



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**

**Facultad de Ciencia y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Mecánica**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA COMMON  
RAIL EN UN MOTOR MAN.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de

Ingeniero Mecánico Automotriz

**Autor**

Hugo Fernando Ortiz Sanmartín

**Director**

Ing. Mauricio Barros

Cuenca – Ecuador

2014

## **DEDICATORIA**

A mí querida hermana Nancy a mi prima Hilda, que de forma incondicional estuvieron a mi lado apoyándome y alentándome para la culminación de este trabajo.

A mis padres y hermanos, porque no escatimaron esfuerzos para apoyarme incentivando el desarrollo de mis sueños y anhelos

***Hugo Fernando.***

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer a todas las personas que colaboraron con la realización de esta tesis de forma decidida y permanente.

Gracias al Ing. Mauricio Barros por todo tiempo invertido en la revisión del documento y por su apoyo como profesor y amigo en los años universitarios.

Un agradecimiento especial a mis padres Justo y Devora ya que gracias a ellos, por su apoyo incondicional en todo los años universitarios he logrado una meta más en mi vida.

***Hugo Fernando.***

Original aprobado en  
Tesis.

## ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA COMMON RAIL EN UN MOTOR MAN.

### RESUMEN

El análisis se enfocó en el sistema de inyección directa Common Rail en el camión de la marca MAN TGS D28 y en la recopilación de información sobre los componentes de este sistema, en el funcionamiento y las averías más relevantes que se presentan. Partiendo del análisis de los problemas más frecuentes de aquellos que representan mayor dificultad en el diagnóstico y reparación del sistema, se elaboró una guía que contiene información válida para el procedimiento de diagnóstico y reparación del sistema de inyección en el camión MAN TGS D28 tomando como referencia las especificaciones técnicas que también se adjunta en este documento.

**Palabras Claves:** Sistema de Inyección Directa Common Rail, diagnóstico, reparación, procedimiento.



Director de Tesis.

Ing. Edgar Mauricio Barros Barsallo.



Director de Carrera.

Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo.



Autor de Tesis.

Hugo Fernando Ortiz Sanmartín.

**ABSTRACT**

**ANALYSIS OF THE COMMON RAIL DIRECT INJECTION SYSTEM IN A MAN ENGINE**

The analysis focused on the Common Rail direct injection system in the MAN TGS D28 truck brand and in the gathering of information about these system components, its operation and the relevant faults that occur. Based on the analysis of the most frequent problems that have greatest difficulty in the system's diagnosis and repair, a guide that contains valid information for the process of diagnosis and repair of the injection system of a MAN TGS D28 truck was made considering the technical specifications also attached herein.

**Keywords:** Common Rail Direct Injection System, Diagnosis, Repair, Procedure.



Ing. Edgar Mauricio Barros Barsallo.  
Thesis Director



Ing. Edgar Mauricio Barros Barsallo.  
School Director



Hugo Fernando Ortiz Sanmartín.  
Author



Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| DEDICATORIA .....          | II  |
| AGRADECIMIENTOS .....      | III |
| RESUMEN.....               | IV  |
| ABSTRACT .....             | V   |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS ..... | VI  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....    | XI  |

## CAPITULO I

### SISTEMA COMMON RAIL DEL MOTOR MAN D28

|   |   |
|---|---|
| 1.1 Introducción.....   | 1 |
| 1.1.1 Historia del sistema Common Rail.....                                   | 3 |
| 1.1.2 Características del sistema de inyección Common Rail del motor MAN..... | 3 |
| 1.2 Estructura del sistema Common Rail.....                                   | 4 |
| 1.2.1 Funcionamiento del sistema Common Rail.....                             | 7 |
| 1.2.2 Datos específicos del sistema Common rail del motor MAN D<br>28.....    | 7 |
| 1.3 Circuito de baja presión.....   | 8 |
| 1.3.1 Depósito de combustible.....  | 9 |
| 1.3.2 Elemento filtrante.....   | 9 |

|  |    |
|--|----|
| 1.3.3 La separación de agua.....   | 10 |
| 1.3.4 Bomba de transferencia.....  | 10 |
| 1.4 Sistema de alta presión.....   | 11 |
| 1.4.1 Funcionamiento de la bomba de alta presión.....                            | 13 |
| 1.4.2 Desactivación del tercer pistón de la bomba de alta presión.....           | 15 |
| 1.5 Sistema de control electrónico EDC (A – 435).....                            | 16 |
| 1.5.1 Designación del diagrama y de los pines del EDC (A 435) figura (1.11)..... | 18 |
| 1.5.2 Asignación de pines del conector A tabla (1).....                          | 21 |
| 1.5.3 Asignación de pines del conector B tabla (2).....                          | 24 |
| 1.5.4 Asignación de pines del conector C tabla (3).....                          | 25 |

## **CAPITULO II**

### **COMPONENTES DEL SISTEMA CRDI DEL MOTOR MAN D28**

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Bomba de alta presión CP3.4.....                             | 27 |
| 2.2 Unidad de dosificación ZME.....                              | 28 |
| 2.2.1 Designación de pines.....                                  | 29 |
| 2.3 Acumulador de alta presión (Rail).....                       | 29 |
| 2.4 Válvula limitadora de presión (DBV) de dos etapas.....       | 31 |
| 2.5 Sensor de la presión de rail.....                            | 32 |
| 2.5.1 Curva característica del sensor de la presión de rail..... | 32 |
| 2.5.2 Designación de pines.....                                  | 33 |
| 2.6 Inyector.....  | 34 |

|  |    |
|--|----|
| 2.7 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal.....                  | 36 |
| 2.7.1 Designación de pines.....  | 37 |
| 2.8 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas.....            | 38 |
| 2.8.1 Designación de pines.....  | 39 |
| 2.9 Sensor de la presión de admisión.....                                | 40 |
| 2.9.1 Curva característica del sensor de la presión de admisión.....     | 41 |
| 2.9.2 Designación de pines.....  | 41 |
| 2.10 Sensor de la presión de aceite.....                                 | 42 |
| 2.10.1 Curva característica del sensor.....                              | 42 |
| 2.10.2 Designación de pines.....   | 43 |
| 2.11 Sensor de la presión de combustible.....                            | 44 |
| 2.11.1 Curva característica del sensor de la presión de combustible..... | 44 |
| 2.11.2 Designación de pines.....   | 45 |
| 2.12 Sensor de temperatura del aire de admisión.....                     | 46 |
| 2.12.1 Tabla de valores .....  | 46 |
| 2.12.2 Designación de pines.....   | 47 |
| 2.13 Sensor de temperatura del refrigerante.....                         | 47 |
| 2.13.1 Designación de pines.....   | 48 |

### **CAPITULO III**

#### **GUIA DE MANTENIMIENTO**

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Pruebas de presión de combustible..... | 49 |
| 3.1.1 Circuito de baja presión.....        | 49 |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1.2 Control de la presión con el motor en marcha.....                                | 49        |
| 3.2 Pruebas en sensores y actuadores.....  | 50        |
| 3.2.1 Pruebas de resistencia en los sensores y actuadores con el motor apagado.....    | 50        |
| 3.2.2 Pruebas para medir voltajes en sensores y actuadores con el motor en marcha..... | 52        |
| 3.3 Manual de códigos de fallas.....   | 53        |
| 3.3.1 Código: 92 spn presión de alimentación de combustible.....                       | 55        |
| 3.3.2 Código: 100 spn presión de aceite.....   | 57        |
| 3.3.3 Código: 102 spn presión de admisión.....   | 59        |
| 3.3.4 Código: 105 spn temperatura de admisión.....                                     | 61        |
| 3.3.5 Código: 110 spn temperatura del refrigerante.....                                | 63        |
| 3.3.6 Código: 168 spn tensión de batería.....  | 65        |
| 3.3.7Código: 190 spn número de revoluciones del motor.....                             | 66        |
| 3.4.8 Código: 1079 spn alimentación del sensor de la presión de rail.....              | 69        |
| 3.3.9 Código: 3775 spn control de la presión del rail.....                             | 70        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>73</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>75</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>77</b> |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Fotografía del sistemas Common rail.....   | 6  |
| Figura 1.1 Esquema del sistema de inyección Common Rail.....  | 6  |
| Figura 1.2 Esquema del sistema de inyección Common Rail de baja, alta presión y EDC...8                     | 8  |
| Figura 1.3 Filtro de combustible y bomba de mano.....   | 9  |
| Figura 1.4 Bomba de transferencia por engranajes.....   | 11 |
| Figura 1.5 Bomba de alta presión CP 3.4.....  | 12 |
| Figura 1.6 Filtro de combustible y bomba de mano.....   | 12 |
| Figura 1.7 Esquema del funcionamiento del mecanismo de impulsión en la posición de aspiración.....          | 13 |
| Figura 1.8 Esquema del funcionamiento del mecanismo de impulsión en la posición de aspiración.....          | 14 |
| Figura 1.9 Esquema del funcionamiento del desactivador del tercer cilindro de la bomba de alta presión..... | 16 |
| Figura 1.10 Unidad de mando EDC (A 435).....  | 17 |
| Figura 1.11 diagrama de la Unidad de mando EDC (A 435).....   | 20 |
| Figura 1.12 Conector (A) de la Unidad de mando EDC (A 435).....   | 21 |
| Figura 1.13 Conector (B) de la Unidad de mando EDC (A 435).....   | 24 |
| Figura 1.14 Conector (C) de la Unidad de mando EDC (A 435).....   | 25 |
| Figura 2.1 Bomba de alta presión CP 3.4.....  | 27 |
| Figura 2.2 Unidad de dosificación ZME.....  | 28 |
| Figura 2.3 conector y diagrama de la unidad dosificadora ZME.....   | 29 |
| Figura 2.4 Acumulador de alta presión (RAIL).....   | 30 |
| Figura 2.5 Sensor de presión de la Válvula limitadora de presión (DBV) de dos etapas....                    | 31 |
| Figura 2.6 Disposición de la válvula limitadora de presión DBV.....   | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.7. Conector y diagrama del sensor de presión.....                                    | 33 |
| Figura 2.8 Sensor de la presión de rail.....  | 33 |
| Figura 2.9 Disposición de los inyectores.....   | 34 |
| Figura 2.10 Estructura del inyector.....  | 35 |
| Figura 2.11 Conector y diagrama del sensor de número de revoluciones del cigüeñal.....        | 37 |
| Figura 2.12 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal.....                               | 37 |
| Figura 2.13 Conector y diagrama del sensor del árbol de levas.....                            | 39 |
| Figura 2.14 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas.....                         | 39 |
| Figura 2.15 Sensor de la presión de admisión.....   | 40 |
| Figura 2.16 Conector y diagrama del sensor de presión de admisión.....                        | 41 |
| Figura 2.17 Sensor de la presión de aceite.....   | 42 |
| Figura 2.18 Conector y diagrama del sensor de presión de aceite.....                          | 43 |
| Figura 2.19 Sensor de la presión de combustible.....  | 44 |
| Figura 2.20 Disposición del sensor de presión de combustible.....                             | 45 |
| Figura 2.21 Sensor de temperatura del aire de admisión.....                                   | 46 |
| Figura 2.22 Conector y diagrama del sensor de temperatura de admisión.....                    | 47 |
| Figura 2. 23 Sensor de temperatura del refrigerante.....                                      | 48 |
| Figura 2.24 Conector y diagrama del sensor de refrigeración.....                              | 48 |
| Figura 3.1. El punto de medición 1.....   | 49 |
| Figura 3.2 El punto de medición 2.....  | 50 |
| Figura 3.3 Fotografías de las pruebas de los sensores y actuadores.....                       | 50 |
| Figura 3.4 Medición de resistencia del sensor de alimentación de combustible.....             | 55 |
| Figura 3.5 Medición de alimentación de tensión del sensor de alimentación de combustible..... | 56 |
| Figura 3.6 Medición de señal de tensión del sensor de alimentación de combustible.....        | 57 |
| Figura 3.7 Medición de presión de aceite en el motor.....                                     | 58 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Figura 3.8  | Medición de alimentación de corriente en el sensor de presión de aceite..... | 58 |
| Figura 3.9  | Medición de tensión de señal en el sensor de presión de aceite.....          | 59 |
| Figura 3.10 | Medición de presión de admisión en el motor.....                             | 60 |
| Figura 3.11 | Medición de tensión de señal en el sensor de presión de admisión.....        | 60 |
| Figura 3.12 | Medición de temperatura de admisión en el motor.....                         | 61 |
| Figura 3.13 | Medición de resistencia del sensor de temperatura de admisión.....           | 62 |
| Figura 3.14 | Medición de tensión de señal en el sensor de temperatura de admisión.....    | 62 |
| Figura 3.15 | Medición de temperatura de refrigeración en el motor.....                    | 63 |
| Figura 3.16 | Medición de resistencia del sensor de refrigeración.....                     | 64 |
| Figura 3.17 | Medición de tensión de señal del sensor de refrigeración.....                | 65 |
| Figura 3.18 | Medición de voltajes de alimentación del EDC.....                            | 66 |
| Figura 3.19 | Medición de resistencia del sensor.....                                      | 67 |
| Figura 3.20 | Medición de señal de ondas del sensor.....                                   | 67 |
| Figura 3.21 | Medición de resistencia del sensor.....                                      | 68 |
| Figura 3.22 | Medición de señal de ondas del sensor.....                                   | 68 |
| Figura 3.23 | Medición de alimentación de corriente del sensor.....                        | 70 |
| Figura 3.24 | Medición de resistencia del sensor.....                                      | 71 |
| Figura 3.25 | Medición de presión en la válvula dosificadora.....                          | 72 |

Hugo Fernando Ortiz Sanmartín.

Trabajo de grado.

Edgar Mauricio Barros Barzallo.

Mayo del 2014.

## **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DIRECTA COMMON RAIL EN UN MOTOR MAN**

### **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la gran mayoría de los vehículos pesados y algunos livianos van provistos de un motor diesel con sistema de inyección acumulador Common rail comandado electrónicamente. Con este sistema es posible conseguir elevadas presiones de inyección una mejor dosificación de combustible dentro de los cilindros con un tiempo exacto de inyección, lo cual disminuye el consumo de combustible así como las emisiones de elementos contaminantes producidos por la mala combustión, obteniendo un mejor rendimiento térmico del motor de estos vehículos.

En los sistemas de frenos y dirección del automóvil van provistos con un control electrónico, así también en el sistema de inyección diesel, hoy en día la tecnología en el control electrónico diesel ha ido incrementando, debido al buen desempeño que el motor presta en las condiciones de funcionamiento del mismo, las cuales son controladas electrónicamente de acuerdo con las exigencias del conductor.

No obstante las estrictas medidas de seguridad para preservar el medio ambiente aplicadas a todos los vehículos, inclusive a los de transporte pesado, han propulsado el desarrollo del sistema CRDI en los tracto camiones, el cual sin duda mejora las condiciones de seguridad para mantener el medio ambiente, permitiendo que el vehículo obtenga una mejor potencia con un menor consumo de combustible, también disminuye las emisiones contaminantes que producen los gases de escape y así preservar el medio ambiente.

El sistema de inyección de acumulador Common Rail permite integrar el sistema de inyección junto a las funciones implicadas en el motor diesel y obtener una buena regulación

en el desarrollo de la combustión con la ayuda de una unidad de mando EDC. La característica principal del sistema Common Rail es que la presión de inyección se puede generar independiente del número de revoluciones del motor y del caudal de inyección, el conductor del vehículo preestablece el caudal de inyección, la unidad de control electrónico calcula a partir de campos característicos programados, el momento de inyección y la presión de inyección, el inyector realiza las funciones en cada cilindro del motor, a través de una electroválvula controlada. Todos estos fenómenos se realizan solo en el sistema Common Rail y son controlados electrónicamente.

## **1. OBJETIVO GENERAL.**

Analizar el sistema de inyección directa Common Rail en un motor MAN.

## **2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir el funcionamiento y las particularidades del sistema Common Rail del motor MAN D28.
- Analizar la constitución de los elementos que forman el sistema CRDI del motor MAN D 28.
- Elaborar un manual de mantenimiento con las pruebas requeridas en los sensores y actuadores del sistema CRDI del motor MAN D 28.

## **CAPITULO I**

### **SISTEMA COMMON RAIL DEL MOTOR MAN D28**

#### **1.1.1 Historia del sistema Common Rail.**

A mediados de los años 80 Fiat y Magneti Marelli, presentaron un proyecto con el fin de lograr un sistema de inyección directa tecnológicamente avanzado, la idea de implementar la inyección electrónica de combustible con Common Rail, el cual fue concebidos para coches y camiones, para impedir el exceso de contaminantes por las mala combustión realizada dentro del motor y de está forma mejorar la potencia del vehículo, y así mejorar las condiciones de seguridad para preservar el medio ambiente. Se hicieron pruebas, pero no se llegó a concretar ningún proyecto significativo, hasta que en la década de 1990 con el avance de la electrónica surgieron los primeros sistemas de Common Rail.

En 1990 comenzó a trabajar como pre-industrialización, que se completó en 1993. En 1994 el proyecto fue transferido al Grupo Bosch en 1997 y el sistema entró en el mercado. Después de la comercialización del sistema Common Rail Bosch (con la Unijet designación para la primera generación, que ahora se llama MultiJet), varios otros sistemas similares en términos conceptuales se han desarrollado o se están desarrollando por las empresas; Delphi, Siemens, Denso.

#### **1.1.2 Características del sistema de inyección Common Rail del motor MAN.**

La presión de inyección se genera independientemente del número de revoluciones y la carga del motor.

Separación de las funciones presión de inyección y tiempo de inyección, de esta forma se ofrecen numerosas posibilidades de optimización en el consumo de combustible y las emisiones de gases de escape.

Altas presiones de inyección a bajos números de revoluciones del motor, esto permite

conseguir un comportamiento de arranque con una baja generación de humos.

Las bajas presiones de inyección en el ámbito de carga parcial consiguen buenos valores de NOx (óxidos de nitrógeno).

En combinación con el aparato de mando EDC existe la posibilidad de inyecciones múltiples, especialmente al ralentí y en el funcionamiento con carga parcial.

La preinyección consigue unos valores de ruidos más bajos debido a los picos de presión reducidos.

Mejor comportamiento de arranque en frío gracias a una preinyección.

La presión de inyección se mantiene constante con temperaturas de combustible más altas.

## **1.2 Estructura del sistema Common Rail.**

En la figura (1.1), se describe a cada uno de componentes del sistema Common Rail. La bomba de alta presión (1) recibe el combustible procedente del depósito (2), en cuyo interior se encuentra una bomba de cebado (3) encargado de suministrar el combustible a la bomba de alta presión a través de un filtro (4) provisto, de un decantador de agua y, además, de un sistema de regulación de presión en este primer circuito de alimentación de la bomba de alta presión, con el número (5), está señalado el sistema de calentamiento, que consiste en una derivación del paso de combustible por un conducto que está en contacto con la temperatura del motor diesel. Por otra parte, el sistema de enfriamiento (6) se produce integrando el combustible caliente en un refrigerador que se encuentra en el circuito de retorno del combustible. Toda esta parte descrita es el circuito de baja presión.

El combustible llega en estas condiciones a la bomba de alta presión con una velocidad variable, por este fenómeno la bomba necesita de la presencia de un regulador (7) que se encuentra en el extremo. Cuando la presión es excesiva por girar el motor a un régimen muy elevado, la unidad de mando (EDC<sup>1</sup>) le informa a la válvula desactivadora (8) que disminuya la presión en la bomba.

El resultado de la alta presión conseguido por la bomba se manifiesta en el riel de inyección (9). Aquí se encuentra acumulado el volumen de combustible que resulta necesario para la alimentación de los inyectores. La presión se mantiene constante gracias a la fina regulación que se lleva a cabo en la bomba de alta presión.

Generalmente es en este riel en la que se encuentra una sonda de temperatura del combustible (10) mediante la cual se generan órdenes para que trabajen los sistemas de calentamiento o enfriamiento (5 o 6), y también el captador de la alta presión de diesel (11), que proporciona información sobre la presión del riel de inyección.

A partir del riel de inyección salen los conductos o tubos de impulsión que mandan el combustible a los inyectores (12), de modo que en el interior de las cámaras de estos elementos se transmite el mismo valor de presión a que se encuentra el riel. En la parte superior de cada uno de los inyectores se encuentra una electroválvula (13) comandada directamente por la EDC, que manda impulsos de abertura de esta válvula y, con ello se establece un tiempo muy breve de abertura del inyector, momento que aprovecha el combustible a presión para mezclarse con el aire comprimido. Las electroválvulas deben de ser de conmutación rápida y muy precisa. Por ultimo ver en la figura (fig. 1) el conducto de rebose del combustible (14) que recoge y manda al depósito (2) todo sobrante de combustible que no haya sido necesario utilizar durante el funcionamiento del equipo.

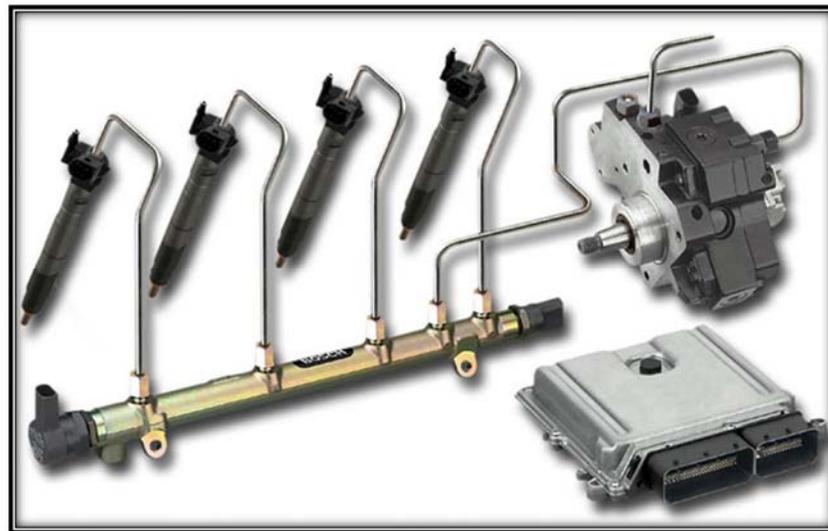


Figura 1. Fotografía del sistema de inyección Common Rail.

