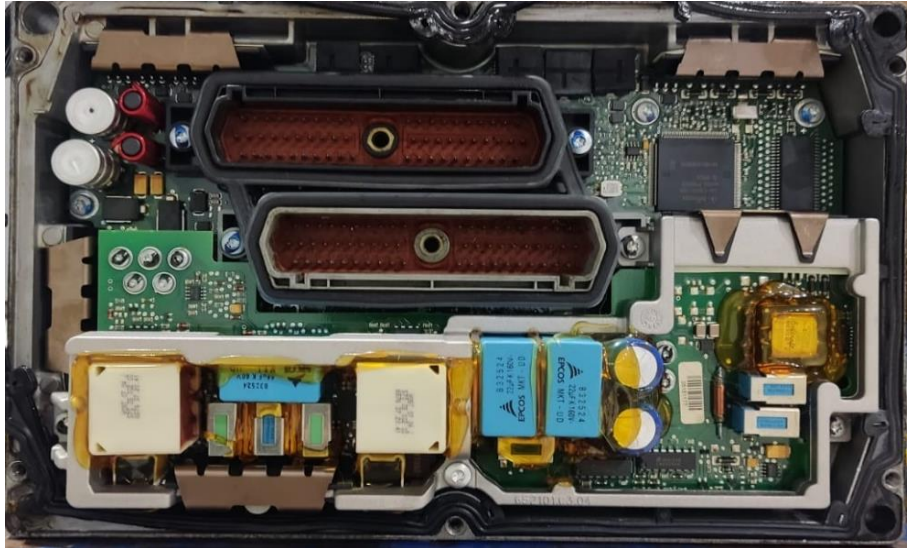


Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.1.2 Limpieza de la parte interna de la ECU.

Como se puede observar en la (Figura 22) los componentes internos de la ECU se encuentran en buenas condiciones tanto su memoria, decodificadores, transistores, regulador de voltaje, drivers etc.

Figura 22: ECU del motor parte interna.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

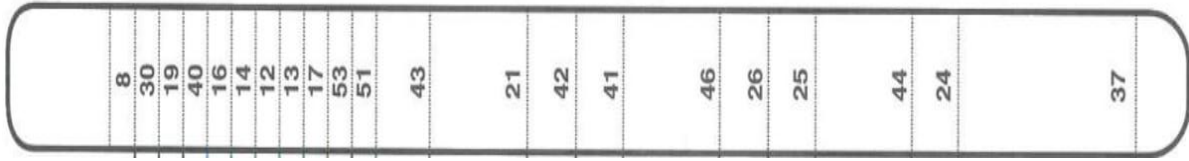
En la (Figura 23) se realizó un reconocimiento de la numeración y limpieza de pines de la parte externa de la ECU enfocándonos solamente el conector gris ya que nuestra tesis está dedicada a un manual de instalaciones de los sensores. Por lo que las instalaciones que van en conector de color negro serán tema de tesis para próximos estudiantes donde incluirán temas como caja de fusibles tablero entre otros.

Figura 23: ECU del motor parte externa.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura 24: Numeración de pines conector gris.



Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

5.2. Instalación de sensores en el motor.

Se instalaron los sensores indicados a continuación.

5.2.1 Instalación del sensor ECT.

Como se aprecia en la (Figura 25) se colocó el sensor ECT que se encuentra ubicado en la parte posterior derecha del cabezote el cual se encarga de controlar la temperatura del refrigerante del motor para regular el enfriamiento.

Figura 25: Sensor ECT usado en el proyecto.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.2 Instalación del sensor EOT.

Como se aprecia en la (Figura 26) se colocó el sensor EOT, que se encuentra ubicado al costado izquierdo del motor a lado de la bomba de inyección y este está encargado de controlar la temperatura del aceite.

Figura 26: Sensor EOT usado en el proyecto.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.3 Instalación del sensor EOP.

Como se aprecia en la (Figura 27) se colocó el sensor EOP, que se encuentra ubicado en la parte inferior izquierda del bloque motor este sensor se encarga de controlar la presión del aceite e indicar en el tablero de instrumentos del vehículo.

Figura 27: Sensor EOP usado en el proyecto.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.4 Instalación del sensor ICP.

Como se aprecia en la (Figura 28) se colocó el sensor ICP, que está ubicado en la parte izquierda del cabezote en el riel de inyectores, este controla la presión de combustible en el sistema de inyección.

Figura 28: Sensor ICP usado en el proyecto.

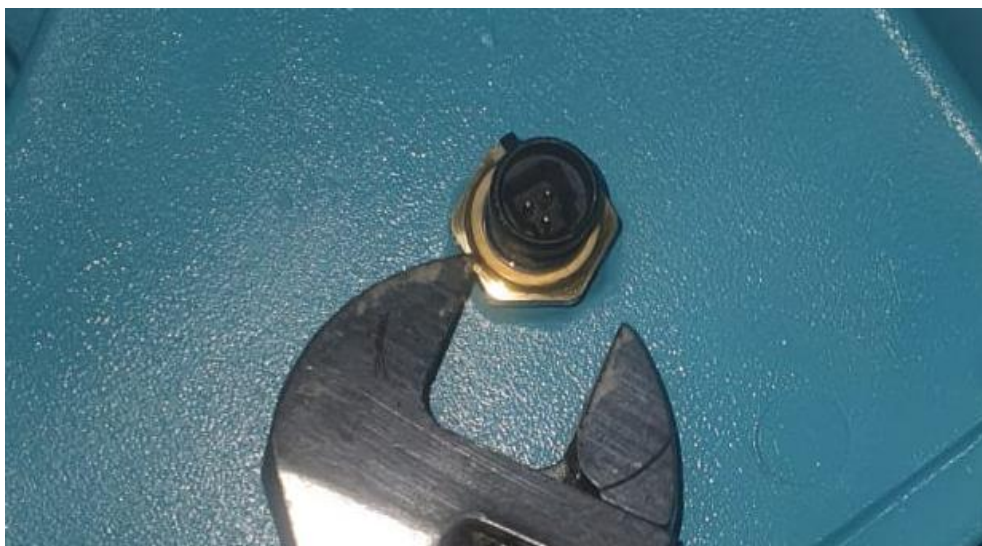


Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.5 Instalación del sensor MAP.

