



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE**

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: IMPLEMENTACION UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE  
INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS  
AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR**

**Autores**

Toapanta Balarezo, Mauricio Alexander y Naranjo Guilcaso, Ariel Francisco

**Directora**

Ing. Stefanía Matilde, Amaya Sandoval

**Latacunga 2022**

FECHA ÚLTIMA REVISIÓN: 13/12/11

CÓDIGO: GDI.3.1.004

VERSIÓN: 1.0



# ANTECEDENTES

Los avances tecnológicos han llegado a límites inimaginables en muchos aspectos de la humanidad. Estos sucesos no se han eliminado en el motor de combustión interna, aunque el principio de funcionamiento del motor

Se ha mantenido sin cambios durante los últimos 100 años. Los diversos subsistemas del han sido continuos, duraderos y con un cambio progresivo, mejorado la combustión química enfocándose en la reducción de las emisiones de gases nocivos y aumentar la potencia mecánica total del automotor.



# ***PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA***

La exigencia de las reducciones de emisiones de gases de escape, ha venido teniendo cambios en los motores de combustión interna con el fin de realizar un control de las mismas, por ello es que se han venido actualizando he implementando sistemas de control electrónico, como es en el caso del motor a Diésel se implementa el sistema CRDI con inyección electrónica facilitando así el control y atomización del combustible, y verificar la admisión de aire; para obtener una mezcla ideal y bajar el porcentaje de contaminación.

Dado el caso de las actualizaciones que poseen el motor se necesita que los estudiantes de la carrera tengan mayor conocimiento de los mismos.



# JUSTIFICACIÓN

La construcción de un banco de entrenamiento de un motor diésel con inyección electrónica para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz brindará a los estudiantes a poseer más conocimientos sobre varios temas ya sea como el funcionamiento del sistema CRDI con inyección electrónica, de los inyectores de un motor diésel, además las posibles fallas mecánicas y electrónicas mediante sensores o actuadores entre otros componentes electrónicos.

El banco de entrenamiento ayudara al aprendizaje de cómo se debe leer una curva característica al momento de realizar un diagnóstico ya sea en sensores o actuadores del sistema de inyección electrónica de un motor diésel.



# ***OBJETIVOS***



# OBJETIVOS

## *Objetivo General*

- ❖ IMPLEMENTAR UN MOTOR DIÉSEL CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE RIEL COMÚN Y LOS SISTEMAS AUXILIARES DE GESTIÓN DEL MOTOR.



# OBJETIVOS

## Objetivos Específicos

- ❖ Investigar sobre el funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica Diésel.
- ❖ Identificar los parámetros de funcionamiento de los sensores y actuadores en los sistemas de inyección electrónica Diésel.
- ❖ Especificar tanto valores como curvas características de los sensores y actuadores para utilizarlas al momento de diagnosticar averías en los sistemas de inyección electrónica Diésel.



# ALCANCE

El banco de pruebas será ubicado en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi sector Belisario Quevedo dónde los estudiantes podrán realizar diferentes prácticas de un motor diésel a inyección electrónica de manera que complementen sus conocimientos de forma práctica.

El presente proyecto tiene el objetivo de realizar una correcta implementación del motor en el bastidor, el cual proporcione seguridad y además se procederá a la investigación sobre el funcionamiento del motor y la mayoría de sus sistemas, sensores y actuadores así como 24 también el funcionamiento de la inyección electrónica para poder aprovechar al máximo su rendimiento,