Fuente: <http://automotrizenfoto.com/sistema-common-rail-articulo/> 10/10/2013 hora 19:00

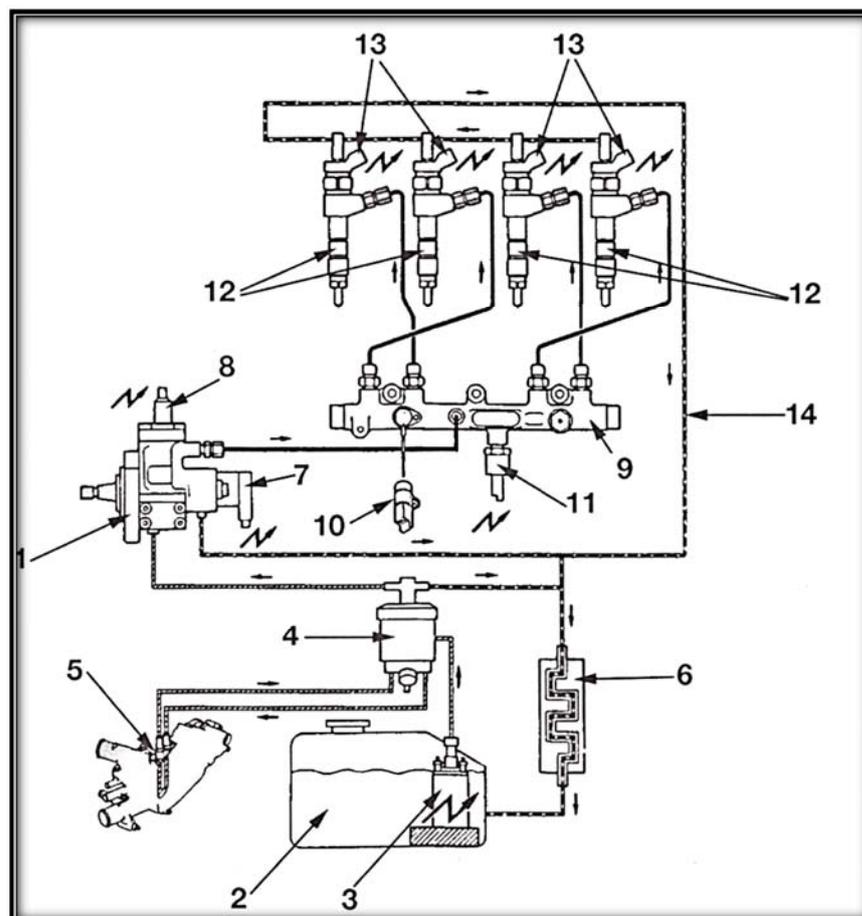


Figura 1.1 Esquema del sistema de inyección Common Rail.

Fuente: CASTRO Miguel, Sistemas electrónicos de la inyección diesel, pp 78.

### 1.2.1 Funcionamiento del sistema Common Rail.

(La condición previa para una combustión eficiente es una buena formación de la mezcla, para ello, el sistema de inyección desempeña un papel central, para inyectar la cantidad exacta de combustible en el momento exacto y con una presión elevada)<sup>2</sup>. Un sistema de inyección de alta presión con buenas perspectivas es el sistema Common Rail. No están acopladas entre sí la generación de presión y la inyección, el combustible para los distintos cilindros procede de un acumulador común, que se mantiene constantemente a alta presión. La presión del acumulador se genera mediante la bomba de alta presión y puede variar en función de las condiciones de servicio, cada cilindro está equipado con un inyector, que se controla mediante una válvula magnética electrónicamente comandada por unidad de mando (EDC). La cantidad de inyección depende de la sección de salida del inyector, la duración de apertura de la válvula magnética y la presión del acumulador.

### 1.2.2 (Especificaciones en el Sistema Common Rail del motor MAN D 28)<sup>2</sup>

| Presión de alimentación | Presión en la riel a ralentí | Presión del sistema de combustible | Presión de apertura de la válvula limitadora de presión | Presión de fuga |
|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|---|-----------------|
| 5 a 6 bars              | 200 a 540 bars               | 2500 bars                          | 2650 a 2750 bars  | 2450 bars       |

| Ralentí y bajas | Carga parcial   | Plena carga |
|-----------------|-----------------|-------------|
| 600 a 800 rpm   | 1200 a 1500 rpm | 2200rpm     |

<sup>1</sup> CASTRO, Miguel “Sistemas electrónicos de la inyección diesel”. Editorial Ceac España 2002.

<sup>2</sup> BURGHOLZER, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002

### 1.3 Circuito de baja presión:

El circuito de baja presión es el encargado de suministrar y dosificar a la bomba de alta presión el combustible necesario con la presión adecuada, está formado por un depósito de combustible, una bomba de transferencia, una cañería, un elemento filtrante y un decantador de agua.

A Circuito de baja presión

B Circuito de alta presión

C Sistema EDC.

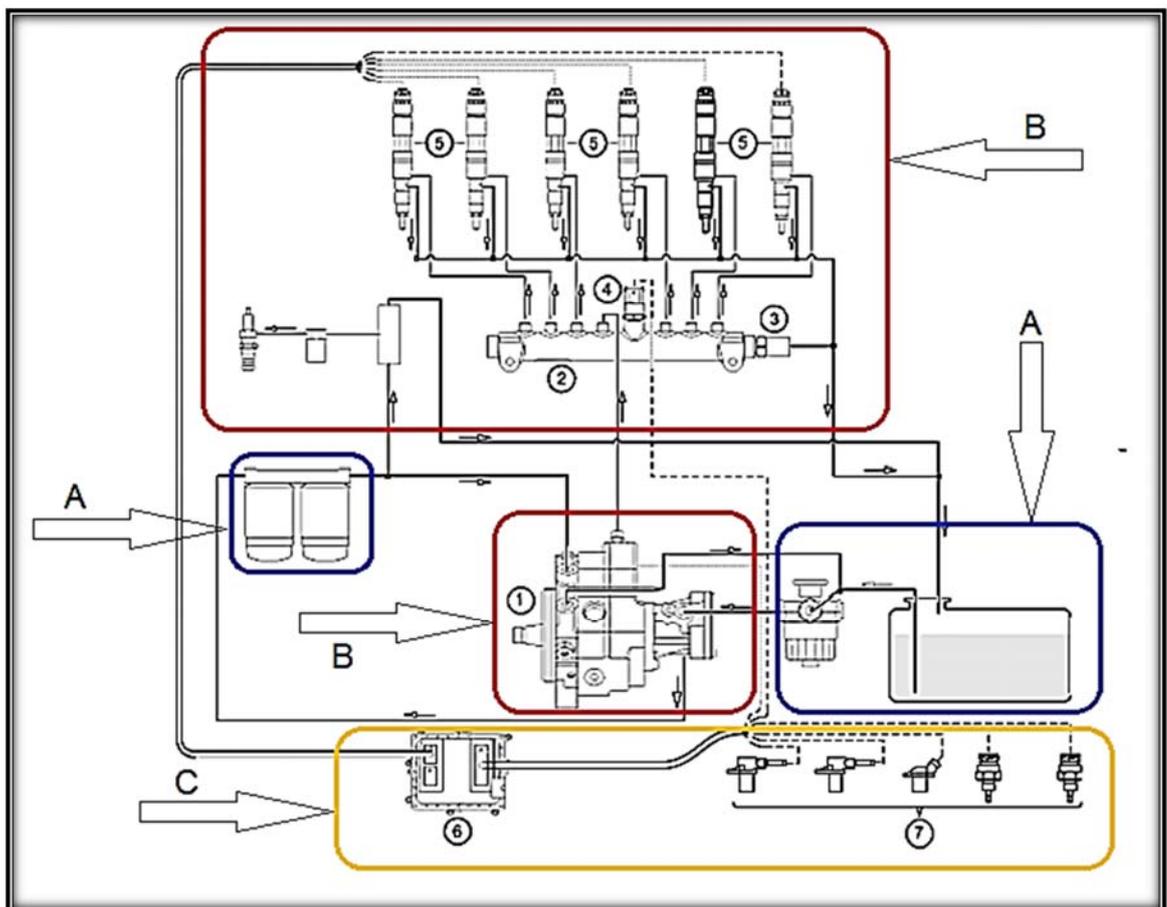


Figura 1.2 Esquema del sistema de inyección Common Rail de baja, alta presión y EDC.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 22 PEes

### 1.3.1 Depósito de combustible

Está construido de aleaciones de aluminio ya que no se corroe con facilidad. Va ubicado en la parte lateral derecha del vehículo. Tiene una capacidad de 52 galones en su interior lleva un reóstato para mantener informado al conductor de la cantidad de combustible que se tiene en el depósito. Posee tres cañerías una como alimentación, el retorno y la de ventilación. En el interior del tanque está dividido de tres cámaras para evitar oleajes del combustible.

### 1.3.2 Elemento filtrante

En la figura (1.3) se muestra la combinación del filtro de combustible, bomba de mano y dispone de un calentador <sup>3</sup>de combustible se utiliza. En la carcasa lleva un sensor de presión de combustible KSC (Service Center)<sup>4</sup> para el control de la presión del combustible en el circuito de baja presión. Por las presiones de inyecciones altas los motores diesel necesitan una mayor protección contra el desgaste por lo que la superficie del filtro es más grande y más fino que los filtros convencionales. El filtro de combustible es de estructura plegable, para mejorar la calidad de filtración, el elemento filtrante es un polímero que se encarga de filtrar partículas grandes así como para el agua presente en el combustible.

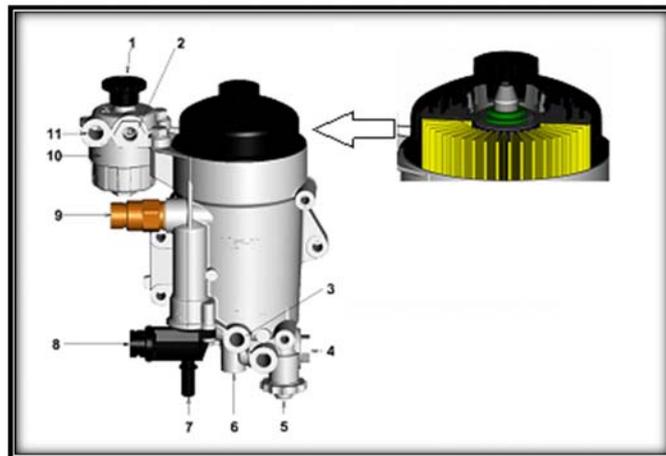


Figura 1.3 Filtro de combustible y bomba de mano

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 35 Pees

<sup>3</sup> BURGHOLZER, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002

1. Bomba de mano
2. Entrada del tanque o filtro
3. La conexión a la bomba de alta presión (de salida)
4. Retorno al tanque de combustible
5. Tapón de vaciado de combustible
6. Conexión al sistema de llama partida
7. Conexión a la bomba de engranajes.
8. Filtro de combustible del calentador
9. Sensor de presión de combustible
10. Filtro de combustible

### **1.3.3 La separación de agua**

La segunda función del filtro de diesel es la separación de agua emulsionada o sin emulsionar para impedir que se produzcan daños en el interior del sistema Common rail debido a la corrosión. El agua se separa por coalescencia en el medio del filtraje (formación de gatitas por una tensión superficial diferente del agua y del combustible). El agua separada se recoge en el recipiente del agua situado en la parte inferior de la carcasa del filtro. El agua se vacía manualmente por medio del tornillo de vaciado de agua. El motor MAN D28 lleva un separador de agua adicional montado en el lado de aspiración.

### **1.3.4 Bomba de transferencia**

En la figura (1.4) se muestra la bomba de transferencia por engranajes, la cual es la encargada de succionar el diesel desde el depósito a través del filtro y enviarlo a la bomba de alta presión, con una presión de transferencia que fluctúa de 6 a 8 bar, está unida a la bomba de alta presión. Se acciona mecánicamente de un piñón impulsor y un piñón conducido, los mismos están engranados entre sí, tienen sentido de giro opuestos, generando un flujo de combustible entre el juego del engrane de los piñones y en el interior de la carcasa. Formando cámaras entre los dientes de los piñones, el cuerpo de la bomba y las placas de presión, lo que genera un semivacío a medida que los dientes de los piñones se separan al rotar en el lado de succión de la bomba. El fluido de combustible circula hacia el espacio generado por el vacío. A medida que los dientes de los piñones se unen en el lado

de descarga de la bomba, el fluido es forzado a salir por el orificio de descarga, lo que genera un flujo de diesel hacia la bomba de alta presión. El caudal es proporcional al número de revoluciones del motor, por eso se regula la cantidad de combustible ya sea mediante una regulación por estrangulación en el lado de aspiración, o ya sea mediante una válvula de rebose en el lado de presión.

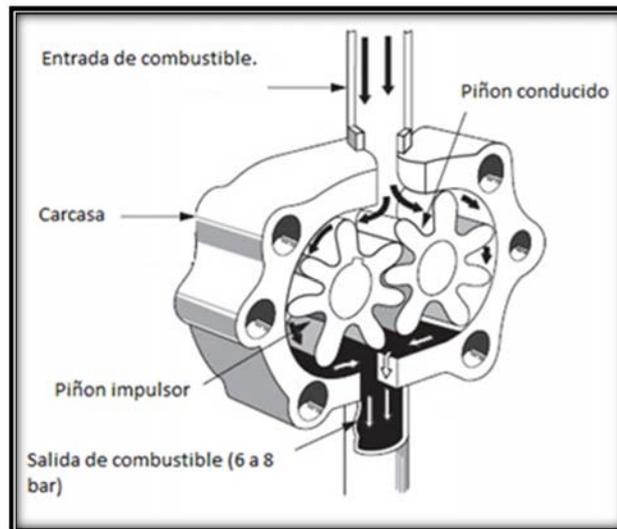


Figura 1.4 Bomba de transferencia por engranajes.

*Fuente:* CASTRO Miguel, Sistemas electrónicos de la inyección diesel, pp 94.

#### 1.4 Sistema de alta presión

En el motor MAN D 28 trabaja con presiones que van desde un rango mínimo de 200 a 540 bar en ralentí y un máximo de 2650 bar en plena carga es considerado como la parte central del sistema de Common Rail. Está compuesto por una bomba de alta presión que genera presiones altas, se utilizan en los motores MAN dos tipos de bomba de alta presión que se distinguen por su tipo de construcción:

La bomba de émbolos radiales CP3.4 se utiliza en motores del tipo de construcción D08, D20 y D28 (motores en línea), figura 1.5

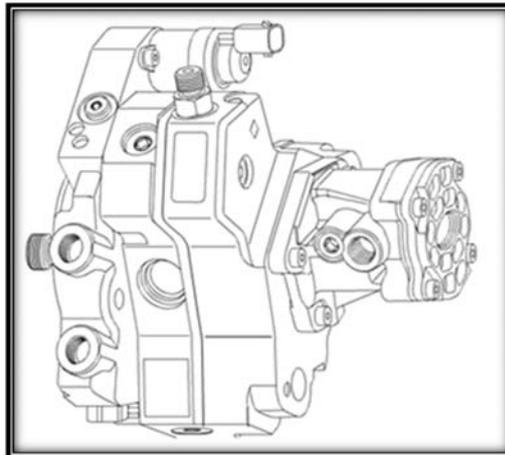


Figura 1.5 Bomba de alta presión CP 3.4.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 35 PEes

La bomba de émbolos en línea CP2/4 se utiliza en el motor D2840 (motor de 10 cilindros en V), figura 1.6.

1. Bomba de alta presión
2. Unidad de dosificación ZME (2 unidades, una por línea de cilindros)
3. Sensor de número de revoluciones (detección del número de revoluciones del árbol de levas y de la posición del árbol de levas)
4. Bomba de alimentación

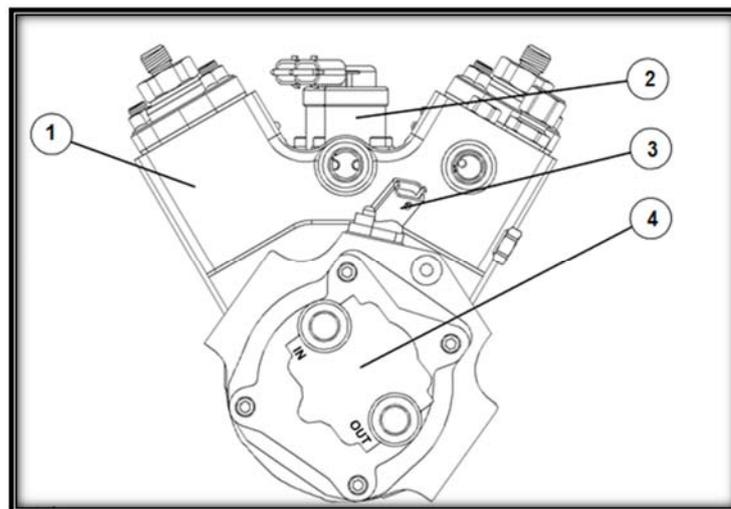


Figura 1.6 Filtro de combustible y bomba de mano.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 35 PEes

### 1.4.1 Funcionamiento de la bomba de alta presión

Ahora se va a describir el funcionamiento de aspiración del combustible como se muestra en la figura (1.7). Cuando la leva (2) se encuentra en su posición baja de acuerdo con su ajuste sobre el eje de arrastre (1), el muelle de recuperación (6) hace descender el pistón de alta presión (3), con lo que se crea un estado de depresión en la cámara de aspiración (15). En virtud de esta depresión, el combustible procedente de la bamba de transferencia, penetra en la cámara llenándola gracias a que la válvula de aspiración (4) se retira y vence a su vez la acción de muelle (16).

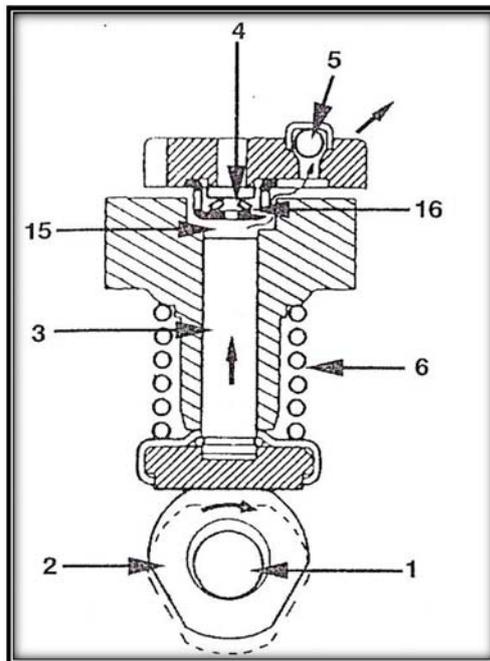


Figura 1.7 Esquema del funcionamiento del mecanismo de impulsión en la posición de aspiración.

*Fuente:* CASTRO Miguel, Sistemas electrónicos de la inyección diesel, pp 98

- 1 Eje de
- 2 Leva
- 3 Pistón de alta presión
- 4 Válvula de aspiración
- 6 Muelle de recuperación arrastre
- 12 Circuito procedente de la bamba de transferencia

### 15 Cámara de aspiración 16 Muelle de la válvula de aspiración

En la figura (1.8), se va a explicar la alimentación del combustible, la fuerza de la leva vence la depresión del muelle de recuperación (6) y el pistón (3) asciende. En el momento que asciende, deja de producirse depresión en la cámara de aspiración (15), el muelle (16) de la válvula de aspiración la empuja y se cierra el conducto de entrada de combustible sellado por la válvula de aspiración. El combustible es lanzado hacia la válvula de bola (5), una vez que adquirido una gran presión por la necesidad del pistón de expulsar todo el combustible que se encuentra en la cámara de aspiración debido al movimiento anterior de descenso. Una vez efectuado el ciclo descrito, la leva vuelve a su posición inferior, lo que hace que el muelle de recuperación vuelva a desplazar el pistón hacia una carrera de descenso. En este momento cesa la presión en la válvula de bola (5), que automáticamente se cierra mientras se abre la válvula de aspiración (4) y de esta forma se reanuda el ciclo.

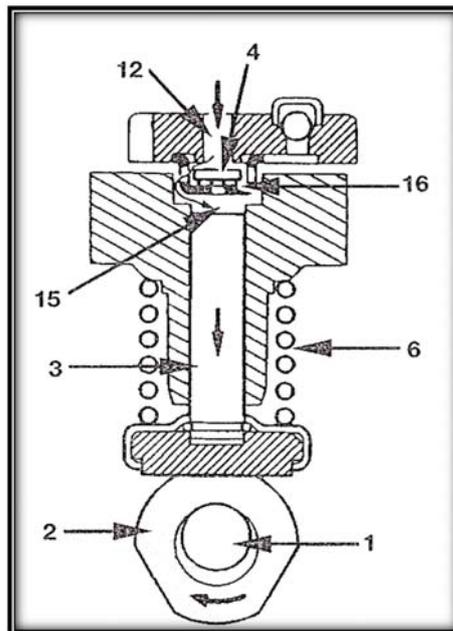


Figura 1.8 Esquema del funcionamiento del mecanismo de impulsión en la posición de aspiración.

*Fuente:* CASTRO Miguel, Sistemas electrónicos de la inyección diesel, pp 99

- 1 Eje de
- 2 Leva
- 3 Pisto de alta presión
- 4 Válvula de aspiración
- 5 Válvula de bola
- 6 Muelle de recuperación arrastre
- 12 Circuito procedente de la bamba de transferencia
- 15 Cámara de aspiración
- 16 Muelle de la válvula de aspiración

#### **1.4.2 Desactivación del tercer pistón de la bomba de alta presión**

Otro elemento fundamental de la bomba de alta presión es el electroimán que controla el funcionamiento del tercer pistón de la bomba. Este elemento puede ser anulado ocasionalmente en su funcionamiento efectivo, de modo que el paso del diesel no se produzca en él en determinados momentos, la bomba lleva una válvula que también es controlada por la EDC. El tercer pistón se desactiva cuando el motor no necesite aumentar la presión del riel de inyección porque el régimen de giro es bajo (menor a 600 rpm).

En la figura (1.9), se muestra la posición cuando el tercer pistón se desactiva. Cuando la bomba de alta presión trabaja a reducido regímenes, en esta situación la EDC activa el electroimán del desactivador (14), desplazando a la varilla de empuje (22) hasta levantar a la válvula de aspiración (4) de su asiento, comprimiendo el muelle de recuperación (16) e impidiendo que se cierre, quedando abierto el conducto de aspiración y el pisto de alta presión (3) no puede comprimir el diesel, por lo tanto no hay presión en este cilindro. En estas condiciones la válvula de bola (5) no actúa de modo que no hay aportación de combustible a presión al circuito de la bomba por parte del tercer pistón. El desactivador trabaja a través de una apertura de corriente de masa dada por la EDC a la electroválvula del desactivador.

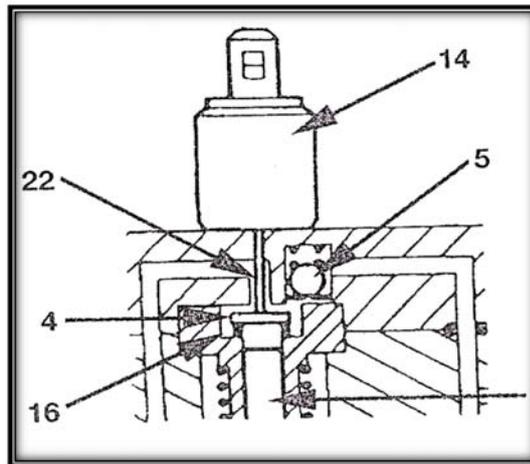


Figura 1.9 Esquema del funcionamiento del desactivador del tercer cilindro de la bomba de alta presión.