Como se aprecia en la (Figura 29) se colocó el sensor MAP el cual se encuentra ubicado en la parte superior de la tapa válvulas este se encarga de controlar la presión del aire en el múltiple de admisión.

FIGURA 29: SENSOR MAP USADO EN EL PROYECTO.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.6 Instalación del sensor CMP.

Como se aprecia en la (Figura 30) se colocó el sensor CMP el cual está ubicado en la parte frontal del motor al lado de la distribución, este está encargado de controlar la sincronización del árbol de levas.

Figura 30: Sensor CMP usado en el proyecto.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.2.7 Instalación de la válvula IPR.

Como se aprecia en la (Figura 31) se colocó la válvula IPR, la cual va colocada en la bomba de inyección la cual regula la presión de control de la inyección.

Figura 31: Válvula IPR usada en el proyecto.

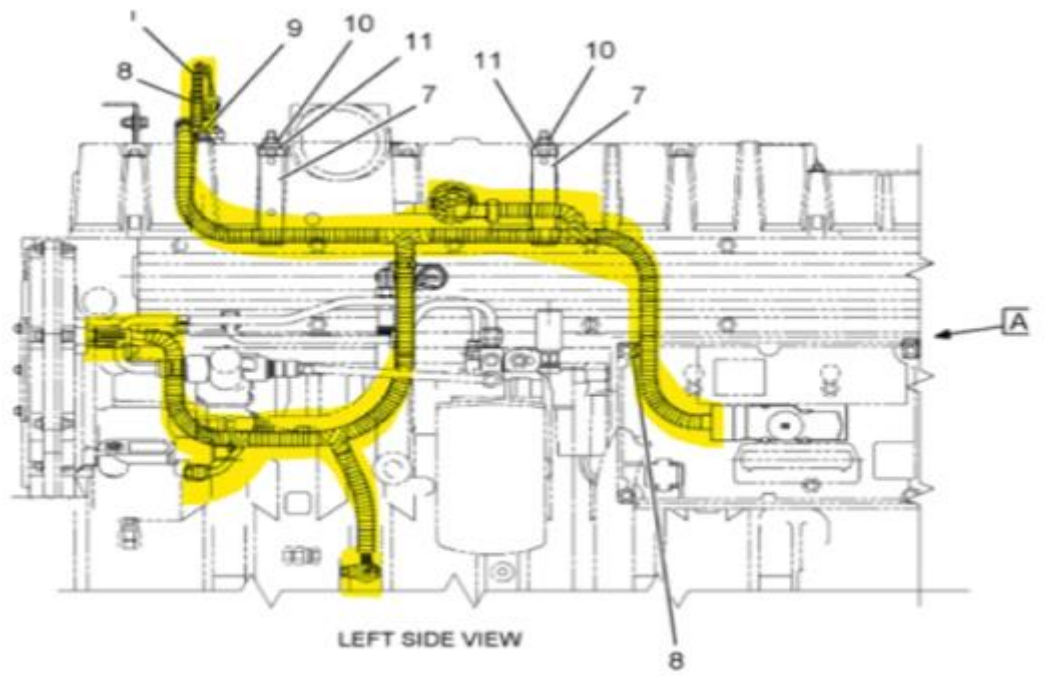


Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.3. Esquema del Arnés principal del motor.

Como se puede apreciar en la (Figura 32) la supuesta posición donde tendremos ubicada con vista desde la parte izquierda la posición del arnés que sale de la computadora y se dirige a los sensores.

Figura 32: Esquema del Arnés principal.



Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466, Arnés principal (2004).