*Fuente:* CASTRO Miguel, Sistemas electrónicos de la inyección diesel, pp 106

- 3 Pistón de alta presión
- 4 Válvula de aspiración
- 5 Válvula de compresión de bola
- 14 Electroválvula de desactivación
- 16 Muelle de recuperación
- 22 Varilla de empuje

### 1.5 Sistema de control electrónico EDC (A - 435).

La función principal de la unidad de mando EDC (A 435) figura (1.10) es el control de la cantidad de inyección, la regulación del momento de inyección y el mando del arrancador. (Para que el motor trabaje en cualquier estado de funcionamiento con una combustión óptima, se calcula la cantidad de inyección y el momento de inyección óptimos, respectivamente)<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> BURGHOLZER, Rudolf "Inyección Directa del sistema Common rail". Manual MAN Alemania 2002

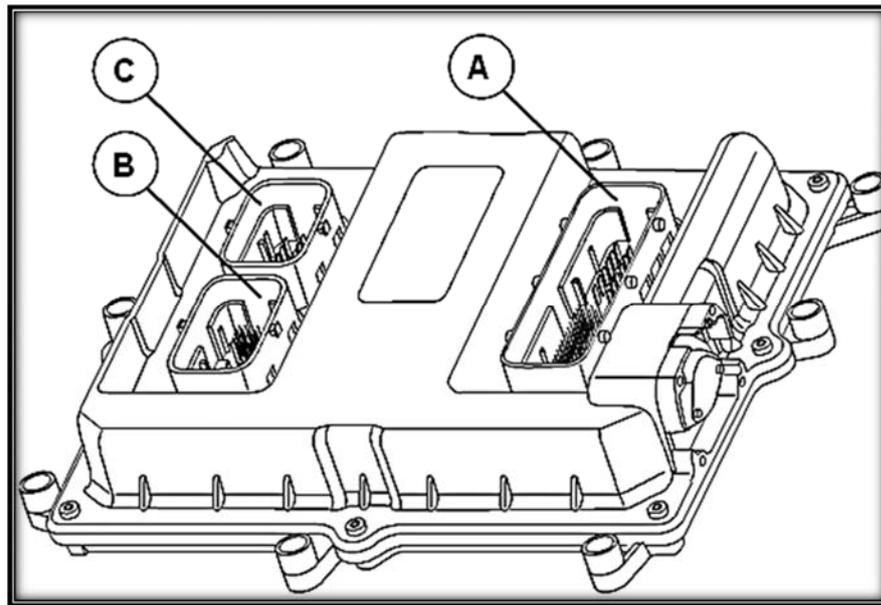


Figura 1.10 Unidad de mando EDC (A 435).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 56 Pees

- A** Conector del motor 89 pines
- B** Conector del vehículo 36 pines
- C** Conector del inyector 16 pines

La unidad de mando valora las señales de los sensores y calcula a partir de ello las señales de mando para los inyectores. El software de la unidad de mando incluye las siguientes agrupaciones de funciones:

- Formación del valor teórico de la cantidad, dosificación de combustible
- Regulación de la presión de combustible con bomba de alta presión
- Desconexión de la presión de combustible
- Regulación de ralentí
- Corte en alta, limitación de humo y de par
- Regulación adaptiva de compensación de cilindros Desconexión de cilindro
- Reciclaje de los gases de escape
- Regulación de la presión de admisión
- Funciones de diagnóstico y control

**1.5.1 Designación del diagrama y de los pines del EDC (A 435) figura (1.11)**

|              |  |
|--------------|--|
| <b>A302</b>  | Ordenador central de a bordo                         |
| <b>A403</b>  | Ordenador de control del vehículo                    |
| <b>A407</b>  | Dotación de instrumentos                             |
| <b>A410</b>  | Pedal acelerador                                     |
| <b>A429</b>  | Interruptor del limitador automático de la velocidad |
| <b>A435</b>  | Unidad de mando EDC A437                             |
| <b>B104</b>  | Sensor de la presión de aceite                       |
| <b>B123</b>  | Sensor de temperatura del aire de admisión           |
| <b>B124</b>  | Sensor de temperatura del refrigerante               |
| <b>B125</b>  | Sensor de la presión de admisión                     |
| <b>B377</b>  | Sensor de la presión de combustible                  |
| <b>B487</b>  | Sensor de la presión de rail                         |
| <b>B488</b>  | Sensor del número de revoluciones del cigüeñal       |
| <b>B489</b>  | Sensor del número de revoluciones del árbol de levas |
| <b>F163</b>  | Fusible de la regulación del motor (borne 30)        |
| <b>F236</b>  | Fusible de la regulación del motor (borne 15)        |
| <b>F355</b>  | Fusible principal 30-2                               |
| <b>H296</b>  | Piloto de control EDC                                |
| <b>H374</b>  | Piloto de control filtro de aire sucio               |
| <b>M100</b>  | Arrancador   |
| <b>Q101</b>  | Interruptor de arranque del encendido                |
| <b>R134</b>  | Grupo de resistencias                                |
| <b>X200</b>  | Conector ISO línea K (conexión MAN-cats diagnóstico) |
| <b>X669</b>  | Conector del bloqueo de arranque                     |
| <b>X1559</b> | Conector del motor/EDC/caja de cambios               |
| <b>X1680</b> | Conector EDC (borne 15)                              |
| <b>X1904</b> | Perno roscado M6 (caja MP)                           |
| <b>X1909</b> | Conector engarzado a presión K-KWP2                  |

|              |  |
|--------------|--|
| <b>X1910</b> | Conector soldado K-KWP2  |
| <b>X1966</b> | Conector cerradura de encendido  |
| <b>X1983</b> | Perno roscado M6 (caja MP)   |
| <b>X2265</b> | Conector del inyector del cilindro 1 y 2                               |
| <b>X2266</b> | Conector del inyector del cilindro 3 y 4                               |
| <b>X2267</b> | Conector del inyector del cilindro 5 y 6                               |
| <b>Y280</b>  | Cilindro de reciclaje de los gases de escape AGR                       |
| <b>Y332</b>  | Unidad de dosificación ZME (válvula proporcional de combustible MProp) |
| <b>Y341</b>  | Inyector del cilindro 1  |
| <b>Y342</b>  | Inyector del cilindro 2  |
| <b>Y343</b>  | Inyector del cilindro 3  |
| <b>Y344</b>  | Inyector del cilindro 4  |
| <b>Y345</b>  | Inyector del cilindro 5  |
| <b>Y346</b>  | Inyector del cilindro 6  |
| <b>ZDR</b>   | Interfaz del número de revoluciones intermedio                         |

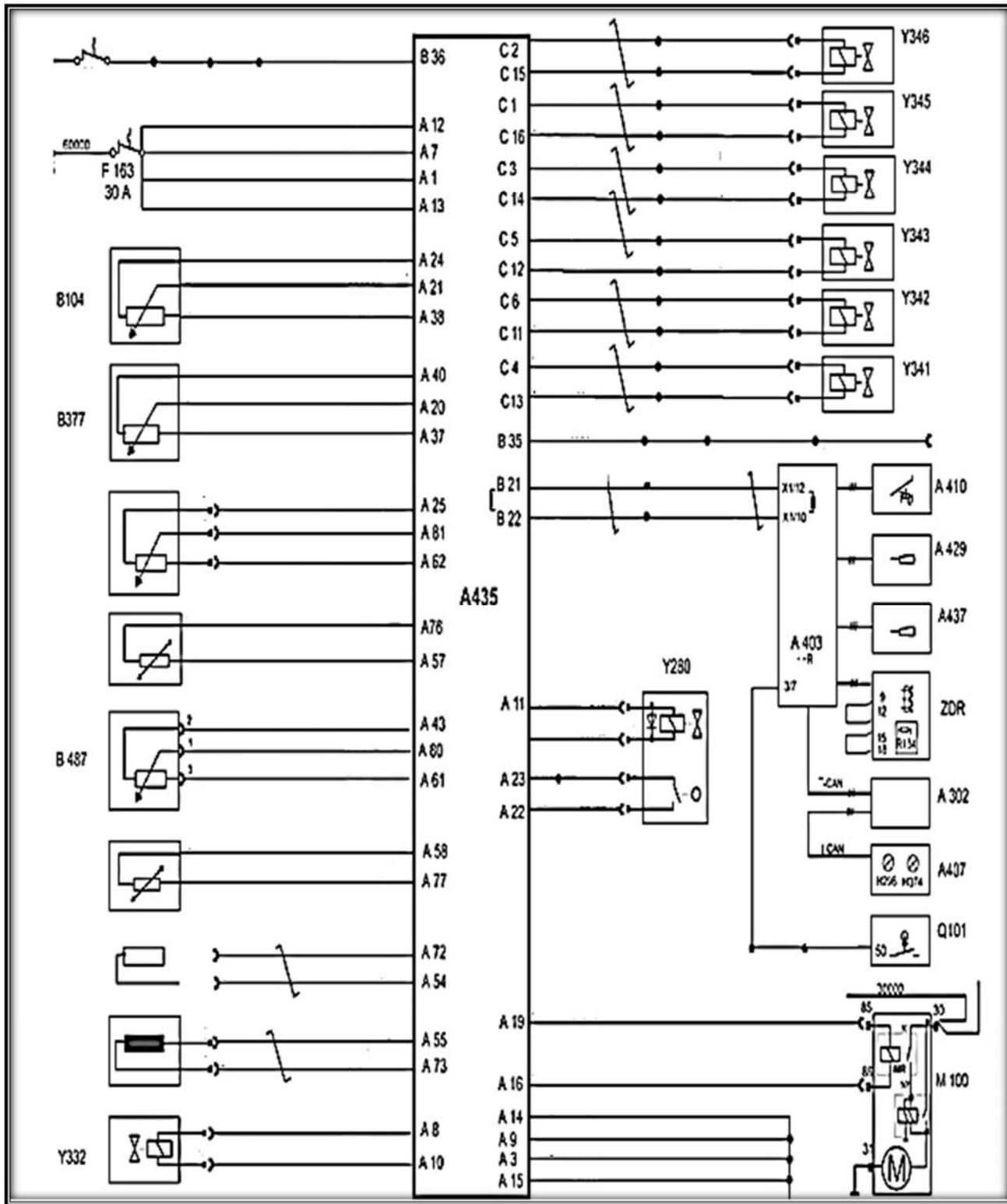


Figura 1.11 Esquema de la Unidad de mando EDC (A 435).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 83 PEes

En las siguientes tablas se muestran a cada pin de los conectores del EDC

### 1.5.2 Asignación de pines del conector A tabla (1) figura (1.12)

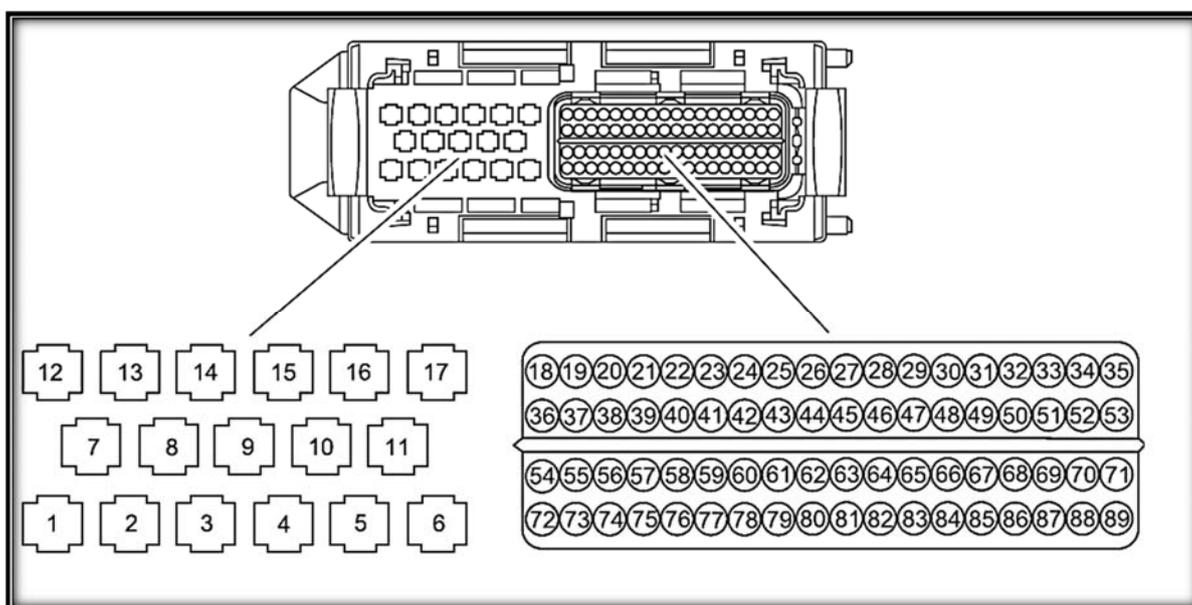


Figura 1.12 Conector (A) de la Unidad de mando EDC (A 435).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 96 Pees

| Pin | Nº línea/color | Función  |
|-----|----------------|--|
| A01 | 60034          | Batería +  |
| A02 | ---            | No asignado (reserva para actuador de reg. presión               |
| A03 | 31000          | Masa   |
| A04 | ---            | No asignado<br>(reserva para actuador de reg. presión adm. masa) |
| A05 | ---            | No asignado  |
| A06 | ---            | No asignado  |
| A07 | 60035          | Batería +  |
| A08 | 60373          | Entrada ZME  |
| A09 | 31000          | Masa   |
| A10 | 60374          | Masa ZME   |
| A11 | 60340          | Masa actuador AGR  |
| A12 | 60036          | Batería +  |
| A13 | 60033          | Batería +  |

| <b>Pin</b> | <b>Nº línea/color</b> | <b>Función</b>                                     |
|------------|-----------------------|--|
| A14        | 31000                 | Masa   |
| A15        | 31000                 | Masa   |
| A16        | 60314                 | Entrada arrancador IMR                             |
| A17        | 60367                 | Entrada actuador AGR                               |
| A18        | ---                   | No asignado  |
| A19        | 31330                 | Masa arrancador IMR                                |
| A20        | 60137                 | Entrada del de baja presión de combustible         |
| A21        | 60134                 | Entrada del de la presión de aceite                |
| A22        | 60153                 | Acuse de recibo AGR sensor de posición             |
| A23        | 60031                 | Alimentación AGR sensor de posición                |
| A24        | 60156                 | Alimentación sensor de la presión de aceite        |
| A25        | 60159                 | Alimentación sensor de la presión de admisión      |
| A26        | ---                   | No asignado  |
| A27        | ---                   | No asignado  |
| A28        | ---                   | No asignado  |
| A29        | ---                   | No asignado  |
| A30        | ---                   | No asignado  |
| A31        | ---                   | No asignado  |
| A32        | ---                   | No asignado  |
| A33        | ---                   | No asignado  |
| A34        | ---                   | No asignado  |
| A35        | ---                   | No asignado  |
| A36        | ---                   | No asignado  |
| A37        | 60158                 | Masa sensor de baja presión de combustible         |
| A38        | 60135                 | Masa sensor de la presión de aceite                |
| A39        | ---                   | No asignado  |
| A40        | 60155                 | Alimentación sensor de baja presión de combustible |
| A41        | ---                   | No asignado  |
| A42        | ---                   | No asignado  |
| A43        | 60161                 | Alimentación sensor de la presión de rail          |
| A44        | ---                   | No asignado  |
| A45        | ---                   | No asignado  |
| A46        | ---                   | No asignado  |
| A47        | ---                   | No asignado  |
| A48        | ---                   | No asignado  |
| A49        | ---                   | No asignado  |
| A50        | ---                   | No asignado  |
| A51        | ---                   | No asignado  |
| A52        | ---                   | No asignado  |
| A53        | ---                   | No asignado  |

| <b>Pin</b> | <b>Nº línea/color</b> | <b>Función</b>                                     |
|------------|-----------------------|--|
| A54        | gris/marrón           | Masa sensor de número de revoluciones del árbol de |
| A55        | gris/blanco           | Masa sensor de número de revoluciones del cigüeñal |
| A56        | ---                   | No asignado  |
| A57        | 60100                 | Masa sensor de temperatura del aire de admisión    |
| A58        | 60101                 | Masa sensor de temperatura del refrigerante        |
| A59        | ---                   | No asignado  |
| A60        | ---                   | No asignado  |
| A61        | 60160                 | Masa sensor de la presión de rail                  |
| A62        | 60141                 | Masa sensor de la presión de admisión              |
| A63        | ---                   | No asignado  |
| A64        | ---                   | No asignado  |
| A65        | ---                   | No asignado  |
| A66        | ---                   | No asignado  |
| A67        | ---                   | No asignado  |
| A68        | ---                   | No asignado  |
| A69        | ---                   | No asignado  |
| A70        | ---                   | No asignado  |
| A71        | ---                   | No asignado  |
| A72        | Gri                   | Entrada del de número de revoluciones del árbol de |
| A73        | gris/verde            | Entrada del de número de revoluciones del cigüeñal |
| A74        | ---                   | No asignado (salida de señal número de             |
| A75        | ---                   | No asignado  |
| A76        | 60151                 | Entrada del de temperatura del aire de admisión    |
| A77        | 60131                 | Entrada del de temperatura del refrigerante        |
| A78        | ---                   | No asignado  |
| A79        | ---                   | No asignado  |
| A80        | 60162                 | Entrada del de la presión de rail                  |
| A81        | 60102                 | Entrada del de la presión de admisión              |
| A82        | ---                   | No asignado  |
| A83        | ---                   | No asignado  |
| A84        | ---                   | No asignado  |
| A85        | ---                   | No asignado  |
| A86        | ---                   | No asignado  |
| A87        | ---                   | No asignado  |
| A88        | ---                   | No asignado  |
| A89        | ---                   | No asignado  |

**1.5.3 Asignación de pines del conector B tabla (2) figura (1.13)**

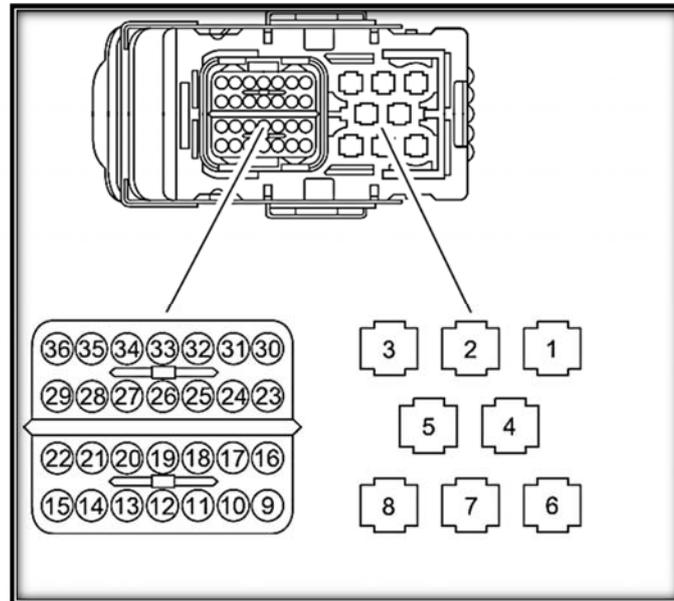


Figura 1.13 Conector (B) de la Unidad de mando EDC (A 435).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 104 Pees

| Pin | Nº línea/color | Función     |
|-----|----------------|-------------|
| B01 | ---            | No asignado |
| B02 | ---            | No asignado |
| B03 | ---            | No asignado |
| B04 | ---            | No asignado |
| B05 | ---            | No asignado |
| B06 | ---            | No asignado |
| B07 | ---            | No asignado |
| B08 | ---            | No asignado |
| B09 | ---            | No asignado |
| B10 | ---            | No asignado |
| B11 | ---            | No asignado |
| B12 | ---            | No asignado |
| B12 | ---            | No asignado |
| B13 | ---            | No asignado |
| B14 | ---            | No asignado |
| B15 | ---            | No asignado |
| B16 | ---            | No asignado |

| Pin | Nº línea/color | Función     |
|-----|----------------|-------------|
| B17 | ---            | No asignado |
| B18 | ---            | No asignado |
| B19 | ---            | No asignado |
| B20 | ---            | No asignado |
| B21 | verde/negro    | M-CAN low   |
| B22 | negro/verde    | M-CAN high  |
| B23 | ---            | No asignado |
| B24 | ---            | No asignado |
| B25 | ---            | No asignado |
| B26 | ---            | No asignado |
| B27 | ---            | No asignado |
| B28 | ---            | No asignado |
| B29 | ---            | No asignado |
| B30 | ---            | No asignado |
| B31 | ---            | No asignado |
| B32 | ---            | No asignado |
| B33 | ---            | No asignado |
| B34 | ---            | No asignado |
| B35 | 60201          | ISO línea K |
| B36 | 15014          | Borne 15    |

#### 1.5.4 Asignación de pines del conector C tabla (3) figura (1.14)

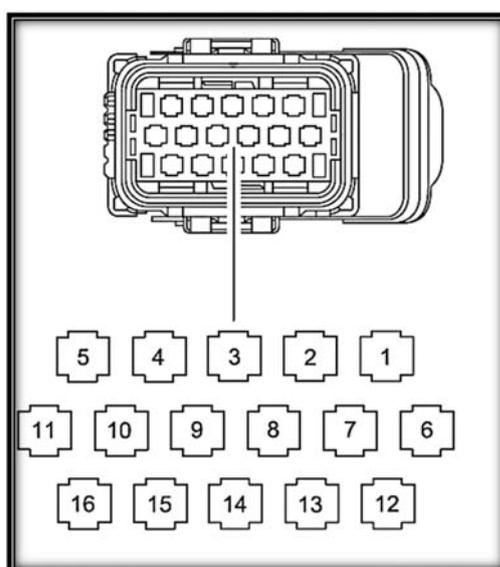


Figura 1.14 Conector (C) de la Unidad de mando EDC (A 435).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 104 Pees

| <b>Pin</b> | <b>Nº línea/color</b> | <b>Función</b>                                       |
|------------|-----------------------|--|
| C01        | Negro                 | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 5 |
| C02        | Rojo                  | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 6 |
| C03        | Rojo                  | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 4 |
| C04        | Negro                 | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 1 |
| C05        | Negro                 | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 3 |
| C06        | blanco/rojo           | Inyector del cilindro 2                              |
| C07        | ---                   | No asignado  |
| C08        | ---                   | No asignado  |
| C09        | ---                   | No asignado  |
| C10        | ---                   | No asignado  |
| C11        | Rojo                  | Señal alta (high signal) del inyector del cilindro 2 |
| C12        | blanco/negro          | Inyector del cilindro 3                              |
| C13        | blanco/negro          | Inyector del cilindro 1                              |
| C14        | blanco/rojo           | Inyector del cilindro 4                              |
| C15        | blanco/rojo           | Inyector del cilindro 6                              |
| C16        | blanco/negro          | Inyector del cilindro 5                              |

## CAPITULO II

### Componentes del Sistema CRDI del motor MAN D28

#### 2.1 Bomba de alta presión CP3.4

La bomba de alta presión CP 3.4 es la encargada de generar la alta presión necesaria para la inyección a demás transportar la cantidad suficiente de combustible en todos los regímenes de funcionamiento del motor TGS MAN D 28. La bomba de alta presión es accionada por el motor y la bomba es lubricada con aceite.

#### Lugar de montaje

La bomba de alta presión es accionada por el motor y está instalada en el mismo lugar que una bomba de inyección convencional en el motor. Como se muestra en la figura 2.1

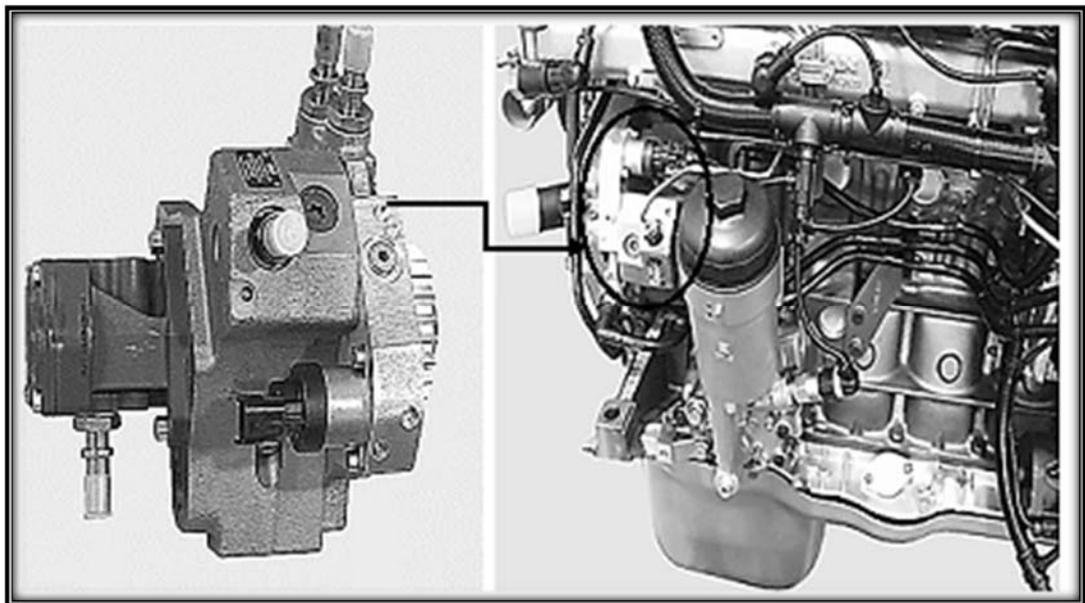


Figura 2.1 Bomba de alta presión CP 3.4

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 65 PEes

## 2.2 Unidad de dosificación ZME (válvula proporcional de dosificación de combustible MProp)

La unidad de dosificación ZME (MProp) es un accionador para la regulación de la presión del combustible en el acumulador de alta presión (Rail). La unidad de dosificación ZME se regula mediante una salida PWM (señal modulada de duración de impulsos). La unidad de dosificación y la bomba de alta presión se ajustan entre sí en su fabricación. Por esta razón, siempre se tiene que utilizar una unidad de dosificación de recambio para fines de comprobación. No se debe usar nunca la unidad de dosificación de otra bomba de alta presión o de otro vehículo.

Una unidad de dosificación que funciona correctamente regula en un intervalo muy estrecho, es decir:

Relación duración y período al 100 por ciento la Unidad de dosificación está cerrada (anulación de combustible). Con la relación duración y período al 0 por ciento la Unidad de dosificación está abierta (alimentación máxima de combustible). MProp significa válvula proporcional de dosificación de combustible.

### Lugar de montaje

La unidad de dosificación se encuentra en el lado de admisión de la bomba de alta presión y está atornillada en la carcasa de la bomba de alta presión. Como se muestra en figura 2.2

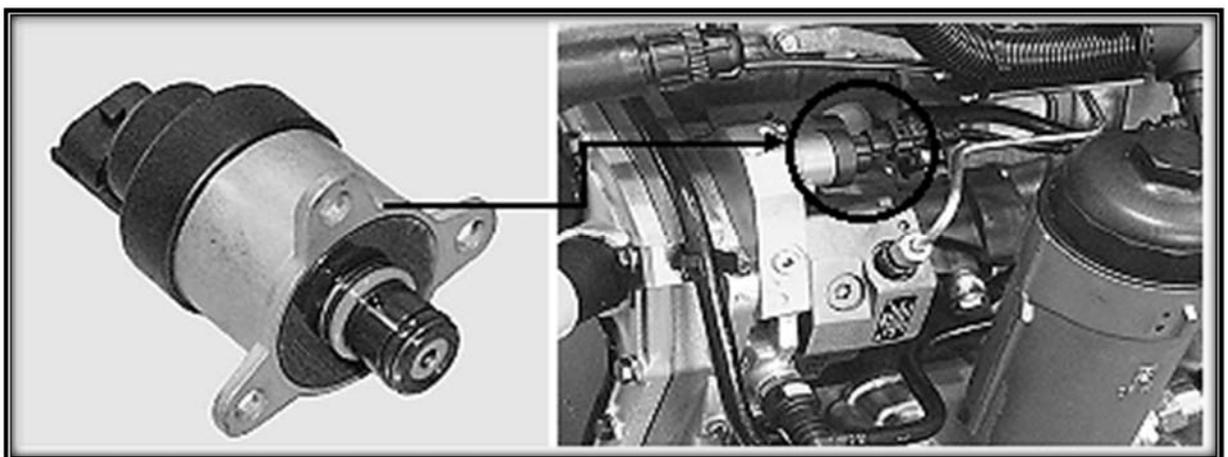


Figura 2.2 Unidad de dosificación ZME.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 68 Pees

### 2.2.1 Designación de pines

| Pin | Funcion              | Unidad dce mando A 435 |
|-----|----------------------|------------------------|
| 1   | Señal de entrada PWM | A 08                   |
| 2   | Masa del sensor      | A 10                   |

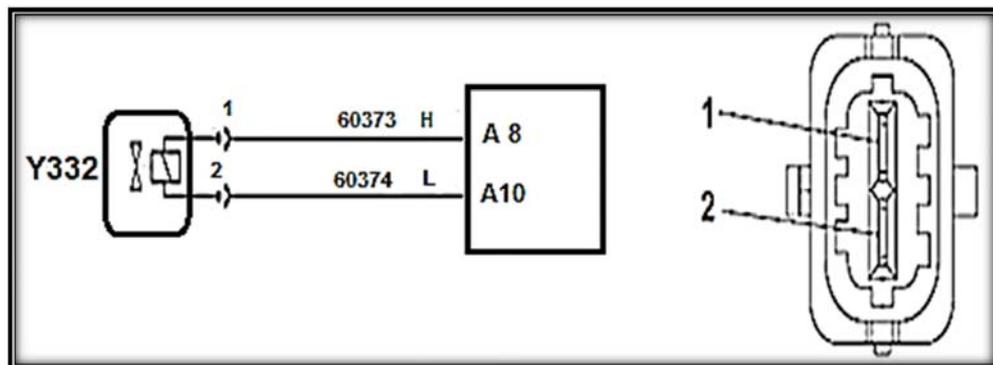


Figura 2.3 Conector y diagrama de la unidad dosificadora ZME

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 69 PEes

### 2.3 Acumulador de alta presión (Riel)

El nombre "Common Rail" está basado en el tipo de construcción y el funcionamiento del acumulador de alta presión. El combustible se inyecta mediante este acumulador común (Common), que es al mismo tiempo una regleta o barra de distribución (Rail), en los distintos cilindros del motor provistos de inyectores. Para ello, el combustible está constantemente bajo una presión elevada y sólo debe tomarse en el momento exacto. El combustible llega de la bomba de alta presión a través de una tubería al acumulador de alta presión. Para cada cilindro existe una conexión en el acumulador de alta presión. A través de esta conexión y una tubería, el combustible llega al inyector.

El acumulador tiene una función principal de almacenar combustible con alta presión, con el volumen almacenado de rail se amortigua variaciones de presión causadas por la alimentación de combustible de la bomba de alta presión, así como la inyección. El volumen del rail está calculado de manera que la presión se puede mantener en un valor prácticamente constante incluso en caso de

retirada de grandes cantidades de combustible. Con esto se asegura que la presión de inyección se mantenga constante al abrir los inyectores. En el motor TGS MAN D28 se instalaron rail adaptados a las distintas variantes del sistema de inyección Common Rail que están dimensionados para presiones de inyección de 2650 bar.

(El acumulador de alta presión es un tubo construido de acero forjado. Según el tipo de motor presenta distintos diámetros y longitudes)<sup>5</sup>. Para evitar fluctuaciones de presión se intenta ofrecer un volumen lo más grande posible, es decir, el tubo debe ser lo más largo posible y presentar un diámetro grande, para un arranque del motor rápido es favorable un volumen pequeño y es necesaria una concepción lo más exacta posible del volumen para adaptarlo al motor.

### Lugar de montaje

El acumulador de alta presión está fijado lateralmente en el bloque del motor, cerca de la bomba de alta presión. Como se muestra en figura 2.4

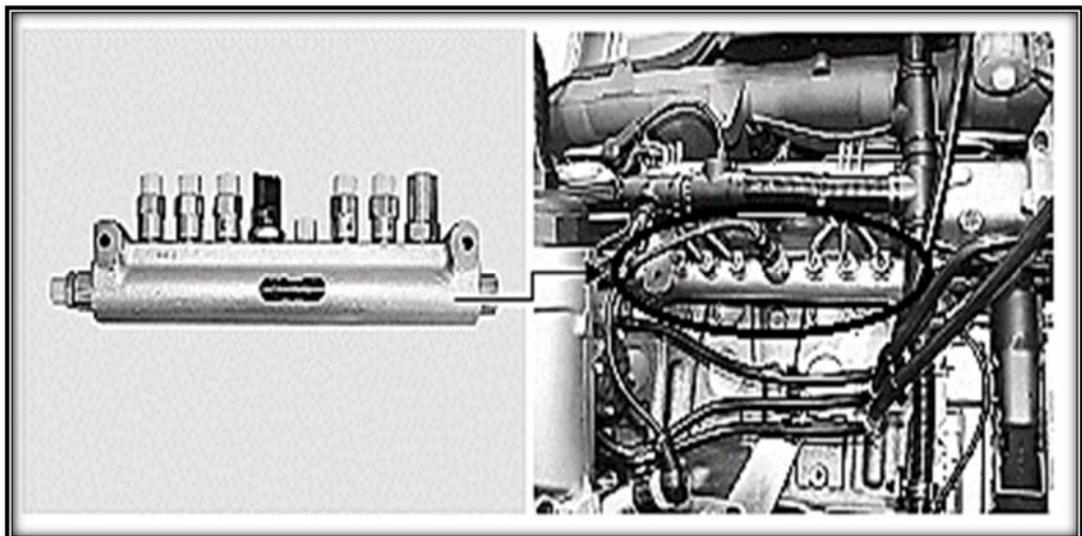


Figura 2.4 Acumulador de alta presión (Riel).

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 70 PEes

### 2.4 Válvula limitadora de presión (DBV) de dos etapas

---

<sup>5</sup> BURGHOLZER, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002

La válvula limitadora de presión de dos etapas está montada en el acumulador de alta presión Riel y tiene la función de una válvula de seguridad, la cual delimita la presión en el rail. Cuando se sobrepasa la presión máxima del sistema de 2650 bares, el émbolo se abre por la presión en el rail y se abre el orificio de salida. En el estado de funcionamiento normal, el resorte mantiene el émbolo a presión en el asiento de válvula, de modo que el rail permanezca incomunicado, como se muestra en la figura 2.5.

La válvula limitadora de presión está formada por dos émbolos. En caso de haber una sobrepresión, se mueve el primer émbolo y libera permanentemente una sección parcial, a través de la cual puede salir el combustible del rail. En este caso, la presión de rail se mantiene constante en aproximadamente 700 a 800 bares. El motor sigue funcionando y el vehículo puede llevarse cualquier taller de servicio de MAN con una cantidad de plena carga reducida. La válvula limitadora de presión de dos etapas no vuelve a cerrar hasta que se apague el motor o la presión del rail haya caído por debajo de 50 bares. En el caso que la válvula limitadora de presión este en un estado defectuoso, se abre la unidad de dosificación de combustible, bloqueándose al mismo tiempo la toma de combustible mediante inyecciones. La presión de rail aumenta fuertemente, hasta alcanzar la presión de abertura de la válvula limitadora de presión.

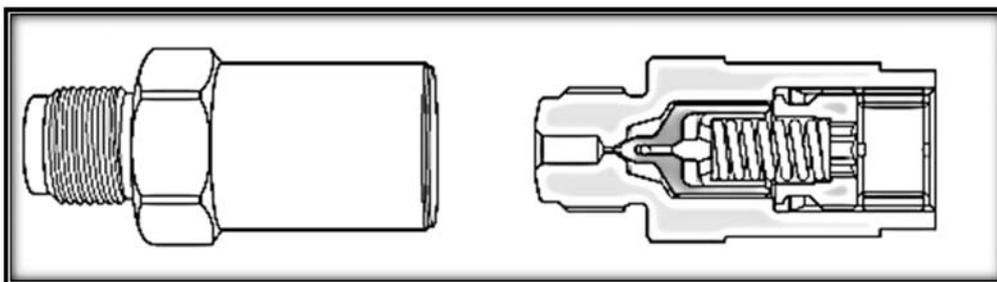


Figura 2.5 Sensor de presión de la Válvula limitadora de presión (DBV) de dos etapas

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 76 PEes

## Lugar de montaje

La válvula limitadora de presión está montada en el acumulador de alta presión Rail.  
Esta imagen muestra el montaje en el motor TGS MAN D28.

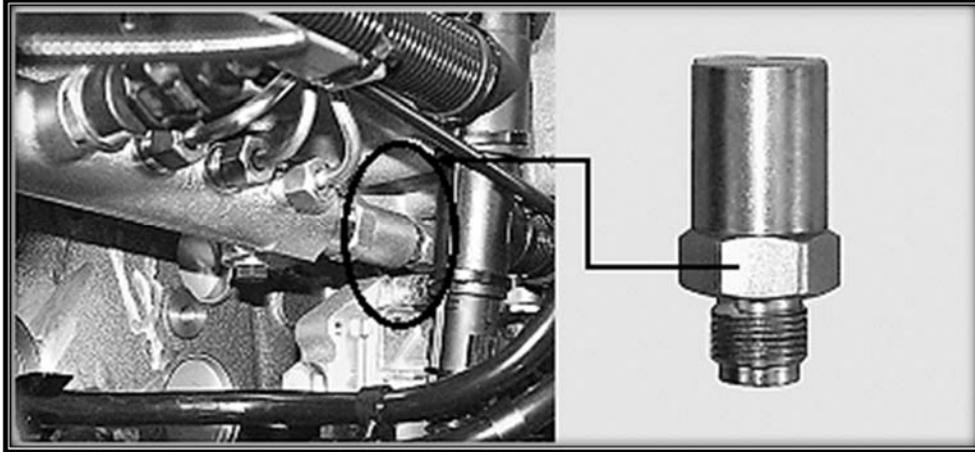


Figura 2.6 Disposición de la válvula limitadora de presión DBV

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 72 PEes

## 2.5 Sensor de la presión de riel

El EDC necesita conocer en todo instante el estado de presión en el interior del acumulador de alta presión Rail, pues tiene que elaborar una orden para la apertura de los inyectores, y esta orden se da en unidades de tiempo, la cantidad suministrada por la tobera depende de la presión a que sea sometido el combustible en el circuito, dicho circuito viene determinado por la presión a que se halla el acumulador de alta presión Rail. El sensor de la presión de rail controla la presión de combustible en el acumulador de alta presión. El objetivo es garantizar una presión predeterminada en el Rail, según el estado de funcionamiento del motor.

### 2.5.1 Curva característica del sensor de la presión de riel.

El alcance de medición del sensor fluctúa de 0 bares a 0 voltios y 2650 bares a 4.5 voltios, como se indica en la tabla de los datos específicos con una curva isobaras representada gráficamente. Dichos valores son del motor TGS MAN D 28.

### 2.5.2 Designacion de pines

| Pin | Funcion                           | Unidad de mando A 435 |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1   | Masa del sensor                   | A 61                  |
| 2   | Señal de salida                   | A 80                  |
| 3   | Alimentacion de tension 5 voltios | A 43                  |

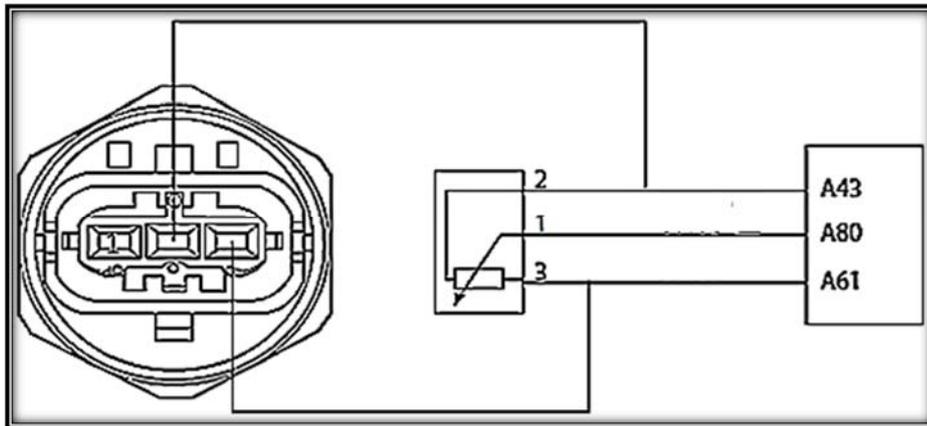


Figura 2.7. Conector y diagrama del sensor de presión.

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 77 Pees

### Lugar de montaje

El sensor de la presión de rail está montado en el acumulador de alta presión Rail. Esta imagen muestra el montaje del sensor.

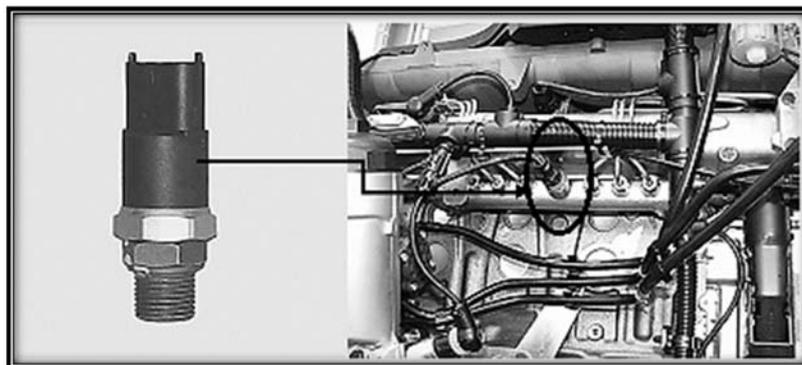


Figura 2.8 Sensor de la presión de rail.

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 80 Pees

## 2.6 Inyector

Con el inyector, se inyecta el combustible en la cámara de combustión. La unidad de mando EDC indica la duración de inyección dando la excitación en la bobina de inyección para realizar la preinyección, inyección principal y pos inyección, así como el momento de inyección también controla la válvula magnética en el inyector. Los inyectores están dispuestos en el mismo lugar que los inyectores convencionales en la culata. Como se muestra en la figura 2.10



Figura 2.9 Disposición de los inyectores

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 88 Pees

Las fuerzas necesarias para abrir y cerrar la aguja de la tobera no se pueden generar únicamente con una válvula magnética. Por este motivo, la aguja de la tobera se activa de forma indirecta a través de un sistema de amplificación de fuerza hidráulico. Con la válvula magnética cerrada existe en todo el volumen de cámara la misma presión que en el rail. La aguja de inyector se aprieta hacia su asiento por el resorte como se muestra en la figura 2.10

Al abrir la válvula magnética fluye combustible de la cámara de control de la válvula al retorno de combustible. El estrangulador de entrada impide la compensación completa de la presión; la presión en la cámara de control de la válvula desciende. La sobrepresión en el volumen de cámara eleva la aguja de inyector en contra de la fuerza del resorte del inyector y la inyección se inicia como se muestra en la figura 2.10

Se deja de activar la válvula magnética y ésta cierra la apertura hacia el retorno de combustible.

Con la presión en la cámara de control de la válvula aumenta la fuerza que actúa sobre el émbolo de mando. En consecuencia, se cierra la aguja de inyector finalizando la inyección. La hermetización de los inyectores frente a la cámara de combustión se realiza mediante una arandela de estanqueidad de cobre.

### Estructura del inyector

1. Aguja de inyector.
2. Cuerpo de inyector.
3. Retorno de combustible.
4. Pistón de válvula.
5. Anillo de junta.
6. Elemento de válvula.
7. Bola de válvula.
8. Tuerca de fijación.
9. Bobina magnética.
10. Núcleo de imán.
11. Bulón de conexión.
12. Bola de estanqueidad.
13. Resorte de válvula.
14. Placa anclaje.
15. Estrangulador de salida.
16. Estrangulador de entrada.
17. Conexión de alta presión.
18. Resorte del inyector.
19. Casquillo-guía.

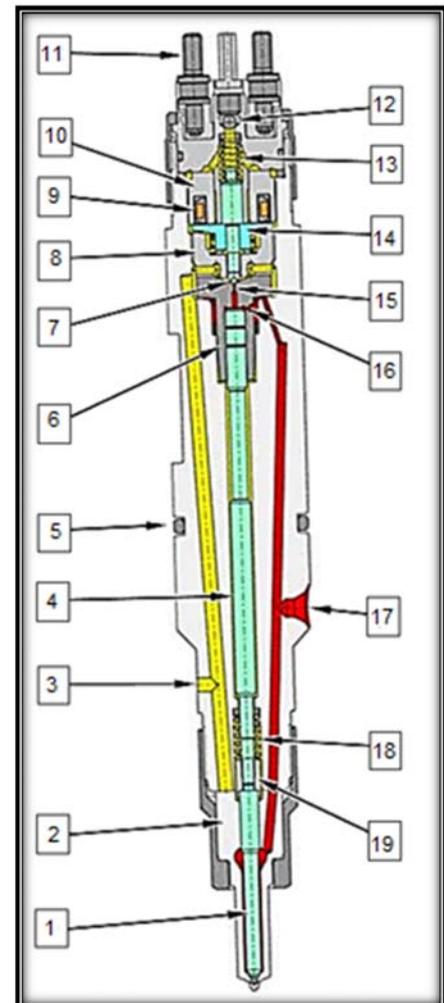


Figura 2.10 Inyector

Fuente: manual MAN Alemania 2002, pp 86 PEes

## 2.7 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal

Mediante este sensor dispuesto en la rueda volante se mide el ángulo de calaje del cigüeñal. Esta información es decisiva para el momento de control correcto de los inyectores de los distintos cilindros. La rueda transmisora está realizada como rueda incremental. Por lo tanto, este sensor del número de revoluciones se denominará en lo sucesivo sensor incremental del número de revoluciones por unidad de tiempo.

La rueda incremental forma parte integrante de la rueda volante y tiene  $60 - 2 = 58$  dientes (6x5 mm), que están dispuestos a una distancia de  $6^\circ$ . Faltan dos dientes para formar un hueco. Este hueco sirve para determinar la posición angular de 360 grados de calaje del motor (una vuelta del cigüeñal) y está asignado a una determinada posición del cigüeñal del cilindro 1.