5.3.1 Instalación del Arnés principal del motor.

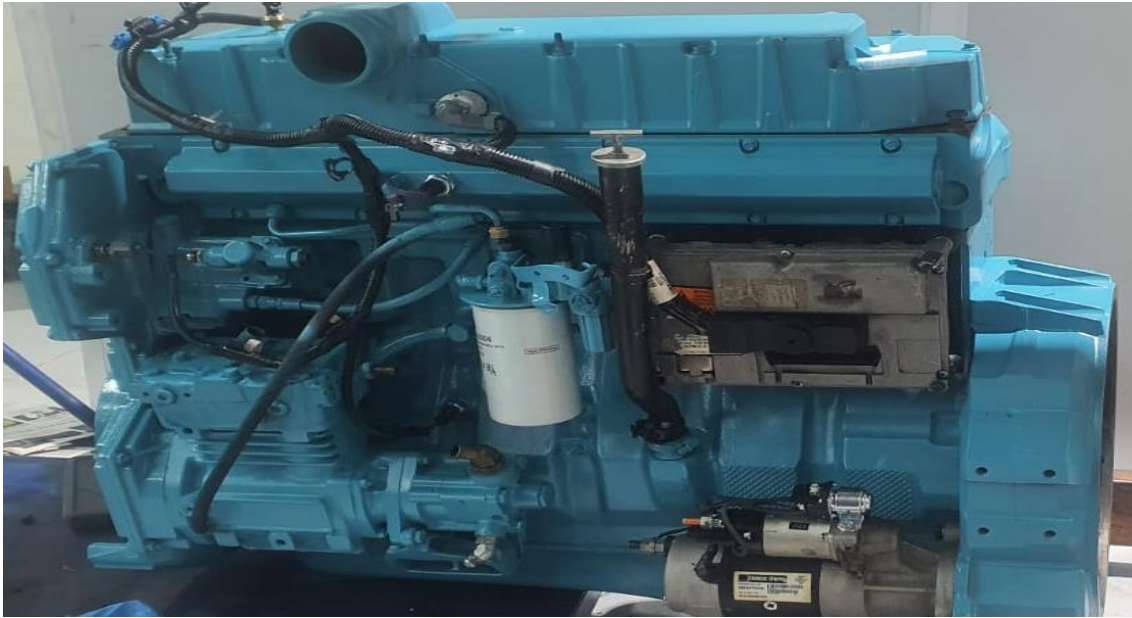
Se puede apreciar en la (Figura 33) el arnés eléctrico con sus conectores y en la (Figura 34), la instalación del arnés que sale del conector gris de la ECU hacia los sensores y actuadores.

Figura 33: Arnés principal con sus conectores.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura 34: Instalación del Arnés principal.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.4. Mantenimiento y reparación del motor de arranque.

Como se aprecia en la (Figura 35) el motor de arranque no contaba con todos sus componentes para su funcionamiento por lo que se adquirieron los componentes faltantes como (Relay y Solenoide automático) (Figura 36-37).

Figura 35: Motor de arranque (antes).



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura 36: Relay automático.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

Figura 37: Solenoide automático.

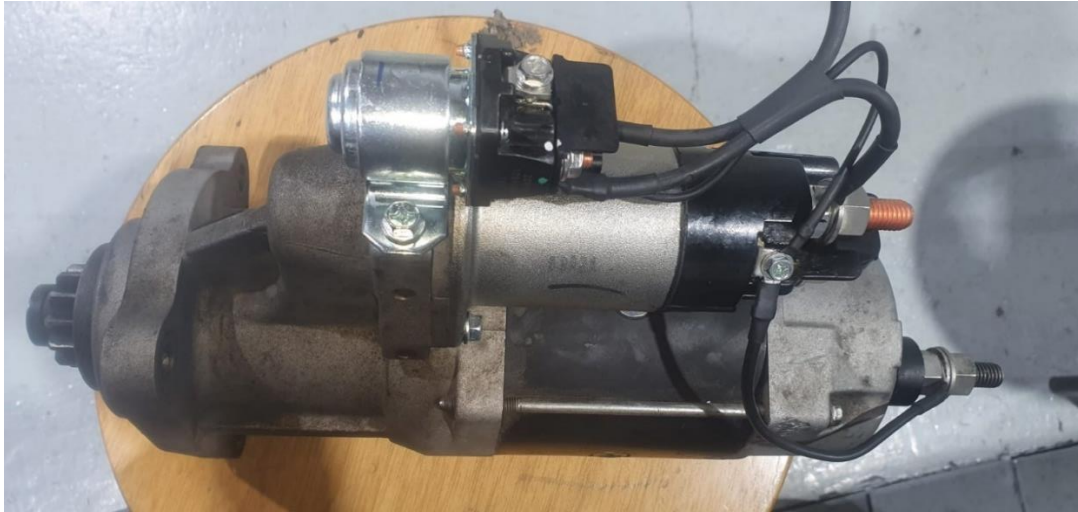


Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.4.1 Armado del motor de arranque.

Como se puede apreciar en la (Figura 38) colocamos sus nuevos componentes ayudándonos del diagrama del mismo, para después realizar las comprobaciones del motor de arranque, ver su estado y comprobar que esté funcionando su sistema, ayudándonos de una batería de 12V y conectándola directo con esto pudimos constatar que el motor de arranque luego del mantenimiento se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento.

Figura 38: Motor de arranque completo.



Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.4.2 Montaje del motor de arranque en el Motor.

Como se puede ver en la (Figura 39) montamos el motor de arranque en su lugar, luego de habernos asegurado de que este esté en un óptimo funcionamiento dejándolo listo para realizar las conexiones con el switch de encendido.

Figura 39: Motor de arranque colocado en el Motor.



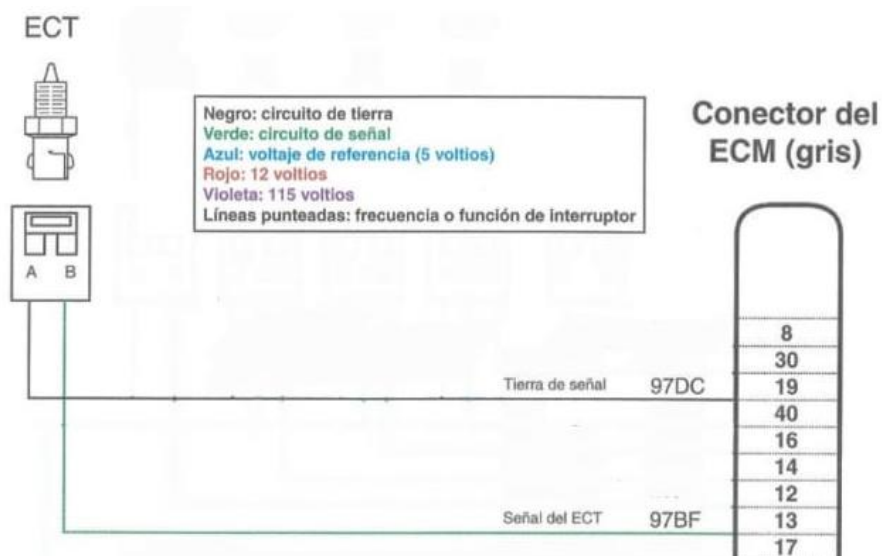
Fuente: Elaboración de autoría propia (2024).

5.5 Diagramas Eléctricos de cada sensor.

SENSOR ECT. (Figura 40)

- Del pin A del sensor va al pin número 19 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 13 de la ECU (señal).
- Trabaja a 4.348 V a 0 °C / 0.819 V a 100 °C.

Figura 40: ECT.

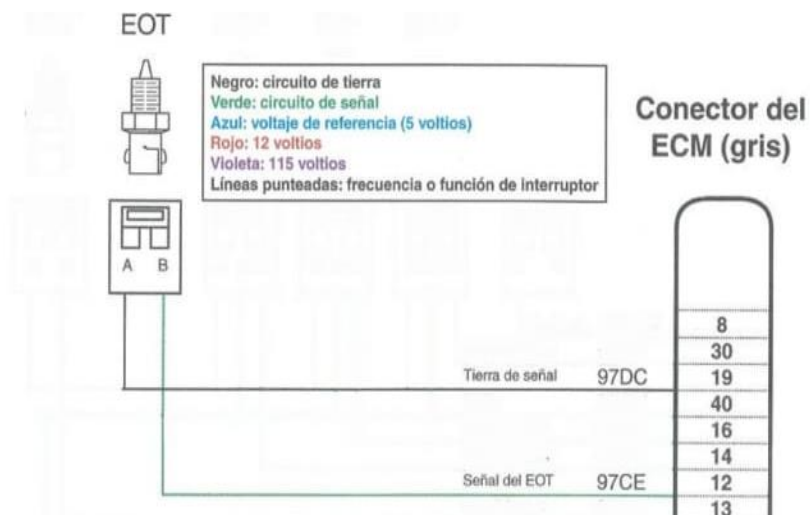


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

SENSOR EOT. (Figura 41)

- Del pin A del sensor va al pin número 19 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 12 de la ECU (señal).
- DE 4.33 V a -20.5 °C / 0.356 a 110 °C.

Figura 41: EOT.

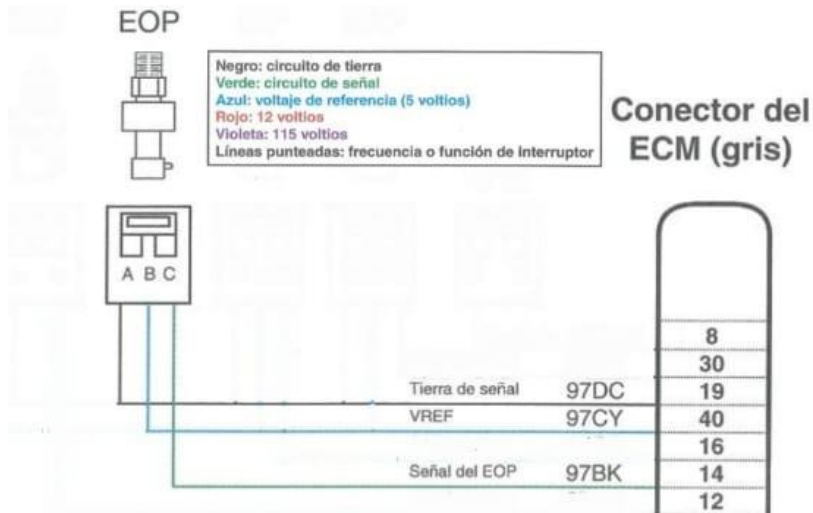


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

SENSOR EOP. (Figura 42)

- Del pin A del sensor va al pin número 19 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 40 de la ECU (Voltaje de referencia).
- Del pin C del sensor va al pin número 14 de la ECU (señal).
- Llave en ON trabaja con 5 ± 0.5 V (en marcha alta y baja la señal es la misma).

Figura 42: EOP.

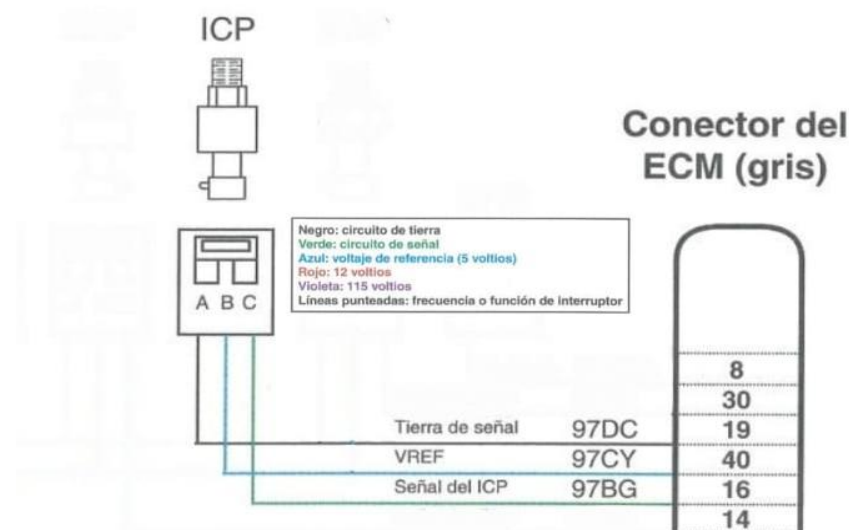


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

SENSOR ICP. (Figura 43)

- Del pin A del sensor va al pin número 19 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 40 de la ECU (Voltaje de referencia).
- Del pin C del sensor va al pin número 16 de la ECU (señal).
- Llave en ON trabaja a 0.2 V en marcha baja (0.48V), en marcha alta (1.97V).