El motor puede arrancar también sólo con sensor del cigüeñal o sólo con sensor del árbol de levas. En el servicio sólo con sensor del cigüeñal, se realizan inyecciones de prueba en el proceso de arranque en el punto muerto superior de cambio de gases y en el punto muerto superior de encendido, puesto que la EDC debe buscar en primer lugar el punto muerto superior de encendido correcto al trabajar sin el sensor del árbol de levas. Si la unidad de mando EDC detecta una reacción del número de revoluciones (encendido), ha encontrado el punto muerto superior correcto y el motor arranca funciona de la misma forma que con dos sensores.

El sensor incremental del número de revoluciones por unidad de tiempo está formado por un imán permanente y una bobina con un elevado número de espiras. El campo magnético del imán (está en contacto) con la parte de la máquina en rotación a detectar, en este caso, con la rueda incremental dispuesta en el cigüeñal.

Cuando un taladro pasa por el sensor, se aumenta el flujo de corriente o se debilita en los huecos dispuestos entre los taladros. Esto genera una tensión de inducción en la bobina del sensor, que es valorada por la unidad de mando electrónica. En la señal sinusoidal del sensor debe producirse primero la media onda positiva. La distancia entre el sensor y la rueda incremental es de aproximadamente de 1 milímetro.

### 2.7.1 Designación de pines

| Pin | Funcion         | Unidad dce mando A 435 |
|-----|-----------------|------------------------|
| 1   | Señal de salida | A 73                   |
| 2   | Masa del sensor | A 55                   |

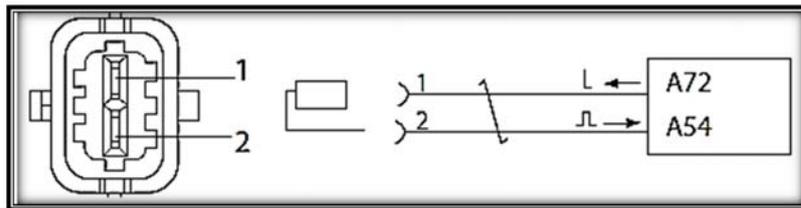


Figura 2.11. Conector y diagrama del sensor de número de revoluciones del cigüeñal.

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 90 PEes

### Lugar de montaje

El sensor incremental del número de revoluciones por unidad de tiempo está montado en la carcasa de la rueda volante. La imagen 2.12 muestra el montaje del sensor.

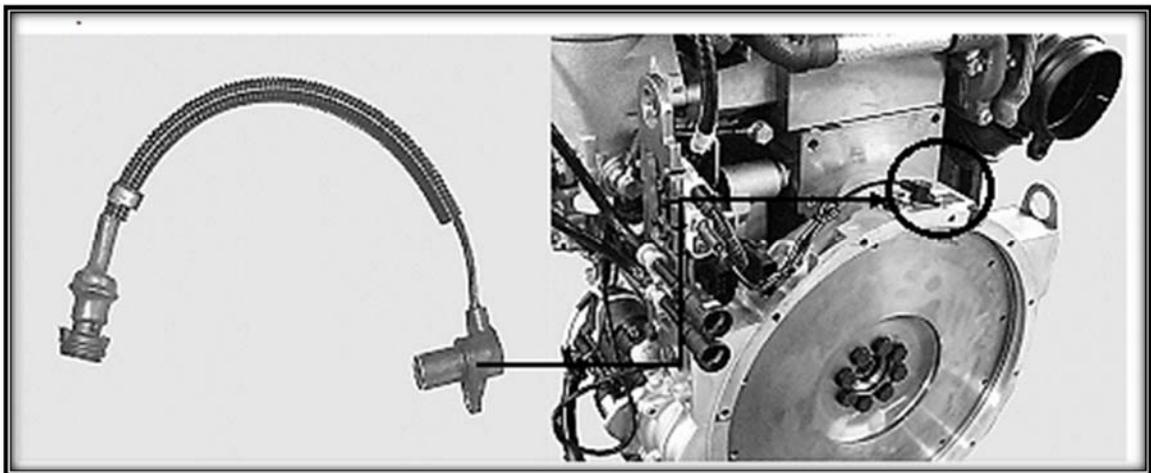


Figura 2.12 Sensor del número de revoluciones del cigüeñal

*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 91 PEes

## 2.8 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas

El árbol de levas controla las válvulas de entrada y de salida del motor. Por regla general, gira con la mitad de revoluciones que el cigüeñal. De su posición depende si un émbolo se encuentra en la fase de compresión o en la fase de escape, mientras se desplaza hacia el punto muerto superior. Durante el proceso de arranque, esta información no puede obtenerse a partir de la posición del cigüeñal. Durante la marcha, en cambio, basta con la información generada por el sensor incremental del número de revoluciones dispuesto en el cigüeñal para determinar la posición del motor. Esto significa que, en caso de un fallo del sensor de número de revoluciones en el árbol de levas durante la marcha, la unidad de mando sigue conociendo la posición del motor.

La rueda transmisora está realizada como rueda de segmentos y es accionada por el árbol de levas. Por lo tanto, este sensor del número de revoluciones se denominará en lo sucesivo sensor de segmentos del número de revoluciones. La rueda de segmentos se llama también rueda de fases. Tiene una marca de fase por cilindro (6 marcas en motores de 6 cilindros) y una marca de sincronización. La marca de fase es un diente en la rueda de fases. Las marcas de fases están distribuidas a distancias uniformes a lo largo de la rueda de fases. La marca de sincronización es una marca adicional en la rueda de fases, que está dispuesta poco detrás de una de las marcas de fases. Sirve para la determinación angular del motor a lo largo de  $720^\circ$  ángulo de calaje. En el servicio sólo con el sensor del árbol de levas, están almacenadas correcciones angulares en la unidad de mando, de modo que el momento de inyección pueda determinarse correctamente, también sin un cálculo exacto del ángulo de calaje mediante el sensor incremental.

(La estructura y el funcionamiento del sensor de segmentos del número de revoluciones es similar al del sensor incremental del número de revoluciones para la detección del número de revoluciones del cigüeñal)<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> BURGHOLZER, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002

### 2.8.1 Designación de pines

| Pin | Funcion         | Unidad dce mando A 435 |
|-----|-----------------|------------------------|
| 1   | Señal de salida | A 72                   |
| 2   | Masa del sensor | A 54                   |

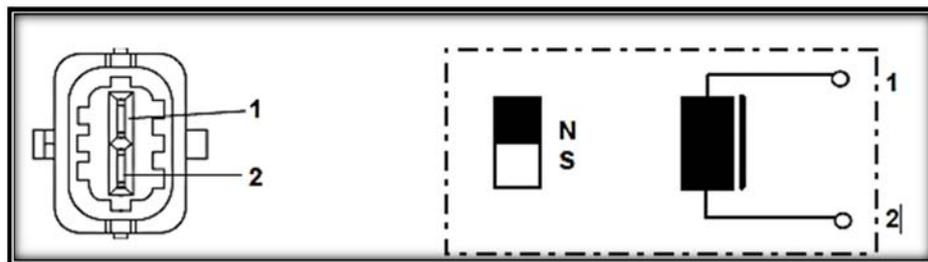


Figura 2.13. Conector y diagrama del sensor de número de revoluciones del árbol de levas.  
Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 92 PEes

### Lugar de montaje

El sensor de segmentos del número de revoluciones está montado en el lado frontal del motor en el accionamiento del árbol de levas. Como se muestra la figura 2.14

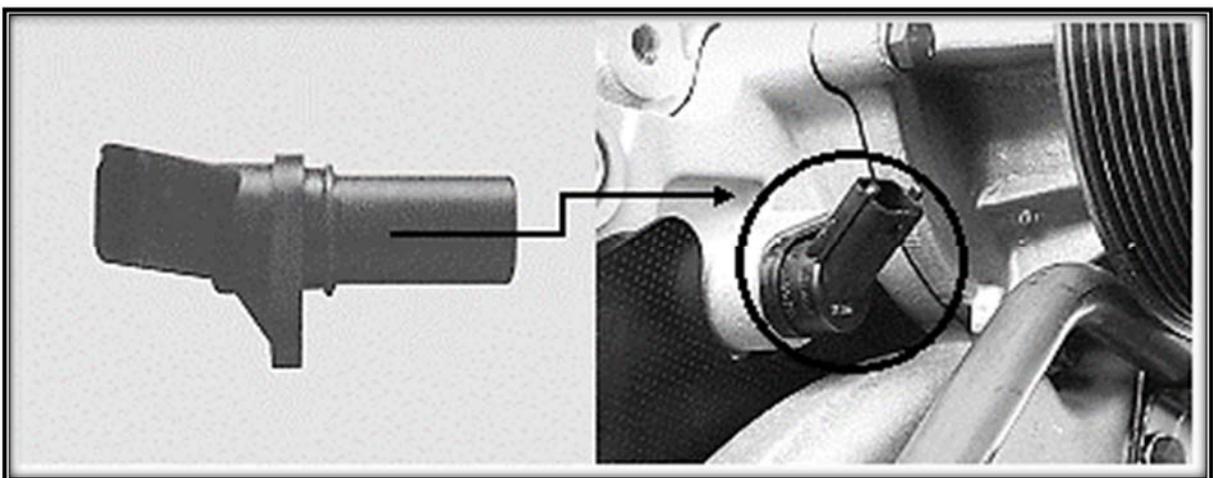


Figura 2.14 Sensor del número de revoluciones del árbol de levas.  
Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 93 Pees.

## 2.9 Sensor de la presión de admisión

El sensor de la presión de admisión conocido también como MAP monitorea la presión dentro del múltiple de admisión calculando la masa de aire entrante al motor. La computadora utiliza este cálculo para determinar la cantidad de diesel que se requiere para la combustión. Cuando se ejerce carga sobre el motor (como cuando se acelera), la señal del MAP se incrementa y hace que la computadora retarde el tiempo de inyección para reducir la temperatura del combustible disminuyendo los elementos contaminantes. En un chip de silicio están integrados el elemento sensor piezorresistivo y un sistema electrónico para la amplificación de señal. La superficie activa del chip de silicio está expuesta a un vacío de referencia. La presión del colector de admisión se conduce mediante una válvula de presión al lado posterior de la membrana, que es resistente al medio de medición. El valor de presión barométrica es de 1.45 a 1.70 bar por cada 1000 metros al nivel del mar. Cuando el sensor falla se provoca lo siguiente; consumo excesivo de diesel, se apaga el motor, ahogamiento, jalones cuando se acelera, marcha mínima inestable y se enciende la luz check engine.

### Lugar de montaje

El sensor de la presión de admisión está montado en el colector de admisión. Como se muestra en la figura 2.15

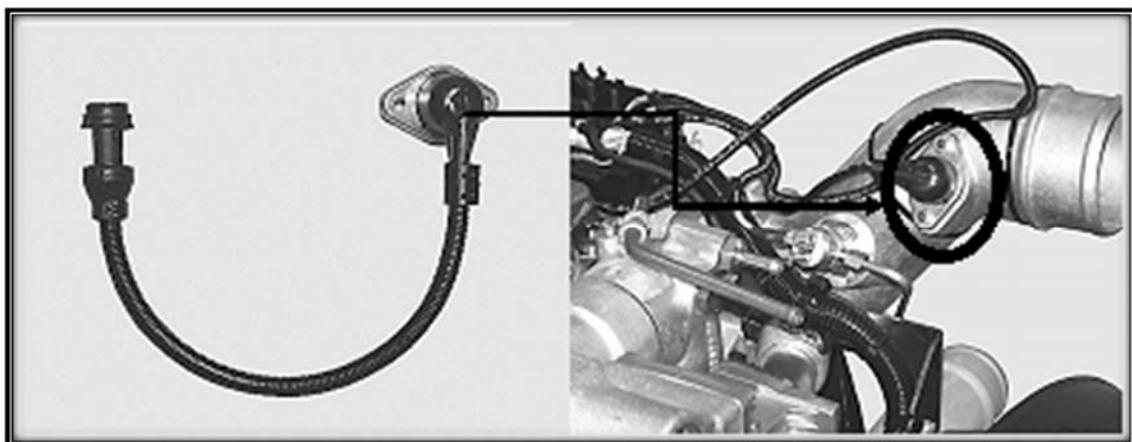
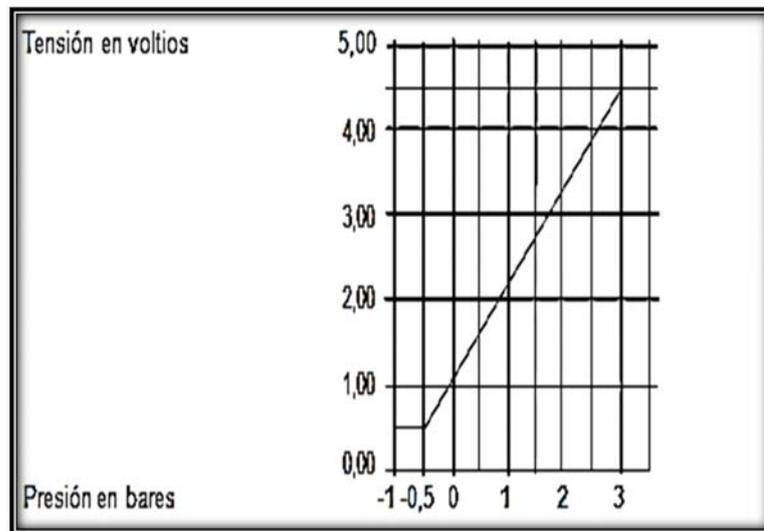


Figura 2.15 Sensor de la presión de admisión  
*Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 99 Pees*

### 2.9.1 Curva característica del sensor de la presión de admisión

En la tabla que se indica esta una curva isobara los valores de medición son los siguientes; con 0 voltios la presión de admisión esta entre -1 a -0.5 bares y con 4.5 voltios la presión aumenta a 3 bares.



### 2.9.2 Designacion de pines

| Pin | Funcion                    | Unidad dce mando A 435 |
|-----|----------------------------|------------------------|
| 1   | -----                      | -----                  |
| 2   | Masa del sensor            | A 62                   |
| 3   | Tension de alimentacion 5v | A 25                   |
| 4   | Señal de salida            | A 81                   |

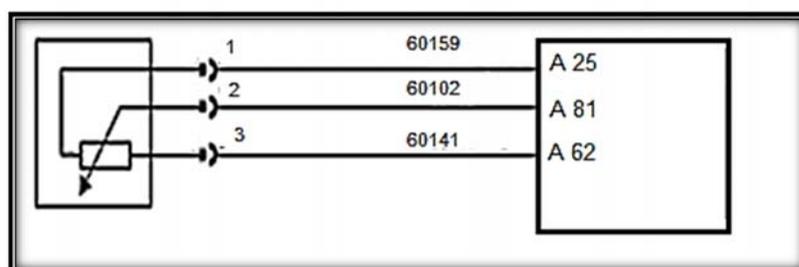


Figura 2.16 Conector y diagrama del sensor de presión de admisión.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 101 PEes

## 2.10 Sensor de la presión de aceite

El sensor consta de un chip de silicio el cual lleva grabado una membrana dispuesta de resistencias eléctricas para variar la tensión y coeficiente de presión es positivo PPC de modo que cuando aumenta la presión de aceite el valor de la resistencia disminúyeme provocando que el voltaje se incremente accionando que la unidad de mando EDC reciba la señal. El sensor sirve para la protección del motor controlando la presión de aceite.

La falla del sensor puede ser por lo siguiente; El cable del sensor puede estar derivado a tierra o desconectado, obstrucción en el sistema de lubricación, la bomba de aceite pudo haber absorbido aire en la succión, válvula de descarga de presión trabada, fisuras en el cárter y daños internos de la bomba de aceite.

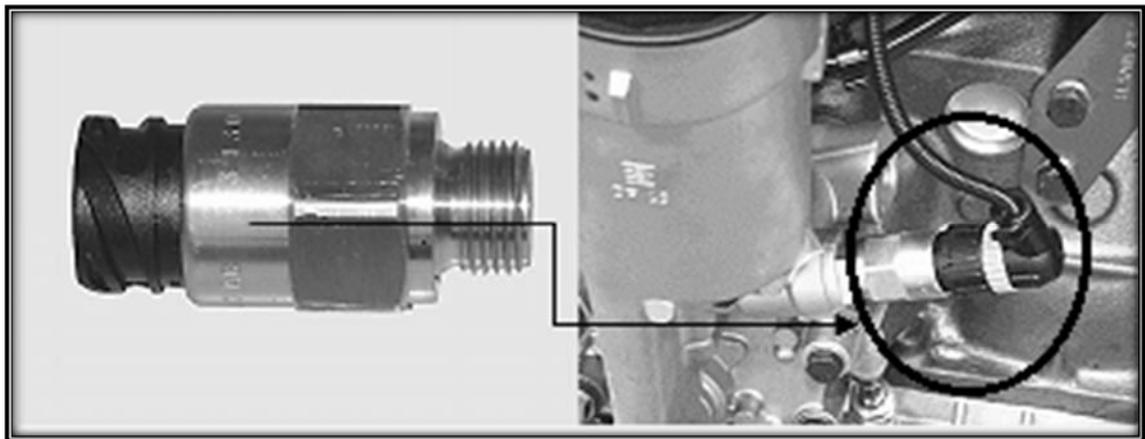
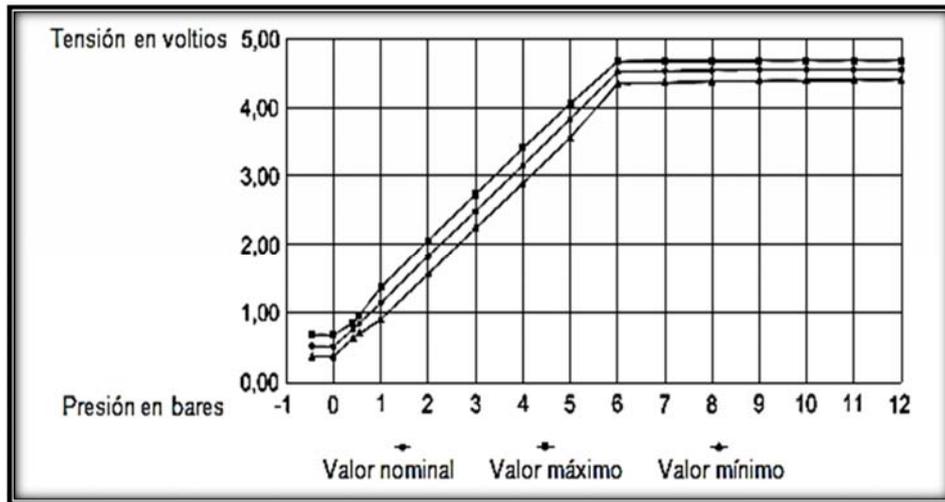


Figura 2.17 Sensor de la presión de aceite  
Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 102 PEes

### 2.10.1 Curva característica del sensor

En la curva isobara mostrada a continuación se indica los valores de presión de aceite, la presión es 0 bares con 0.5 voltios cuando el motor está frío el aceite tiene una resistencia natural alta al flujo. Cuando el motor alcanza su temperatura de funcionamiento el aceite sigue fluyendo y su viscosidad disminuye hasta llegar a un nivel de presión estable a 6 bares con 4.5 voltios. En este momento el motor está siendo lubricado debidamente.



### 2.10.2 Designación de pines

| Pin | Función                              | Unidad de mando A 435 |
|-----|--------------------------------------|-----------------------|
| 1   | Tensión de alimentación de 5 voltios | A 24                  |
| 2   | Masa del sensor                      | A 38                  |
| 3   | Señal de salida                      | A 21                  |

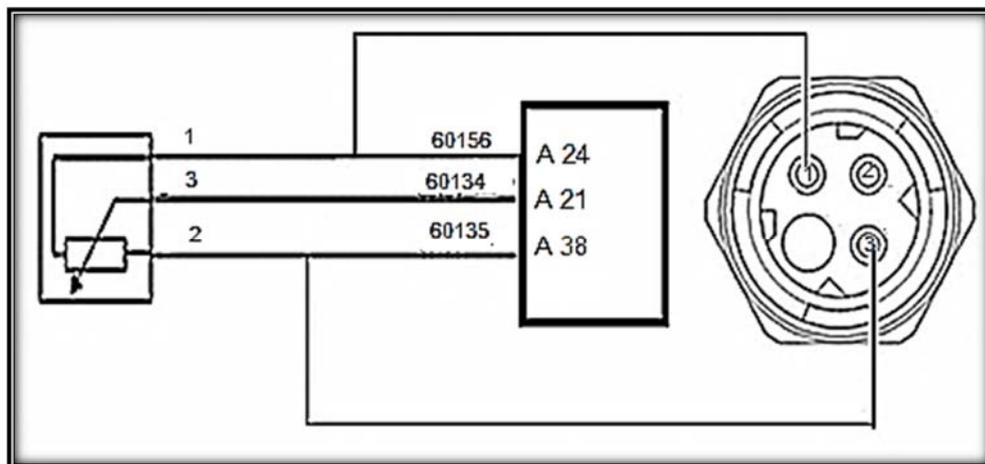


Figura 2.18 Conector y diagrama del sensor de presión de aceite.  
 Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 103 Pees

## 2.11 Sensor de la presión de combustible

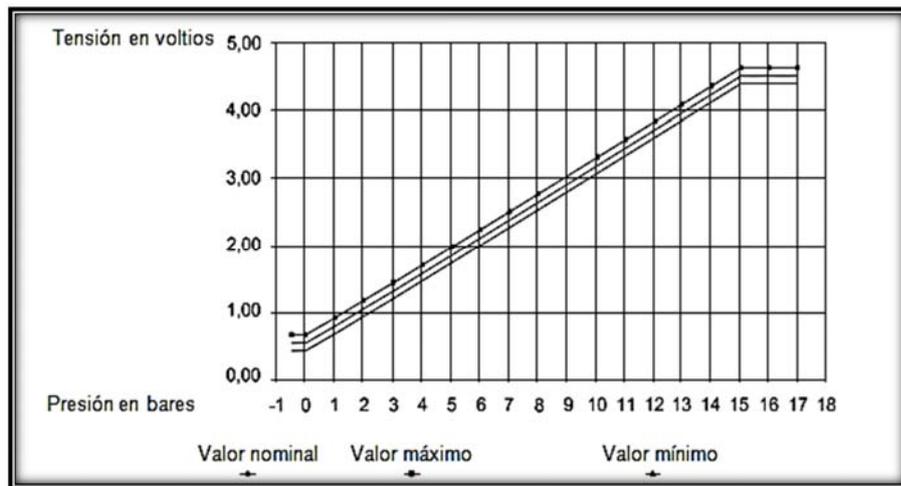
El sensor de la presión de combustible trabaja suministrando a la unidad de mando EDC valores de tensión que son proporcionales a la presión que soporta al estar en contacto con el diesel que se encuentra en el interior del filtro de combustible puesto que estos valores de tensión son variables según la presión, el EDC tiene un conocimiento permanente de la situación en que se encuentra la presión de combustible. El sensor es de tipo piezoeléctrico compuesto de resistencias las cuales controlan la presión de combustible en la entrada de la bomba (lado de baja presión).