Figura 43: ICP.

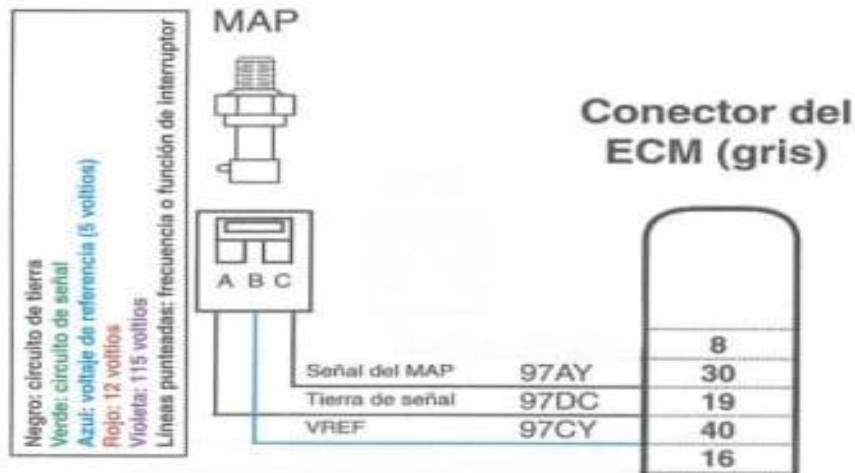


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

SENSOR MAP. (Figura 44)

- Del pin A del sensor va al pin número 19 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 40 de la ECU (Voltaje de referencia).
- Del pin C del sensor va al pin número 30 de la ECU (señal).
- Llave en ON de 0.92 V en marcha baja (0.96V), en marcha alta (1.36V).

Figura 44: MAP.



Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

SENSOR CMP. (Figura 45)

- Del pin A del sensor va al pin número 53 de la ECU (Tierra).
- Del pin B del sensor va al pin número 40 de la ECU (Voltaje de referencia).
- Del pin C del sensor va al pin número 51 de la ECU (señal).
- Llave en ON de 5 a 1 V en marcha baja (2.11), en marcha alta (2.44 V).

Figura 45: CMP.