Figura 2.19 Sensor de la presión de combustible  
*Fuente:* Manual MAN Alemania 2002, pp 108 PEes

### 2.11.1 Curva característica del sensor de la presión de combustible

El alcance de medición de la presión es de 0 bar con 0,5 voltios y de 15 bares con 4,5 voltios, obteniendo una curva isobara con se observa en la tabla.



### 2.11.2 Designación de pines

| Pin | Función                           | Unidad de mando A 435 |
|-----|-----------------------------------|-----------------------|
| 1   | Tensión de alimentación 5 voltios | A 40                  |
| 2   | Masa del sensor                   | A 37                  |
| 3   | Señal de salida                   | A 20                  |

### Lugar de montaje

El sensor de la presión de combustible está montado en el Centro de Servicio de Combustible (KSC). Como se muestra en la figura 2.20

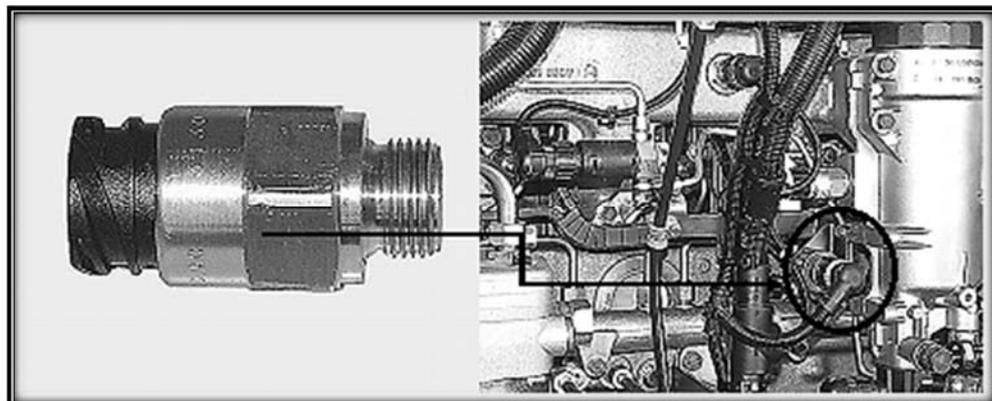


Figura 2.20 Disposición del sensor de presión de combustible.

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 109 PEes

## 2.12 Sensor de temperatura del aire de admisión

El sensor de temperatura del aire de admisión es una resistencia NTC. Controla el reciclaje de los gases de escape. El reciclaje de los gases de escape se desconecta en determinadas condiciones de temperatura, por un lado, para evitar la condensación de ácidos sulfurosos cuando las temperaturas del aire de admisión están bajas y, por el otro, para proteger el motor en el caso de haber defectos en el reciclaje de los gases de escape de un aire aspirado demasiado caliente.

Los síntomas de falla más frecuente del sensor de temperatura de aire es el consumo excesivo de combustible produciendo un alto nivel de contaminantes y una pérdida de potencia del motor. También se da por la saturación de carbono o partículas de aceite dentro del colector de admisión cubriendo la punta del sensor. Esto hará que el sensor responda erróneamente los cambios de calor alterando los parámetros de funcionamiento del EDC.

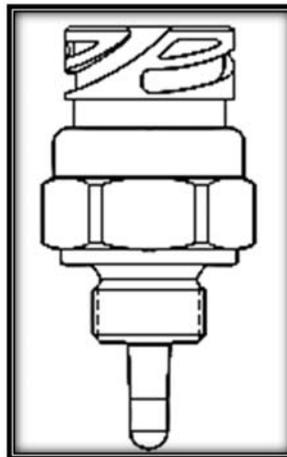


Figura 2.21 Sensor de temperatura del aire de admisión.

*Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 111 Pees*

### 2.12.1 Tabla de valores

|                              |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Temperatura en °C</b>     | 120   | 100   | 80    | 60    | 40    | 20    | 0     |
| <b>Resistencia en ohmios</b> | 112   | 186   | 322   | 595   | 1175  | 2500  | 5896  |
| <b>Tensión en voltios</b>    | 0.643 | 0.982 | 1.480 | 2.170 | 2.980 | 3.740 | 4.300 |

### 2.12.2 Designación de pines

| Pin | Función         | Unidad de mando A 435 |
|-----|-----------------|-----------------------|
| 1   | Señal de salida | A 76                  |
| 3   | Masa del sensor | A 57                  |

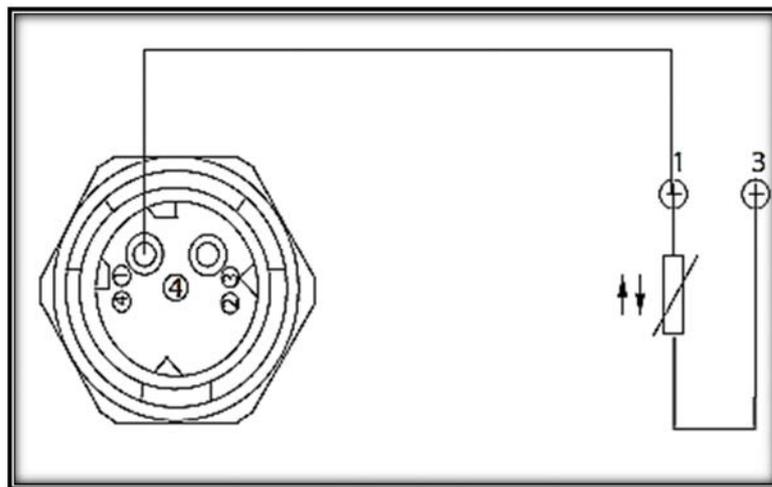


Figura 2.22 Conector y diagrama del sensor de temperatura de admisión  
Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 113 Pees

### 2. 13 Sensor de temperatura del refrigerante

El sensor de temperatura del refrigerante es una resistencia NTC. Está montado en el circuito de refrigerante y envía a la unidad de mando información sobre la temperatura del refrigerante. En función de la temperatura del refrigerante, la unidad de mando llama distintos campos característicos para el funcionamiento del motor.

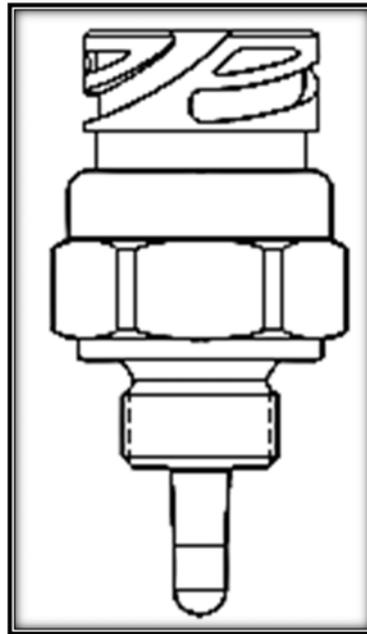


Figura 2. 23 Sensor de temperatura del refrigerante  
 Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 116 Pees

**2.13.1 Designacion de pines**

| Pin | Función         | Unidad de mando A 435 |
|-----|-----------------|-----------------------|
| 1   | Señal de salida | A 77                  |
| 3   | Masa del sensor | A 58                  |

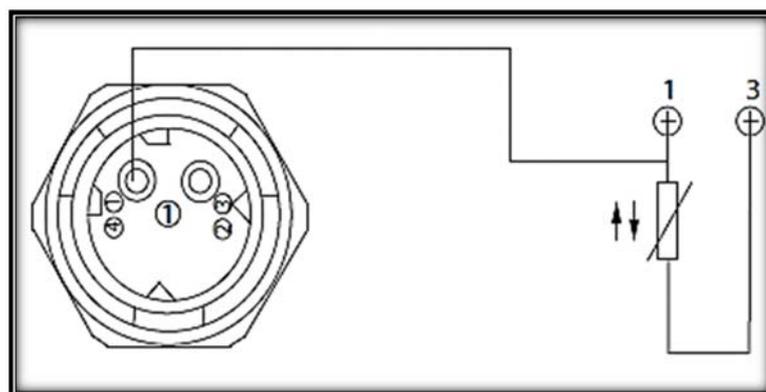


Figura 2.24 Conector y diagrama del sensor de refrigeración.  
 Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 118 PEes

## CAPITULO III

### GUIA DE MANTENIMIENTO

#### 3.1 Pruebas de presión de combustible

**3.1.1 Circuito de baja presión:** Para realizar la prueba de control del circuito de baja presión es necesario disponer de los siguientes aparatos de medición. En la figura 3.1 se observa al racor de derivación conjuntamente con el manómetro.

Para llevar a cabo la operación de control de combustible, se debe desconectar la cañería que va en la bomba de baja presión al filtro, en esta separación se debe colocar el racor como se muestra en la figura 3.1 se activa el interruptor del contacto y no hay que dar arranque en este instante la electroválvula dosificadora ZME comienza a funcionar, durante 5 segundos se debe observar con atención la reacción del manómetro y la presión leída debe estar de 5 a 6 bars.

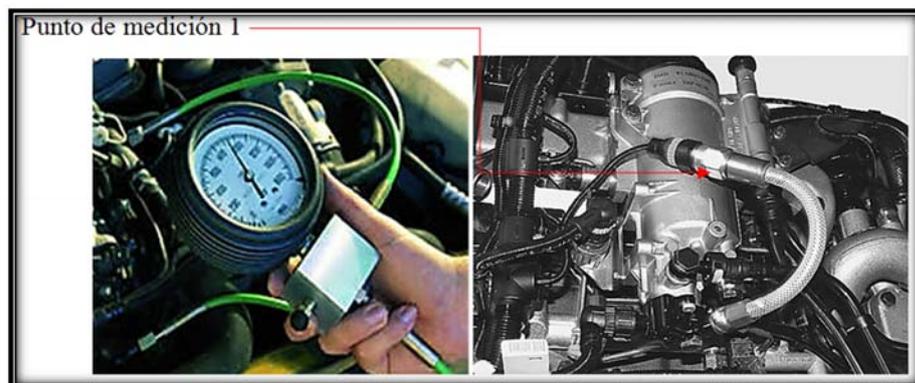


Figura 3.1. El punto de medición 1

Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 168 Pees

**3.1.2 Control de la presión con el motor en marcha.-** Esta es la prueba más importante en el sistema Common rail. Manteniendo las condiciones del paso anterior, se pone el motor en marcha. La presión que debe dar en el manómetro a ralentí es de 200 a 540 bares ve se en la figura 3.2. La presión de alimentación de combustible a carga parcial (1200 a 1500 rpm) un

valor de 2500 bars en el manómetro. (La presión a plena carga (2200 rpm) debe estar de 2650 a 2750 bares y la presión de retorno deberá ser de 3 bars)<sup>7</sup>.

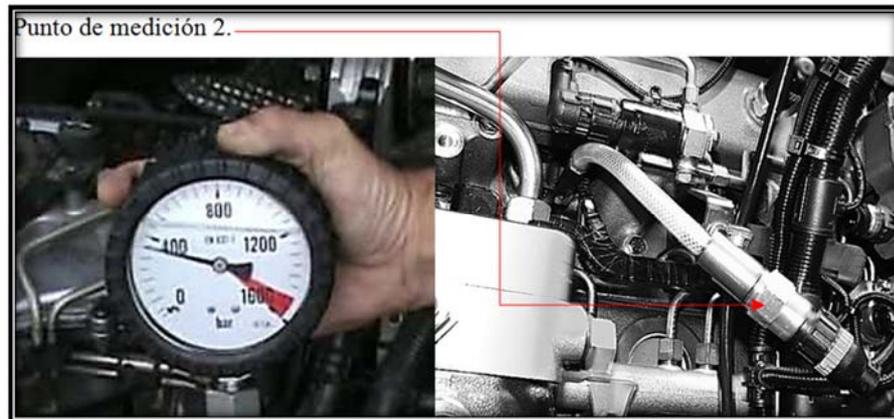


Figura 3.2 El punto de medición 2  
Fuente: Manual MAN Alemania 2002, pp 169 PEes

### 3.2 Pruebas en sensores y actuadores.

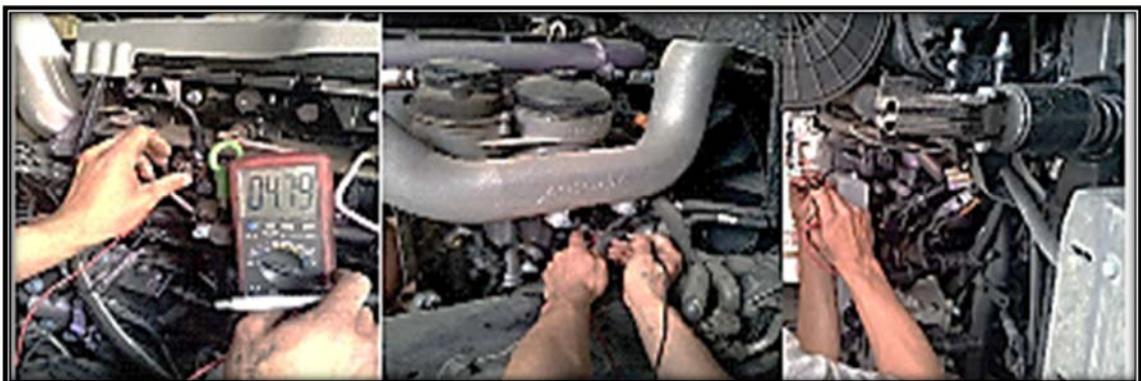


Figura 3.3 Fotografías de las pruebas de los sensores y actuadores  
Fuente: fotografía del motor MAN D 28 15/05/2013

#### 3.2.1. Pruebas de resistencia en los sensores y actuadores con el motor apagado

Temperatura del motor a 20 °C

Unidad de mando no conectada, adaptador del arnés de cables conectado

---

<sup>7</sup> BURGHOLZER, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002

Medir con el multímetro la resistencia entre PIN y PIN

**TABLA DE VALORES OBTENIDOS.**

| <b>Sensores y actuadores</b>                        | <b>Pin</b> | <b>Pin</b> | <b>Valor teórico Ohmios (<math>\Omega</math>)</b> | <b>Valor medido Ohmios (<math>\Omega</math>)</b> |
|---|------------|------------|---|--|
| Sensor número de Rev. Cigüeñal.                     | A73        | A55        | 0,75 – 1,1 k $\Omega$                             | 0.889 k $\Omega$                                 |
| Conducción masa                                     | A55        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 8.867M $\Omega$                                  |
| Sensor del número de Rev. árbol de levas            | A72        | A54        | 0,75 – 1,1 k $\Omega$                             | 0.935 k $\Omega$                                 |
| Conducción masa                                     | A54        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 8.254M $\Omega$                                  |
| Masa sensor de la temperatura. del aire de admisión | A57        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 4.134 M $\Omega$                                 |
| Masa sensor de la temperatura del agua              | A58        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 2.823 M $\Omega$                                 |
| Masa sensor de la presión de admisión               | A62        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 7.030 M $\Omega$                                 |
| Masa sensor de la presión de aceite                 | A38        | A03        | Menor a 3 M $\Omega$                              | 5.640 M $\Omega$                                 |
| Masa sensor de la presión de combustible            | A37        | A03        | Menor a 3 M $\Omega$                              | 5.640 M $\Omega$                                 |
| Masa sensor de la presión de rail                   | A61        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 6.890 M $\Omega$                                 |
| Masa unidad de dosificación (ZME)                   | A10        | A03        | Menor a 10 M $\Omega$                             | 7.091 M $\Omega$                                 |
| Unidad de dosificación ZME                          | A08        | A10        | 2,5 – 4,5 $\Omega$                                | 3.2 $\Omega$                                     |

| Sensores y actuadores  | Pin | Pin | Valor teórico Ohmios ( $\Omega$ ) | Valor medido Ohmios ( $\Omega$ ) |
|------------------------|-----|-----|-----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Masa inyectores</b> |     |     |                                   |                                  |
| Cilindro 1             | C13 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |
| Cilindro 5             | C16 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |
| Cilindro 3             | C12 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |
| Cilindro 6             | C15 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |
| Cilindro 2             | C06 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |
| Cilindro 4             | C14 | A03 | 10 M $\Omega$                     | 8.920 M $\Omega$                 |

Tabla 3.1. Valores de resistencias medidos en los sensores.  
Fuente: valores medidos en el motor MAN TGS D28

### 3.2.2. Pruebas para medir voltajes en sensores y actuadores con el motor en marcha

Temperatura del motor a 90 °C.

Adaptador del arnés de cables conectado con la unidad de mando.

Medir con multímetro la tensión entre PIN y PIN.

| Sensores y actuadores              | Pin | Pin  | Valor teórico voltios (v) | Valor medido voltios (v) | Observaciones    |
|------------------------------------|-----|------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| Señal sensor de la presión de rail | A80 | A61  | 0,2 – 0,8                 | 0.5                      | 300 a 2650 bares |
| Sensor de la temperatura de agua   | A77 | A.58 | 3,46 – 1,22               | 2.48                     | 30 – 90 °C       |

| <b>Sensores y actuadores</b>                | <b>Pin</b> | <b>Pin</b> | <b>Valor teórico voltios (v)</b> | <b>Valor medido voltios (v)</b> | <b>Observaciones</b> |
|---|------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Sensor de la presión de admisión            | A81        | A62        | 0,94 – 1,20                      | 1.12                            | 30 – 90 °C           |
| Alimentación sensor presión de combustible. | A40        | A37        | 4,75 – 5,25                      | 4.96                            | 5,0 – 6,0 bares      |
| Señal sensor presión de combustible.        | A20        | A37        | 2,33 – 3,43                      | 3.16                            |                      |
| Alimentación sensor presión de rail         | A43        | A61        | 4,75 – 5,25                      | 5.04                            | 500 bares            |
| Señal sensor presión de rail                | A80        | A61        | 1,01 – 1,60                      | 1.26                            |                      |
| Sensor aire de admisión (T°)                | A76        | A57        | 4,2 – 2,2                        | 3.46                            | 0 – 60 °C            |

Tabla 3.2. Valores de voltajes medidos en los sensores y actuadores.  
Fuente: valores medidos en el motor MAN TGS D28

### 3.3 Manual de Códigos de Fallas.

Mediante la electrónica es posible el control preciso de los diferentes actuadores y sensores del sistema Common Rail; no obstante este sistemas es delicado y no se ha adaptado adecuadamente a las condiciones de trabajo en nuestro medio, debido principalmente a que el diésel es de mala calidad en el país y los conductores desconocen la sensibilidad de esta nueva tecnología, y operan los vehículos sin tener en cuenta la consideración de conservación del tracto camión.

A continuación se muestra detalladamente una lista de las averías presentadas en este sistema de inyección directa Common Rail, más comunes en nuestro medio, además se muestra las soluciones y procedimientos recomendados en el manual de taller de la marca MAN.

Los vehículos MAN TGS D 28 incorporan tableros inteligentes los cuales no solo permiten visualizar lo básico como indicadores de velocidad o kilometraje, sino incorpora un menú de funciones como fallas de diagnóstico, medición de aceite, temperatura, baterías o un menú más avanzado como cambio de idioma y una bitácora para el seguimiento de los mantenimientos preventivos y una visualización de los códigos de fallas según el estado, amarillo leve y rojo, indicando la necesidad de revisión y mantenimiento:

### Estado de memoria

| Símbolo   | Definición de concepto            |
|---|-----------------------------------|
|  | Error no especificado             |
|  | Error almacenado                  |
|  | Error intermitente                |
|  | Error está pendiente y almacenado |

### Indicaciones del estado

| Símbolo   | FMI | Definición del concepto. |
|---|-----|--------------------------|
|  | 0   | Error no especificado    |
|  | 1   | Dem. Alto                |
|  | 2   | Dem. Bajo                |
|  | 3   | No es plausible          |
|  | 4   | No hay señal             |
|  | 5   | Cortocircuito hacia masa |

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | 6 | Cortocircuito hacia Batería |
|  | 7 | Cortocircuito               |

### 3.3.1 Código: 92 SPN PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE

En el caso de la aparición de este código el indicador de errores central muestra luz continua amarilla y en la pantalla sale el código 92, se sabe que el defecto se encuentra en el desactivador del tercer cilindro de la bomba de alta presión, función que se ejerce para limitar el caudal y la presión aportados para el rendimiento del motor. Puede estar sometido a varios tipos de defectos que se han de estudiar siguiendo el orden que se expone a continuación.

Se procede a desconectar el conector y a medir, con un ohmímetro, el valor de la resistencia del bobinado interno. En la figura 3.4 está el esquema de este conector provisto de tres bornes. Con sus respectivas medias en ohmios.

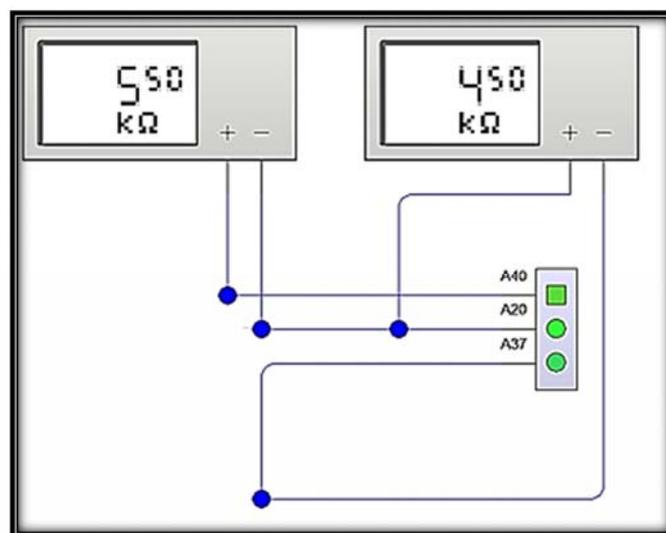


Figura 3.4 Medición de resistencia del sensor de alimentación de combustible.

*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Luego se verifica si existe la alimentación de corriente desde el EDC, la tensión entre pin A40 (+) y pin A37 (-) debe estar comprendido entre 4,75 a 5,25 Voltios, como se muestra en la figura 3.5

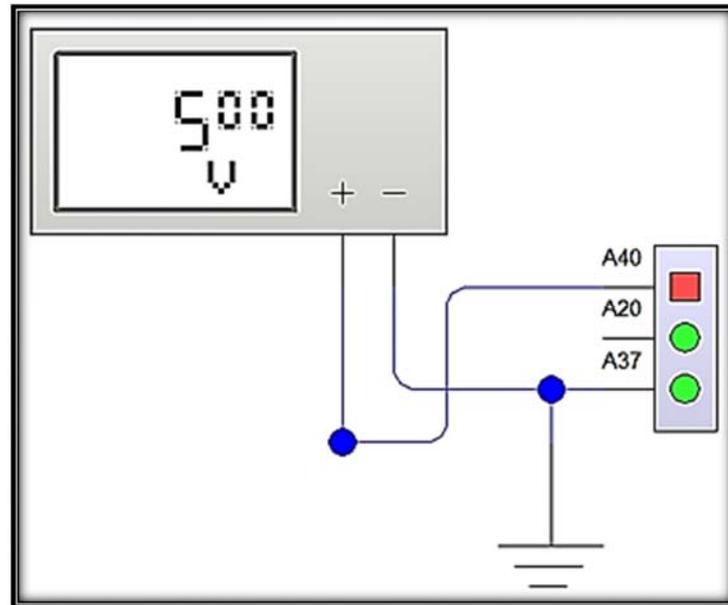


Figura 3.5 Medición de alimentación de tensión del sensor de alimentación de combustible.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después a través de un voltímetro se realiza la medición de tensión de señal del sensor entre los pines A20 (+) y A37 (-); como se muestra en la figura 3.6, el valor obtenido debe estar comprendido entre 2,33 y 3,43 voltios.