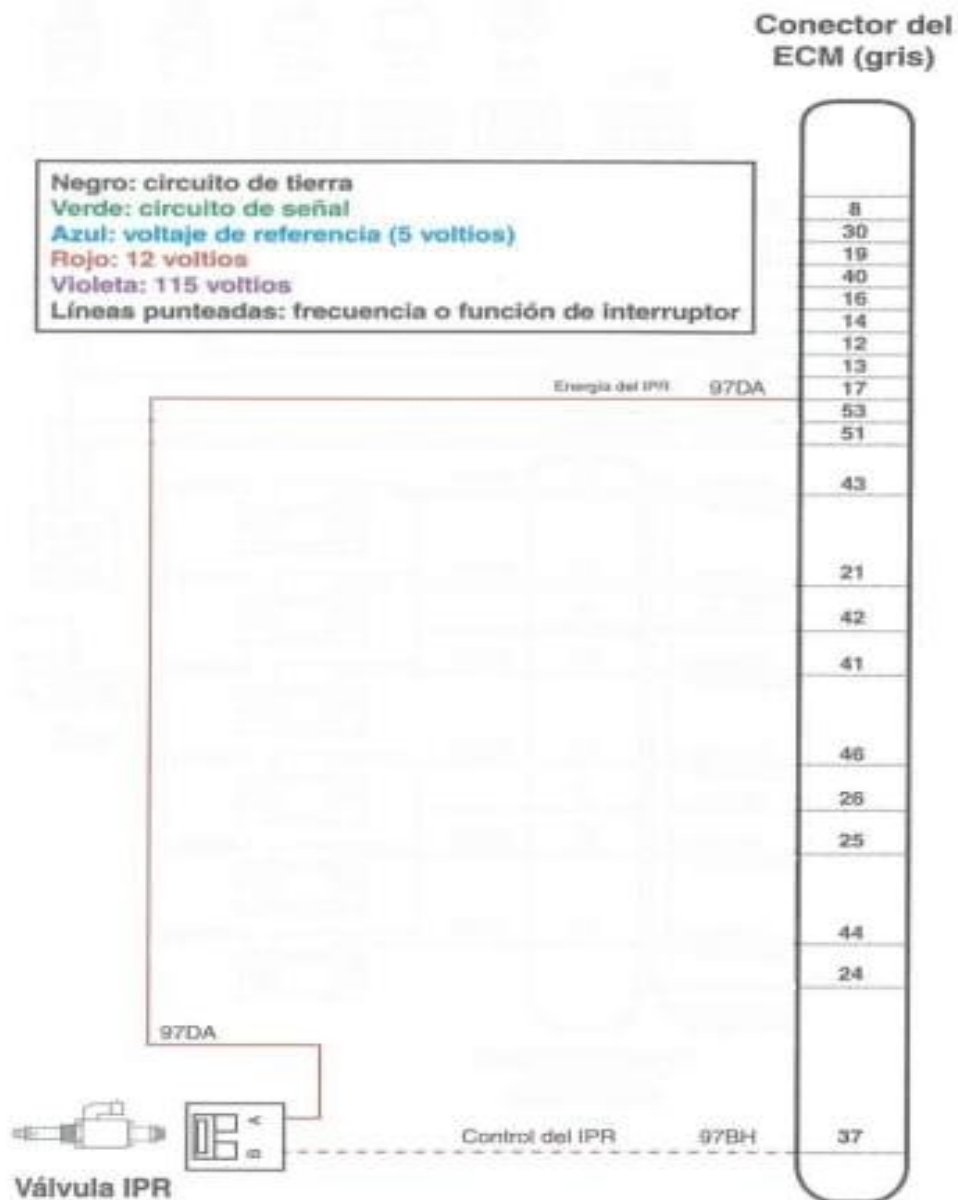


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

VALVULA IPR. (Figura 46)

- Del pin A del sensor va al pin número 17 de la ECU (Energía del IPR a Batería +).
- Del pin B del sensor va al pin número 37 de la ECU (Control del IPR).
- Llave en ON de 0 V en marcha baja (0 V), en marcha alta (0 V).

FIGURA 46:IPR.

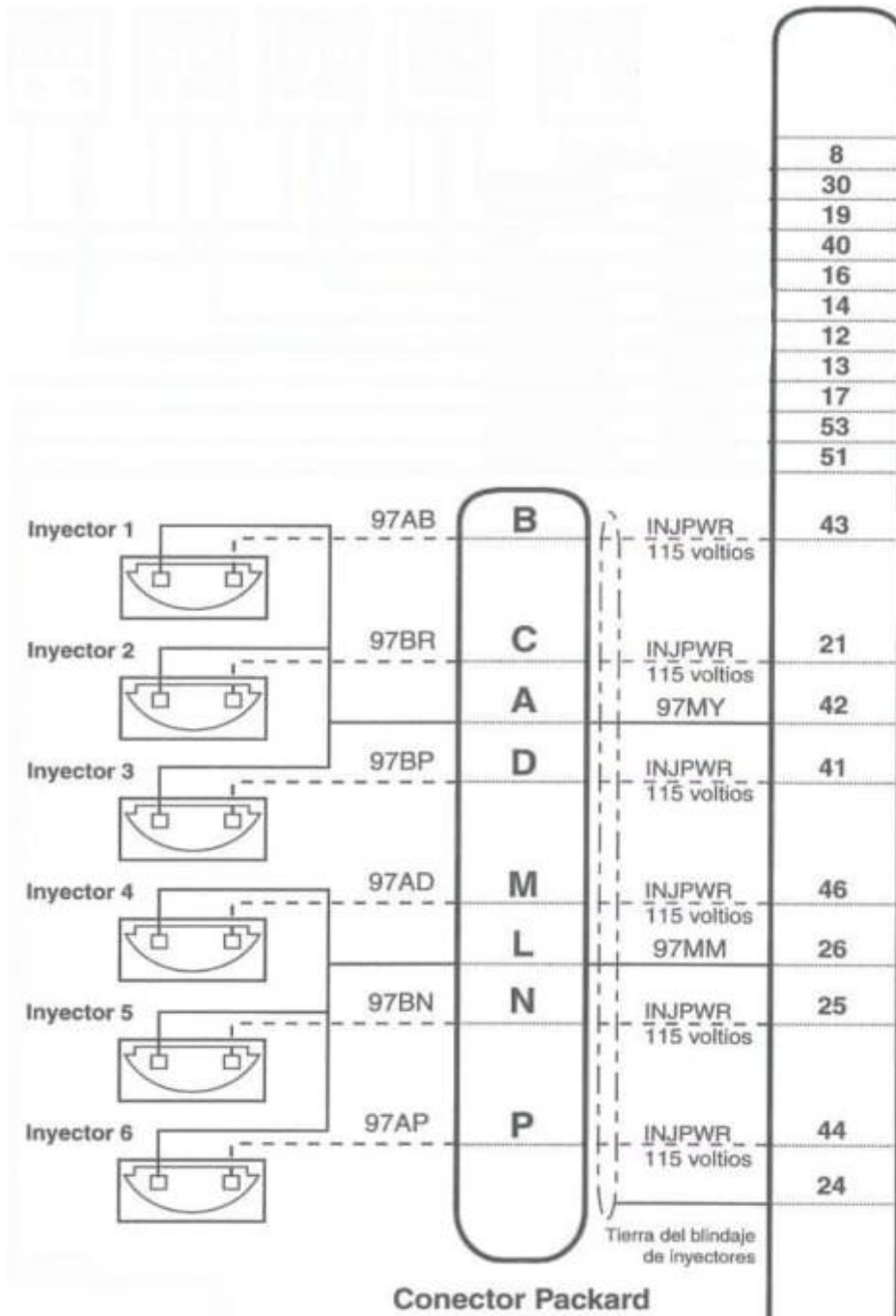


Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

INYECTORES. (Figura 47)

- Tierra común de los inyectores 1, 2 y 3 van al pin 42 de la ECU.
- Tierra común de los inyectores 4, 5 y 6 van al pin 26 de la ECU.
- Los inyectores 1, 2 y 3 en los pines 43, 21 y 41 trabajan con 115 V.
- Los inyectores 4, 5 y 6 en los pines 46, 25 y 44 trabajan con 115 V.
-