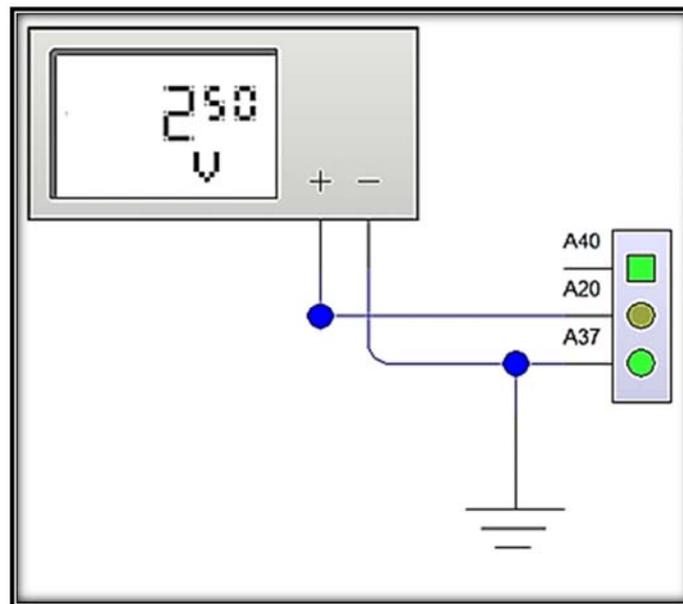


Figura 3.6 Medición de señal de tensión del sensor de alimentación de combustible.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

El siguiente y último paso se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad y comprobar los conectores, que no existan ninguna desconexión u oxidación en los pies del conector producto de la humedad.

### 3.3.2 Código: 100 SPN PRESIÓN DE ACEITE.

En el caso de la aparición de este código el indicador de errores central muestra luz parpadeante de color rojo con el motor en marcha y parado a ralenti, con el número de código 100 ben la pantalla se sabe que el defecto se encuentra en el sensor de presión de aceite, puede producir daños en el motor por una presión insuficiente de aceite. Suele estar sometido a varios tipos de defectos que se han de estudiar siguiendo el orden que es expone a continuación.

Como primer paso se verifica si el motor contiene aceite a través de la varilla del nivel de aceite, observar que no existan fugas externas de aceite considerables en el motor. .

Una vez resisado el nivel de aceite se comprueba la presión del aceite a través de software MAN CATS, el valor debe estar comprendido entre 1.5 a 3.4 bares. Como se muestra en figura. 3.7

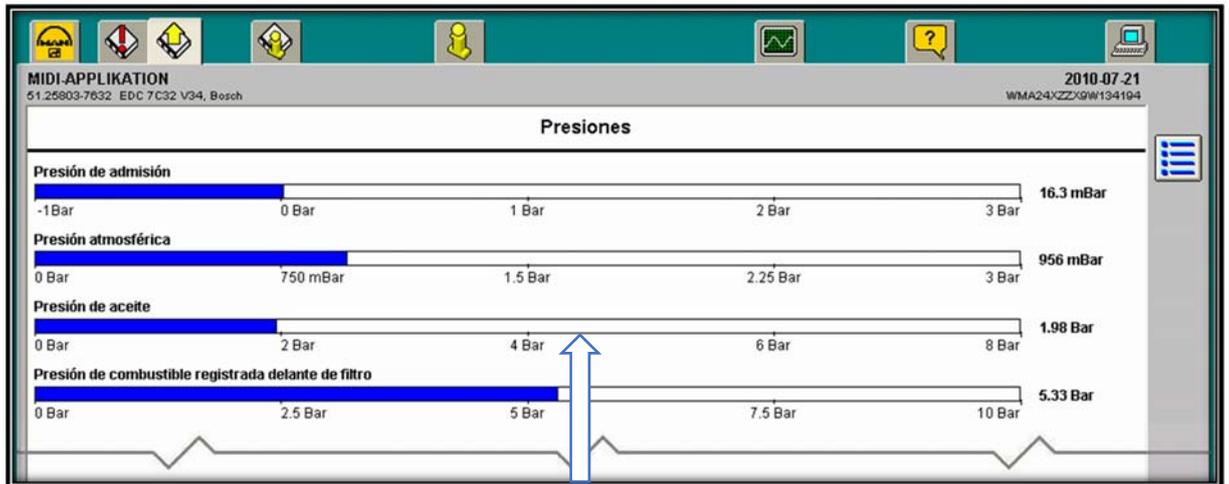


Figura 3.7 Medición de presión de aceite en el motor.

Fuente: software MAN CATS

Luego se desconecta el conector y se procede a medir, con un voltímetro, el valor de la alimentación de corriente del EDC entre los pines A24 (+) y pin A38 (-), el cual debe estar comprendido entre 4,75 a 5,25 voltios. Como se indica en la figura 3.8

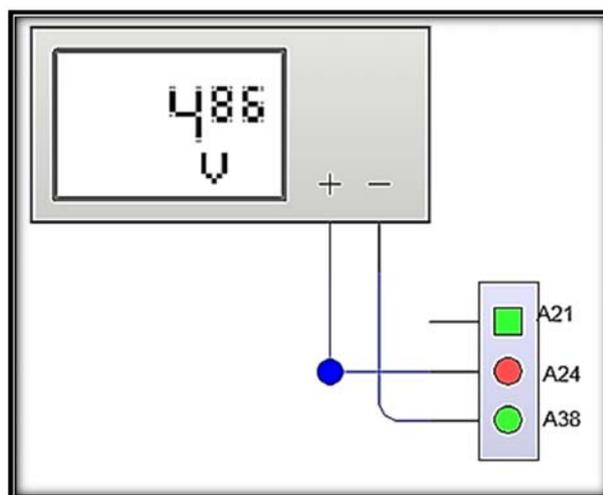


Figura 3.8 Medición de alimentación de corriente en el sensor de presión de aceite.

Fuente: Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después a través de un voltímetro se realiza la medición de tensión de señal que va desde el EDC hasta el sensor entre los pines A21 (+) y pin A38 (-), el valor debe estar fluctuando entre 1,96 a 4,81 voltios. En la figura 3.9 está el esquema de este conector provisto de dos bornes.

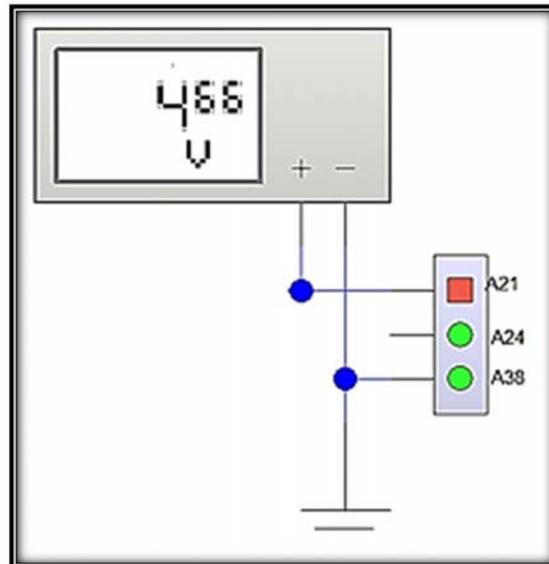


Figura 3.9 Medición de tensión de señal en el sensor de presión de aceite.

*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Por último se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad y comprobar los conectores, que no existan ninguna desconexión u oxidación en los pies del conector producto de la humedad. Si todos los parámetros medidos en el sensor están acorde con los del manual se procede a sustituir el EDC.

### 3.3.3 Código: 102 SPN PRESIÓN DE ADMISIÓN

Cuando existe la presencia de este código el indicador de errores central muestra luz continua roja, se sabe que el defecto directamente está en el sensor de presión de admisión, en este caso el motor pierde potencia ya que el ingreso de aire es demasiado pobre y todo motor diesel funciona con mezcla pobre es decir el ingreso de aire debe de ser rico y el ingreso de combustible debe ser pobre. Dicho sensor está sometido a varios tipos de defectos que se han de estudiar siguiendo el orden que se expone a continuación.

En primera instancia se verifica el estado del filtro de aire y se realiza una visualización minuciosa en todas las entradas de aire que no exista ningunas fugas por causa de fisuras o mal apriete de bridas en las tomas de aire. A través del software MAN CATS, el valor debe estar comprendido entre 0 a 3 bares. Con se indica en la figura 3.10



Figura 3.10 Medición de presión de admisión en el motor.

Fuente: software MAN CATS

Después a través de un voltímetro se realiza la medición de tensión de señal que va desde el EDC hasta el sensor entre los pines A81 (+) y pin A62 (-), como se muestra en la figura 3.11, el valor obtenido debe estar comprendido entre 0 bar a 1,07 voltios y 3 bar a 4,50 voltios

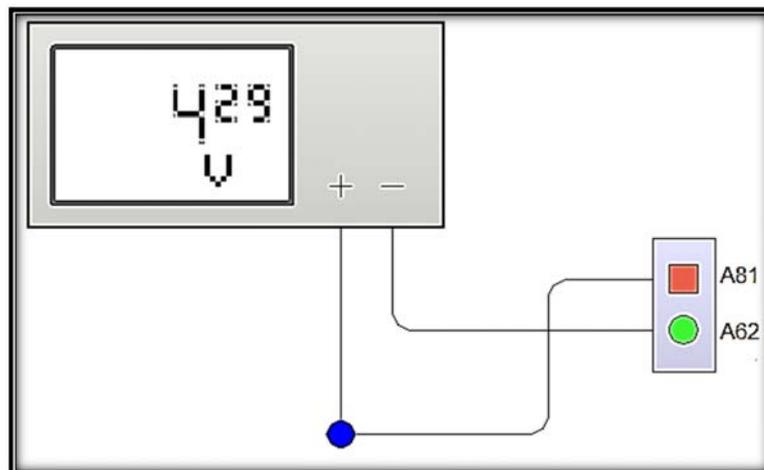


Figura 3.11 Medición de tensión de señal en el sensor de presión de admisión.

Fuente: Programa de circuitos electromotriz LiveWire

El siguiente paso se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad y comprobar los conectores, que no existan ninguna desconexión u oxidación en los pies del conector producto de la

humedad. Si no se detecta ningún error mencionado, sustituir la unidad de mando.

### 3.3.4 Código: 105 SPN TEMPERATURA DE ADMISIÓN

En el caso de la aparición de este código el indicador de errores central muestra luz parpadeante de color rojo con el motor en marcha y parado a ralentí, se sabe que el defecto se encuentra en el sensor de temperatura de admisión, la temperatura de admisión se altera súbitamente y el motor pierde potencia ocasionando un exceso de humo negro ya que existe mucha presencia de combustible ya que el aire se vuelve menos denso. A continuación se va a realizar algunas pruebas en el sensor en el orden que se expone a continuación. Como se indica en la figura 3.12

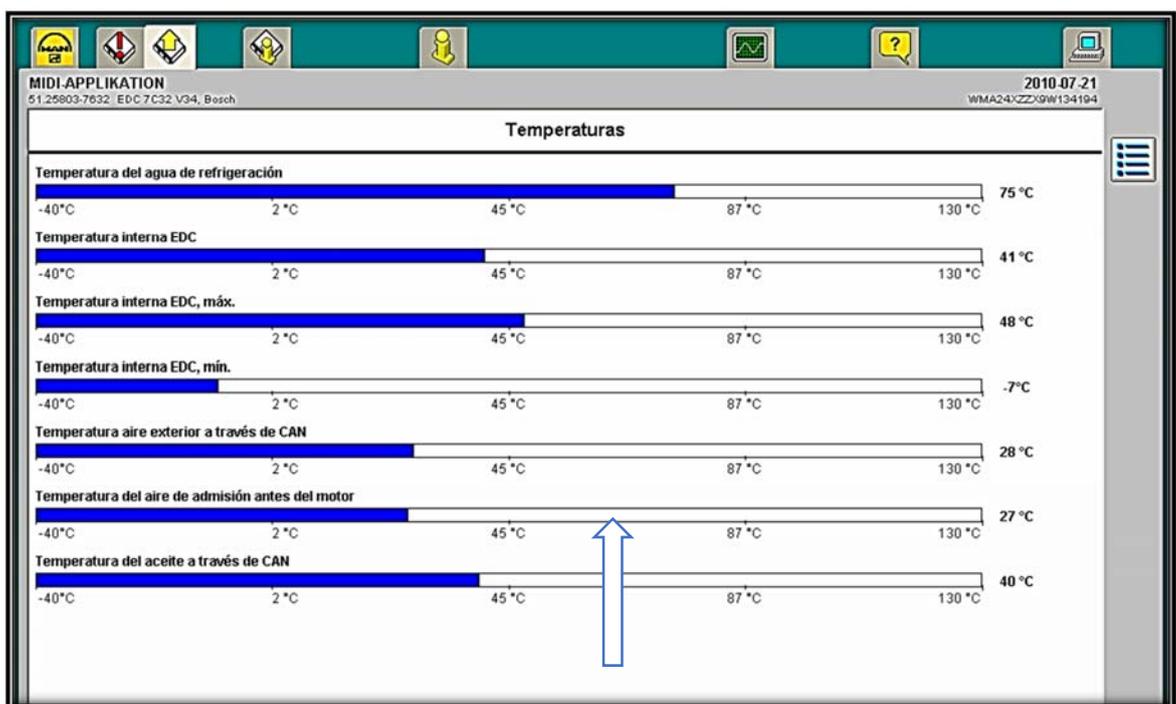


Figura 3.12 Medición de temperatura de admisión en el motor.

Fuente: software MAN CATS

Como primer pasó, con ayuda de un ohmímetro se verifica la resistencia del sensor entre los pines A76 y A57, el valor debe estar entre 2,05 K $\Omega$ , como se muestra en la figura 3.13

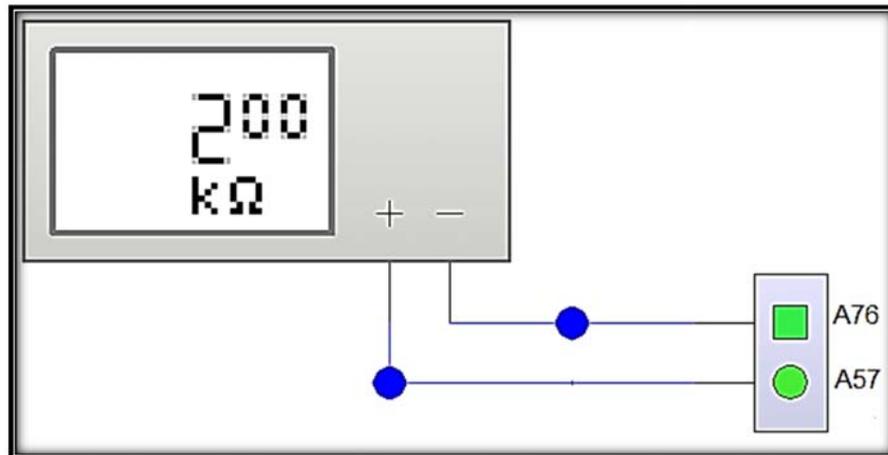


Figura 3.13 Medición de resistencia del sensor de temperatura de admisión  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después a través de un voltímetro se realiza la medición de tensión de señal en el sensor entre los pines A76 y A57, el valor debe estar fluctuando entre 1,55 a 4,67 voltios. En la figura 3.14, está el esquema de este conector provisto de dos bornes.

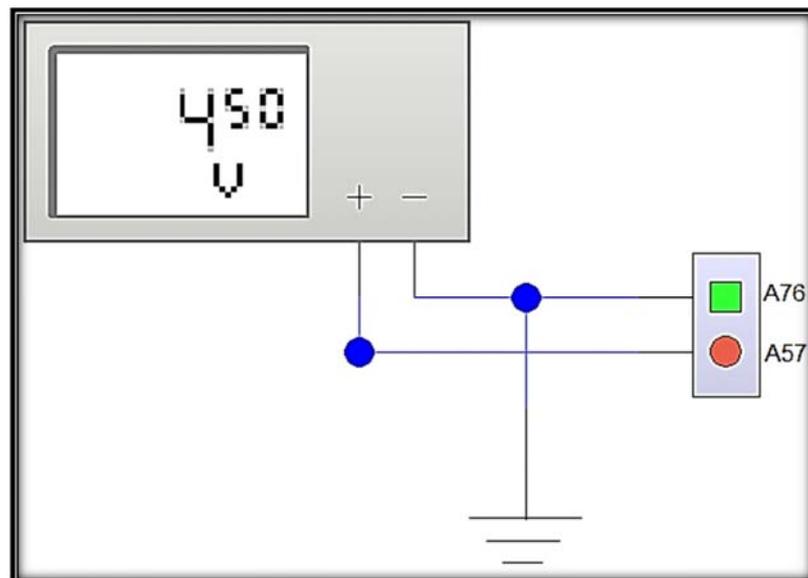


Figura 3.14 Medición de tensión de señal en el sensor de temperatura de admisión.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Por último se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad Si todos los parámetros medidos están

acorde con los del manual se procede a sustituir el sensor.

### 3.3.5 Código: 110 SPN TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE

Cuando el indicador de errores central muestra una luz parpadeante de color rojo con el motor en marcha y parado a ralentí, con el número 110 se sabe que el fallo se encuentra en el sensor de temperatura del refrigerante, en el sistema de refrigeración sobrepasa la temperatura máxima admisible 90 °C, ocasionando daños considerables en el interior del motor como una reparación. A continuación se va a realizar algunas pruebas en el sensor en el orden que se expone a continuación.

Como primera instancia, se verifica y comprueba el nivel del líquido en el radiador, visualizar minuciosamente que no existan fugas externas de líquido refrigerante en el motor.

A continuación se muestra una vista de la magnitud de entrada del sensor de temperatura refrigerante con el valor a través del MAN-cats II. En la figura 3.15 se observa un ejemplo de una calificación como defectuoso

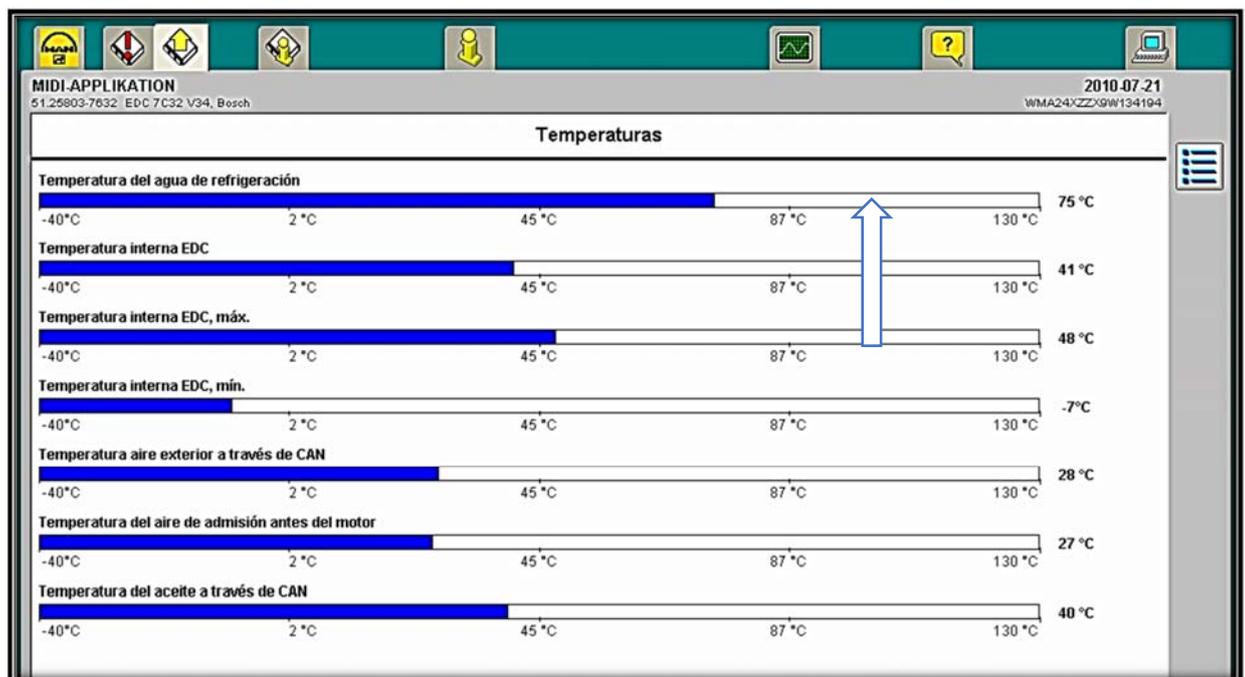


Figura 3.15 Medición de temperatura de refrigeración en el motor.

Fuente: software MAN CATS

Una vez finalizada revisión del nivel, con ayuda de un ohmímetro se verifica la resistencia del sensor entre los pines A77 y pin A58, el valor debe estar entre 2,05 K $\Omega$ , como se muestra en la figura 3.16

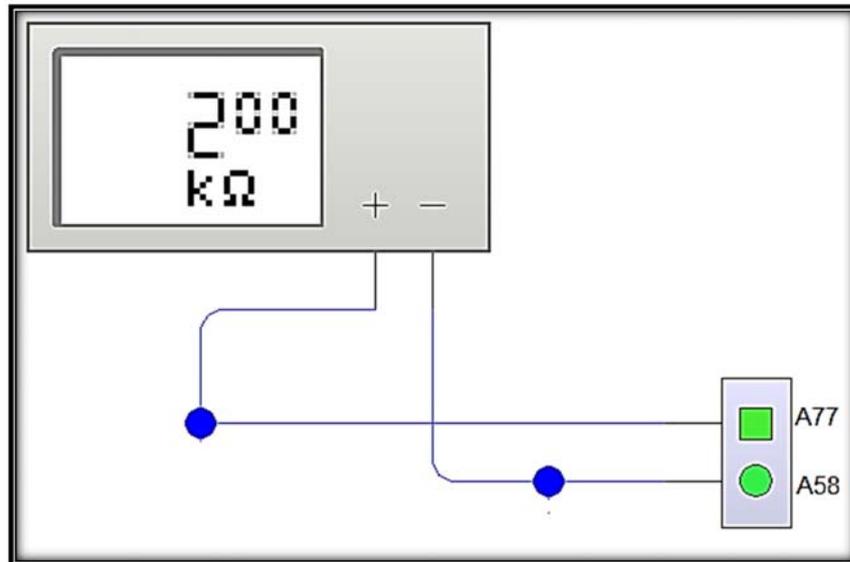


Figura 3.16 Medición de resistencia del sensor de refrigeración.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después a través de un voltímetro se realiza la medición de tensión de señal que va desde el EDC hasta el sensor entre los pines A77 y A58, el valor debe estar fluctuando entre 1.22 a 3.46 voltios. En la figura 3.17 se indica la medición de tensión.

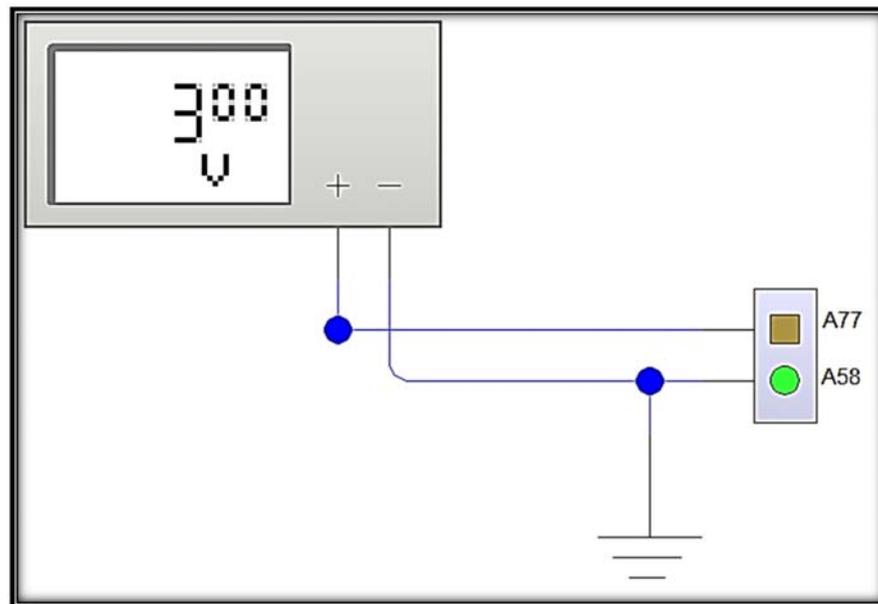


Figura 3.17 Medición de tensión de señal del sensor de refrigeración.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Por último se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad. Si todos los parámetros medidos están acorde con los del manual se procede a sustituir el sensor.

### 3.3.6 Código: 168 SPN TENSIÓN DE BATERÍA

Si el indicador de errores central muestra una luz continua amarilla y en la pantalla da el código 168 con el vehículo parado, el problema es la tensión de batería está por debajo de 8 voltios y la unidad de mando EDC no es alimentada por tensión y el motor no se enciende.

La primera a través de un voltímetro se realiza la medición de tensiones entre los pines positivos A01, A07, A12, A13 (+) y los pines negativos A03, A09, A14, A15 (-), el valor debe estar entre 20 a 28 voltios. En figura 3.18 se muestra la medición.

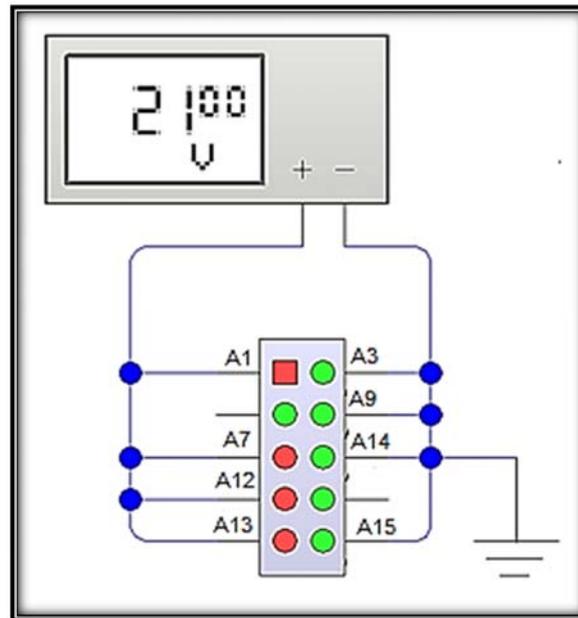


Figura 3.18 Medición de voltajes de alimentación del EDC.  
Fuente: Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después verificación es revisar el estado de la batería; el nivel de agua destilada para que se pueda realizar el efecto químico, también a través de un amperímetro comprobar si la batería está cargando con sus respectivos amperios y verificar si existen 20 voltios como mínimo. Por último se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables.

### 3.3.7 Código: 190 SPN NÚMERO DE REVOLUCIONES DEL MOTOR

Cuando el indicador de errores alerta mediante una luz continúa roja e indica el código 190 en la pantalla durante la marcha y con el vehículo parado, el fallo se presenta en los sensores del número de revoluciones del árbol de levas y del cigüeñal. La consecuencia que trae este error: Dado el caso, el motor no arranca o se apaga. A continuación se va a realizar algunas pruebas en los sensores en el orden que se expone a continuación.

Como primer paso se desconecta el conector del sensor del número de revoluciones del cigüeñal para comprobar la resistencia con la ayuda del ohmímetro entre los pines A73 y pin

A55 el valor debe estar comprendido entre 750 a 1100 ohmios. Como se observa en la figura 3.19

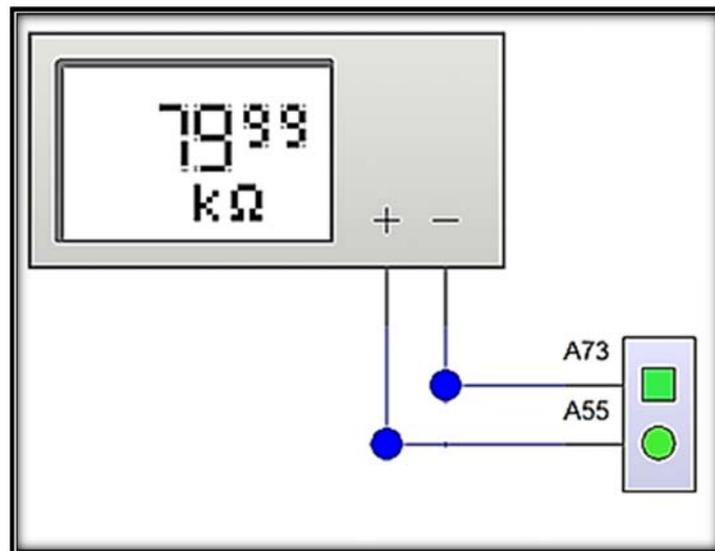


Figura 3.19 Medición de resistencia del sensor.  
Fuente: Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Luego se conecta el conector del sensor y con el interruptor principal en posición ON se verifica la señal de entrada del sensor del número de revoluciones del cigüeñal como la ayuda de un osciloscopio, la señal emitida es en forma de onda como se muestra en la figura 3.20 a 600 rpm con el motor a ralenti.

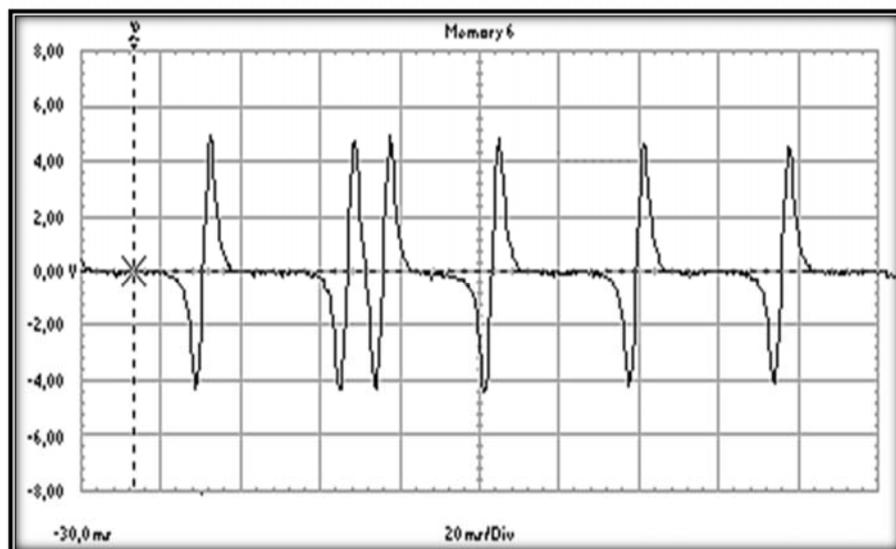


Figura 3.20 Medición de señal de ondas del sensor.  
Fuente: osciloscopio

Concluido el anterior paso se desconecta el conector del sensor del número de revoluciones del árbol de levas para comprobar la resistencia con la ayuda del ohmímetro entre los pines A72 y pin A54 el valor debe estar comprendido entre 750 a 1100 ohmios. Como se observa en la figura 3.21

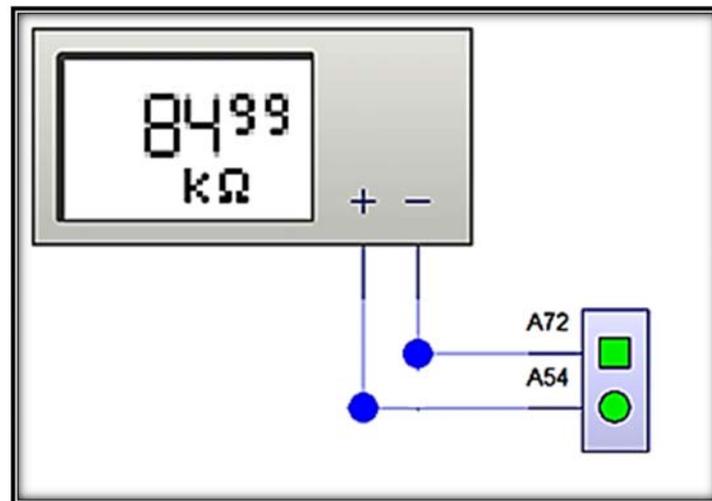


Figura 3.21 Medición de resistencia del sensor.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

A continuación se conecta el conector del sensor y con el interruptor principal en posición ON se verifica la señal de entrada del sensor del número de revoluciones del árbol de levas como la ayuda de un osciloscopio, la señal emitida es en forma de onda como se indica en la figura 3.22, a 600 rpm con el motor a ralentí.



Figura 3.22 Medición de señal de ondas del sensor.  
*Fuente:* osciloscopio

Después se mide la distancia entre sensor de número de revoluciones y rueda volante por medio de unas galgas de calibración, la luz de estar ente 0.5 y 1.5 milímetros.

El siguiente paso se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, comprobar los conectores, que no existan ninguna desconexión u oxidación en los pies del conector producto de la humedad. Si no se detecta ningún procedimiento mencionado, sustituir los sensores o en el peor de los casos la unidad de mando.

#### **3.4.8 Código: 1079 SPN ALIMENTACIÓN DEL SENSOR DE LA PRESIÓN DE RAIL**

En el caso de la aparición de este código el indicador de errores central muestra luz parpadeante de color rojo con el motor en marcha y parado a ralentí, con el código 1079 indicado en la pantalla se sabe que el defecto se encuentra en el sensor de la presión de rail, este defecto produce una alteración del régimen del motor y perdiendo potencia ya que la presión de inyección fluctúan súbita y lentamente. A continuación se va a realizar algunas pruebas en el sensor en el orden que se expone a continuación.

La única comprobación se realiza a través de un voltímetro la medición de la alimentación de corriente del sensor de la presión del rail entre los pines A43 y pin A51, y el valor debe estar fluctuando entre 4,75 a 5,25 voltios. En la figura 3.23 está el esquema de este conector provisto de dos bornes.

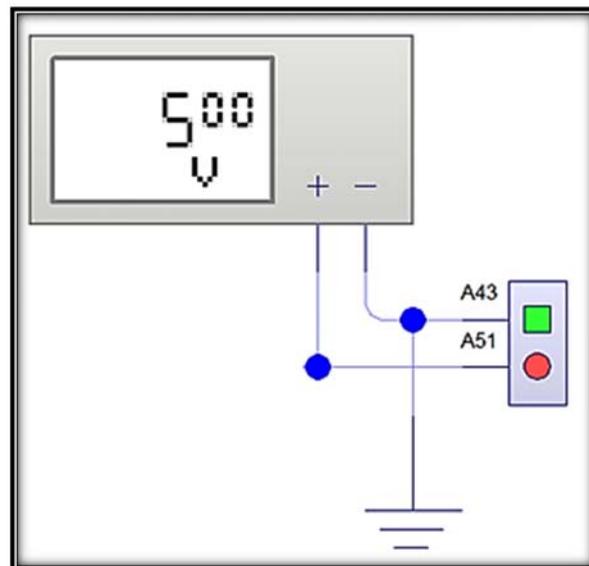


Figura 3.23 Medición de alimentación de corriente del sensor.

*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Por último se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, también que haya continuidad. Si todos los parámetros medidos están acorde con los del manual se procede a sustituir el sensor.

### 3.3.9 Código: 3775 SPN CONTROL DE LA PRESIÓN DEL RAIL

Si el indicador de errores central muestra luz continua amarilla y parece el código 3375 en la pantalla durante la marcha del vehículo el problema está directamente en el control de la presión del rail, provocando una reducción de potencia al motor ya que la presión de rail está elevada o muy baja. A continuación se realizan las pruebas para verificar la presión dentro del rail con los siguientes procedimientos.

En primera instancia se realizan las pruebas de presión de combustible hechas al inicio de este capítulo las mismas que son; el control de baja presión y el control de presión con el vehículo en marcha.

Luego se comprueba a resistencia de unidad de dosificación MProp entre los pines A08 y A10 con la ayuda de ohmímetro el valor dado debe ser de 2.5 a 4.5 kilo ohmios. Como se muestra en la figura 3.24

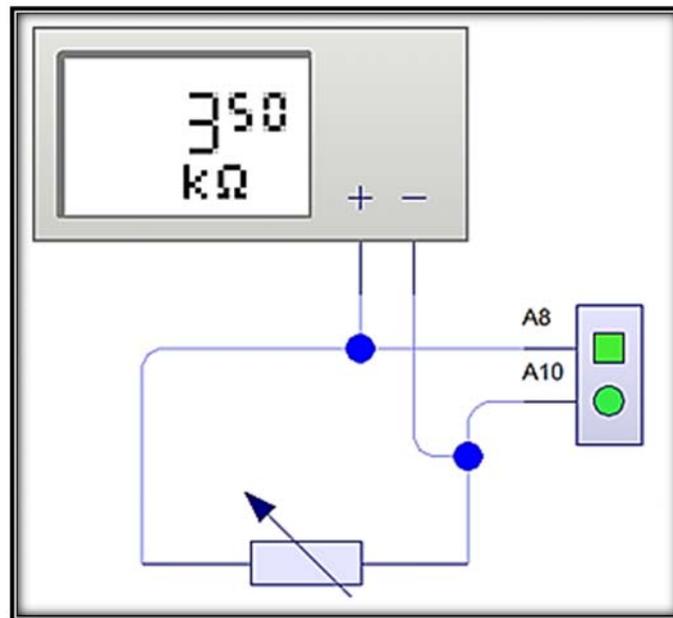


Figura 3.24 Medición de resistencia del sensor.  
*Fuente:* Programa de circuitos electromotriz LiveWire

Después se comprueba las líneas, a través de un multímetro en posición de ohmios para medir las resistencias de los cables, revisar los conectores Si todos los parámetros medidos están acorde con los del manual se procede a sustituir la MProp.

Por último se verifica el valor de la presión, con el software MAN-cats Monitoring, como se muestra en la figura 3.25 y si esta fuera de rango la presión sustituir el sensor de la presión de combustible. Si no se detecta ningún error mencionado, sustituir la unidad de mando.

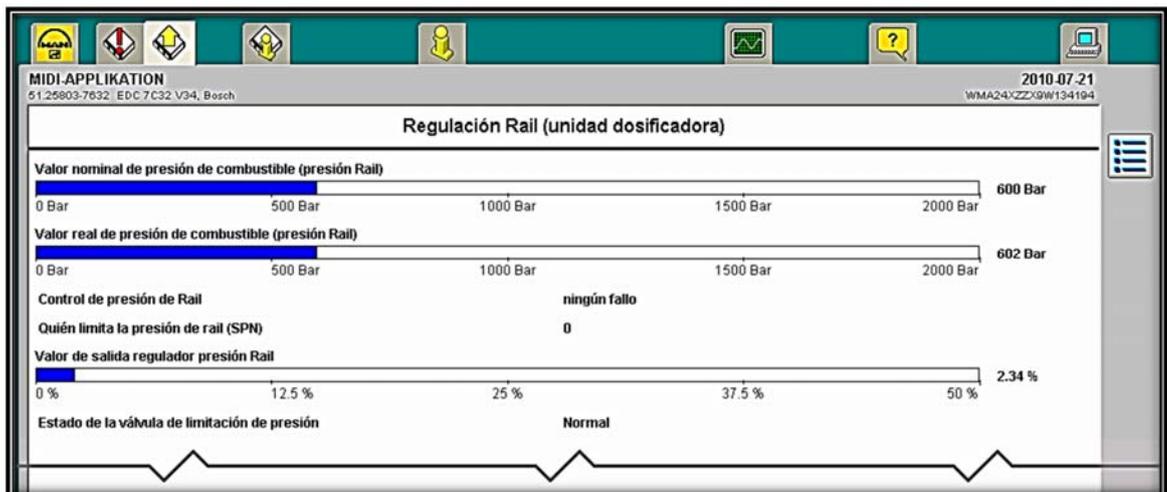


Figura 3.25 Medición de presión en la válvula dosificadora.

Fuente: software MAN CATS

## CONCLUSIONES

A través del estudio realizado en el Sistema de Inyección Common Rail del camión TGS MAN D28 modelo 2010 se pudo identificar con claridad el funcionamiento de los diferentes componentes del sistema de inyección directa de control electrónico, además se han determinado las fallas más comunes en el sistema electrónico, las cuales se pueden solucionar mediante la correcta utilización de la presente guía.

Este estudio sirve como apoyo para los estudiantes de Ingeniería Mecánica Automotriz, docentes de la Universidad Del Azuay y personas profesionales en el área de diesel, en caso que tengan alguna inquietud o interrogante sobre el sistema de inyección directa Common Rail de tracto camiones MAN.

Del trabajo realizado, se pudo establecer que varios problemas de funcionamiento y operación de estos vehículos (MAN TGS D28 MODELO 2010) se localizan en sensores y actuadores del sistema de inyección directa Common Rail, que a su vez son ocasionadas el 20% por precarias condiciones de operación, el 50 % por la ruptura del cableado, de los sensores y actuadores que sufre aplastamiento o cortes debido a la vibración ocasionada por el funcionamiento el motor, el 20 % por el ingreso de humedad a la unidad de mando EDC oxidando o sulfatando sus contactos lo cual produce señales erróneas en el sistema electrónico, y el 10% está por el mantenimiento preventivo del motor.

El uso de esta guía de mantenimiento es exclusivamente para los camiones MAN TGS D 28 Modelo 2010, ya que la tecnología cada día avanza más por consiguiente en los camión modernos vienen incorporados otros tipos de sensores y actuadores con parámetros de funcionamiento diferentes. Este documento contiene información válida solo para modelos 2010.

## RECOMENDACIONES

El estudio realizado identifico los elementos del Sistema de inyección directa Common Rail en el camión TGS MAN D28, así como la arquitectura del sistema de control de mando electrónico EDC, no obstante todas las comprobaciones que se realicen en este sistema deben ser siempre acompañadas de instrumentos como (multímetro, el software MAN CATS, aparatos de medición de presión de combustible y las especificación del fabricante) que permitan el correcto escaneo del sistema Common Rail, caso contrario no es posible realizar las tareas de mantenimiento, así como detectar las fallas presentadas.

Otro punto a considerar es el uso adecuado de la guía de mantenimiento siguiendo los pasos y las indicaciones como recomienda dicho documento el mismo que ayudará a realizar las tareas de mantenimiento de los sensores y actuadores aumentando la vida útil del sistema de inyección Common Rail del camión MAN TGS D 28 Modelo 2010..

En cuanto a las personas encargadas de realizar los mantenimientos de este tipo de camión se les recomienda limpiar los sensores, actuadores y arneses de cables al menos dos veces al año, con esto se evitará que la unidad de mando EDC no se dañe, en caso de presentarse algún código de falla es necesario realizar un escaneo con el MAN CATS.

Es recomendable cambiar los filtros de aire y combustible cada cambio de aceite (10000 km) ya que gracias a este mantenimiento se asegura la limpieza de todo el sistema Common Rail obteniendo un buen rendimiento del motor. También se purgar el separador de agua dos veces por semana ya que el diesel en el Ecuador contiene partículas de agua lo cual ocasiona oxidación en las partes internas del sistema Common Rail para evitar daños considerables se recomienda aflojar la válvula de drenaje en este período con el motor apagado.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

**BENNETT**, Sean “Tecnología Moderna en Motores Diesel”. Editorial, Clifton Park, N Y. 2002.

**BOSCH**, Robert “Sistema de inyección diesel por acumulador Common Rail” Tomo V editorial Bosch Stuttgart 2005.

**BOSCH ROBERT y BENTLEY PUBLISHERS**, “Diesel Accumulator Fuel-Injection System Common Rail”. Editorial Bentley Pub, 2001.

**BOSCH**, Robert “Manual de la técnica del automóvil”. Edición cuarta. Editorial Bosch Stuttgart 2003.

**BURGHOLZER**, Rudolf “Inyección Directa del sistema Common rail”. Manual MAN Alemania 2002.

**CASTRO**, Miguel “Sistemas electrónicos de la inyección diesel”. Editorial Ceac España 2002.

**FIENGO**, Giovanni y **PALLADINO**, Angelo “Common Rail system for GDI engines”. Editorial Benevento Italia 2007.

**HERMÓGENES**, Gil “Procesos de Diagnosis en sistemas electrónicos de inyección diesel”. Editorial Ceac España 2002..

**HILLIER W y COOBES Peter**. “Fundamentals of MOTOR VEHICLE TECHNOLOGY”. Edición quinta Editorial CLETENHAM Inglaterra 2004.

**SALVADOR, JAVIER** “Motores de combustión interna Avanzados”. Editorial REVERTE S A. España 2007.

**REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:**

<http://www.todomecanica.com> “sistemas-de-inyección”. (3 de abril del 2013).

<http://www.trekkingchile.com> “sistema-inyeccion1”. (3 de abril del 2013).

<http://es.scribd.com> “accumulator-common-rail”. (14 de mayo del 2013).

<http://www.atikoestudio.com> “Common rail”. (14 de mayo del 2013).

<http://www.google.com.ec/search> “common+rail”. (15 de mayo del 2013).

[www.iessierradeguara.com](http://www.iessierradeguara.com) “*common-rail-al.pdf*”. (28 de julio del 2013).

[www.volkswagen.com.ec](http://www.volkswagen.com.ec). “[common\\_rail.html](#)”. (29 de julio del 2013).

[www.motorpasion.com](http://www.motorpasion.com). “*motor-20-tdi-common-rail*”. (6 de agosto del 2013).

[www.myturbodiesel.com](http://www.myturbodiesel.com). “[common-rail-fuel-sy](#)”. (1 de octubre del 2013).

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net) “[common-rail-boschmanual](#)”. (2 de octubre del 2013).

## ANEXOS

**Anexo 1:** Fotografía del Camión MAN TGS D 28 Modelo 2010



**Anexo 2:** MAN CATS II



**Anexo 3:** Multímetro y aparato de medición de presión de combustible.