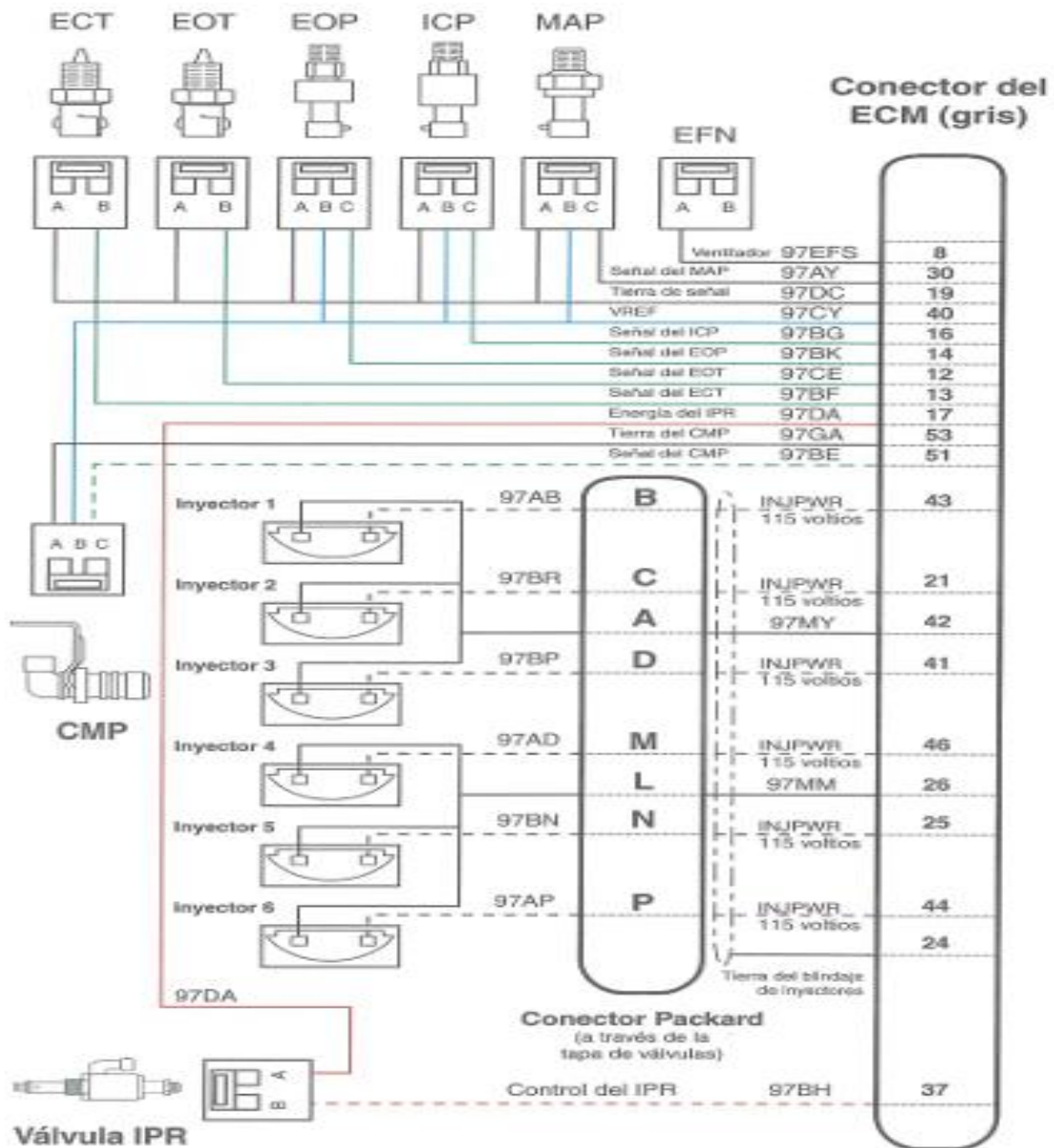
Figura 47: Inyectores.



Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

5.6. Diagrama completo de los sensores.

Figura 48: Diagrama Completo conector gris.



Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

5.6.1 Valores específicos.

Figura 49: Valores Específicos.

Pin	Acrónimo	Circuito	Nº del circuito	Llave en ON	Marcha baja sin carga		Marcha alta sin carga		Límites de operación	Comentarios
					Señal	Datos	Señal	Datos		
CONECTOR DEL ECM (GRIS)										
8	EFN	Ventilador	97EFS	0 V: solenoide activo (ventilador apagado)			12 V: solenoide inactivo (ventilador prendido)			
12	EOT	Temperatura del aceite del motor	97CE	Depende de la temperatura					4,348 V a 0° C (32° F) / 0,819 V a 100° C (212° F)	
13	ECT	Temperatura del refrigerante	97BF	Depende de la temperatura					4,33 V a -20,5° C (-6° F) / 0,356 V a 110° C (230° F)	
14	EOP	Presión del aceite del motor	97BK	0,61 V	2,6 V	39 lb/pulg ²	3,60 V	60 lb/pulg ²	0,5 a 4,64 V	0,5 V a 0 lb/pulg ² / 4,64 V a 80 lb/pulg ²
16	ICP	Sensor de la presión de control de la inyección	97BG	0,2 V	0,46 V	431 lb/pulg ²	1,97 V	1370 lb/pulg ²	0,3 a 4,5 V	0,84 V a 444 lb/pulg ² / 3,8 V a 3000 lb/pulg ²
17	IPR	Energía del regulador de la presión de inyección	97DA	B+	B+	—	B+	—	B+	Suministro de energía del IPR
19	Sig_Grd D	Tierra de señal - D	97DC	0 V	0 V	—	0 V	—	0 V	Tierra para sensores del motor
21	INJ_2	Inyector 2	97BR	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
24	INJ_SHD	Tierra del blindaje de los inyectores	97DW							
25	INJ_5	Inyector 5	97BN	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
26	INJ_gnd	Tierra de los inyectores 4, 5 y 6	97MM	No mide voltaje					Inyectores del banco 1 conectados a tierra al ECM	
30	MAP	Presión absoluta del múltiple	97AY	0,92 V	0,96 V	0,5 lb/pulg ²	1,36 V	3,75 lb/pulg ²	0,85 a 4,56 V	0,92 V a 0 lb/pulg ² / 2,72 V a 18 lb/pulg ²
37	IPR_CNTR	Control del regulador de presión de inyección	97BH	0 V	0 V	—	0 V	—	0 V	Controlado por ciclo de trabajo
40	Vref_D	Voltaje de referencia - D	97CY	5 ± 0,5 V	5 ± 0,5 V	—	5 ± 0,5 V	—	5 ± 0,5 V	Vref para sensores del motor
41	INJ_3	Inyector 3	97BP	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
42	INJ_gnd	Tierra de los inyectores 1, 2 y 3	97MY	No mide voltaje					Inyectores del banco 2 conectados a tierra al ECM	
43	INJ_1	Inyector 1	97AB	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
44	INJ_6	Inyector 6	97AP	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
46	INJ_4	Inyector 4	97AD	No mide voltaje					Señal de amplitud de impulso de alto voltaje	
51	CMP	Sensor de posición del árbol de levas	97BE	5 V / 1 V	2,11 V	—	2,44 V	—	140 a 600 Hz	700 a 3000 RPM, Hz varían con RPM
53	CMP_Grd	Tierra del sensor de posición del árbol de levas	97GA	0 V	0 V	—	0 V	—	0 V	Tierra del CMP

Fuente: Tomada de Diagrama para Motor Internacional DTC-466 (2004).

6. Resultados y conclusiones.

Cuando realizamos el Manual de cableado del motor DTC-466, desarrollamos pautas detalladas, desde los conceptos básicos de las conexiones eléctricas que se aplican al motor hasta los diagramas de cableado y las especificaciones técnicas de cada componente. Este manual proporciona una base teórica sólida para comprender los procedimientos de instalación, mantenimiento y reparación de sistemas críticos para aumentar la eficiencia y la seguridad.

La inspección inicial reveló que faltaban todos los sensores del motor y los arneses principales y que los conectores estaban en malas condiciones. Identificamos cuidadosamente cada sensor faltante, incluidos los sensores MAP, ICP, CMP, ECT, EOP y EOT, y determinamos las conexiones exactas necesarias para cada sensor. Así también siendo un factor determinante la falta del conector negro.

En nuestra investigación se incluyen diagramas de cableado detallados que muestran las conexiones exactas de cada sensor, lo que garantiza que incluso aquellos que no están familiarizados con el motor DTC-466 puedan realizar el cableado correctamente.

Dentro de nuestra investigación de los diagramas procedentes de la ECU del motor DTC-466 no incluye el estudio del conector negro. Nuestros trabajos actuales no se enfocan en este componente porque se considera faltante. La inclusión de este conector se evaluará en futuros estudios y desarrollos.

Es importante destacar que el conector negro juega un papel fundamental en la distribución e interconexión de la energía y las señales eléctricas. Por lo tanto, se considerará su incorporación en desarrollos y tesis para los próximos ciclos académicos, teniendo en cuenta que si en dado caso existiera el conector faltante en el motor este se podría llegar a encender.

Completado esto, como conclusión final se logró realizar el Manual de instalaciones eléctricas en el circuito de encendido de un motor internacional DTC 466.

7. Lista de referencias.

1. Copyright © 2000, International Truck and Engine Corporation. (2000). *Manual de servicio para motores diesel DT-466E e International® 530E* (diciembre, 2000) [EGES-211].
https://www.academia.edu/25249246/Manual_de_servicio_para_motores_diesel_DT_466E_e_International_530E_EGES_211
2. American Truck. *Repuestos para motor NAVISTAR DT466, DT466E, DT530 y DT570 en Americantruck Ecuador.* (s. f.).
https://americantruckecuador.com/module/hrxcmsblog/single?id=21&rewrite=repuestos-para-motor-navistar-dt466-dt466e-dt530-y-dt570-en-americantruck-ecuador&page_type=post#:~:text=Los%20motores%20DT%20466E%20cuentan,emisiones%2C%20su%20rango%20de%20potencia
3. SOCOMAC SAS. *MOTOR INTERNATIONAL DT466.* (s. f.).
<https://socomac.co/producto/motor-embolo-piston-international-dt466/>
4. Chuchotron. (s. f.). *Diagrama Electrico Navistar 466 y 570.* Scribd.
<https://es.scribd.com/doc/289361620/Diagrama-Electrico-Navistar-466-y-570>
5. ARANDA Q, Diego Javier. *Electrónica del automóvil.* Primera Edición. Buenos Aires. Editorial Fox Andina 2013 N°. Pág. 1206. ISBN 978-987- 1949-23-6.
6. *Sensor automotriz.* (2022, 7 septiembre). *Sensor automotriz | Listado completo | Tipos y funciones.* Sensor Automotriz. <https://sensorautomotriz.com/>
7. Hoyos, M. (2016). *SENSORES MOTOR ELECTRONICO INTERNATIONAL DT 530E-466E.* www.academia.edu.
https://www.academia.edu/29279933/SENSORES_MOTOR_ELECTRONICO_INTERNATIONAL_DT_530E-466E