# ***MARCO TEÓRICO***

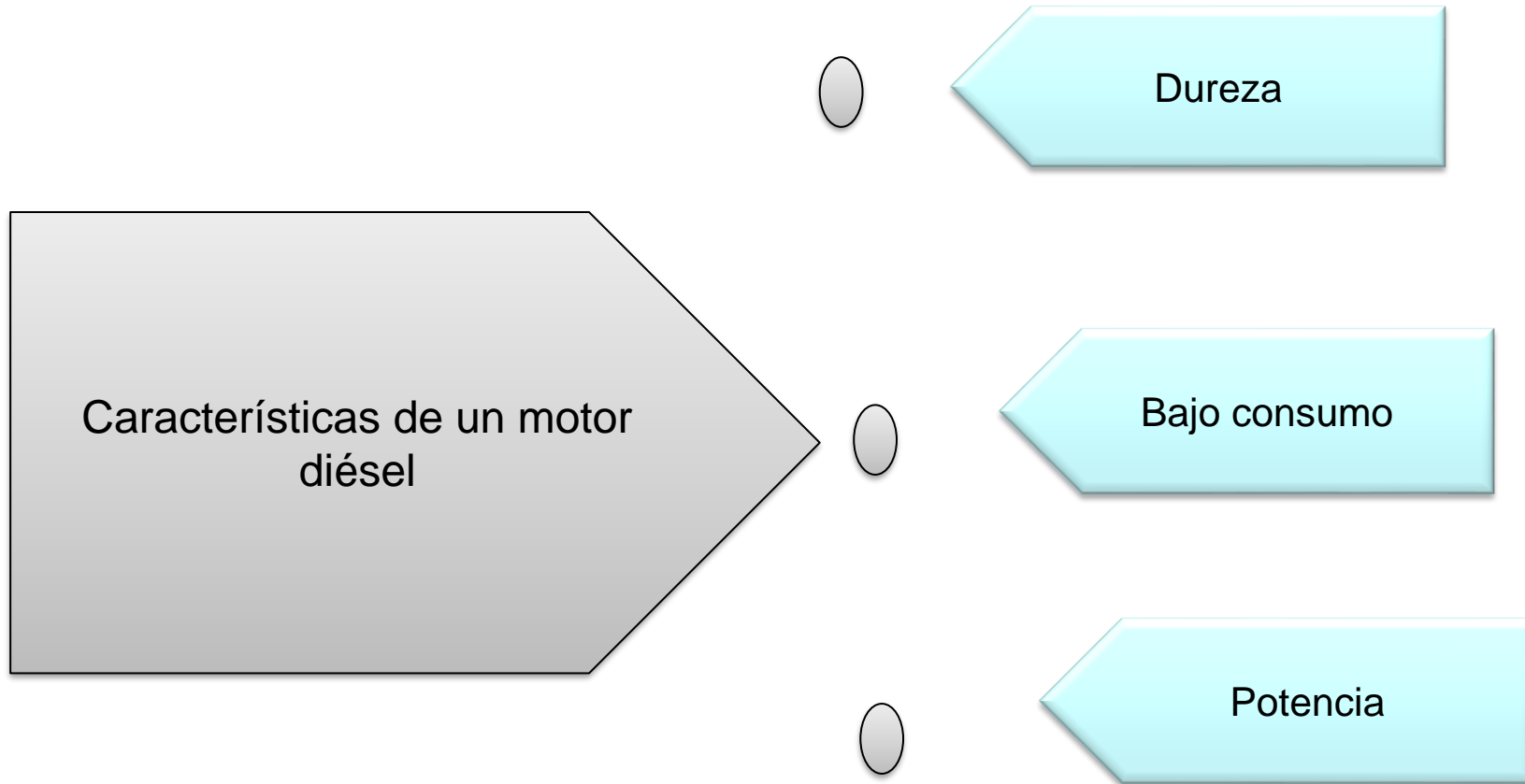


# Que es un motor de combustión interna diésel

Un motor diésel es un motor de combustión interna que empezó a existir desde el año 1893, el motor fue nombrado diésel en honor a su creador Rudolf Diésel, este motor fue diseñado principalmente para el ámbito industrial como en los vehículos pesados: buses, tráileres, busetas entre otros

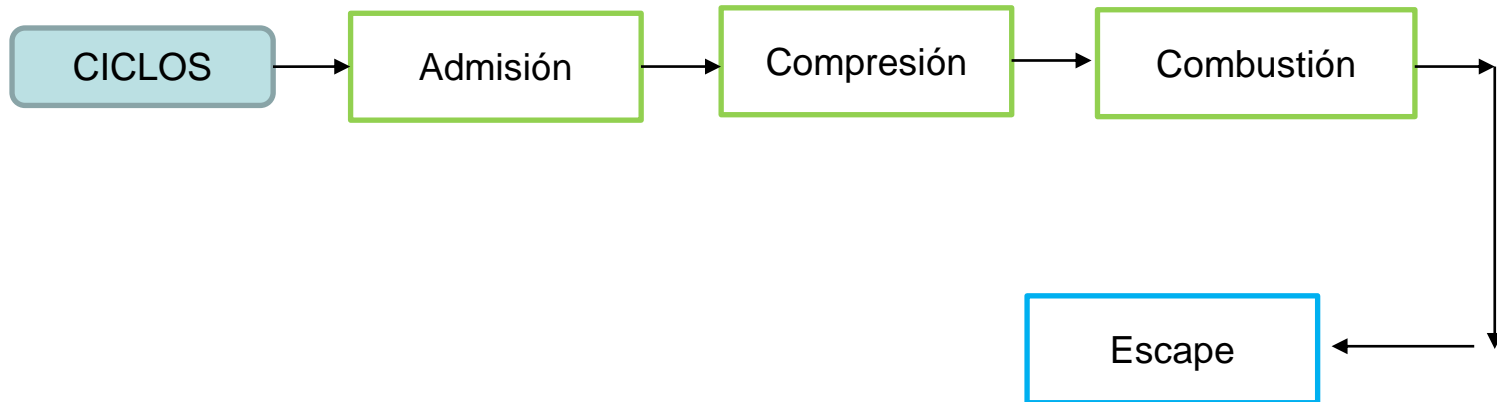


# MARCO TEÓRICO



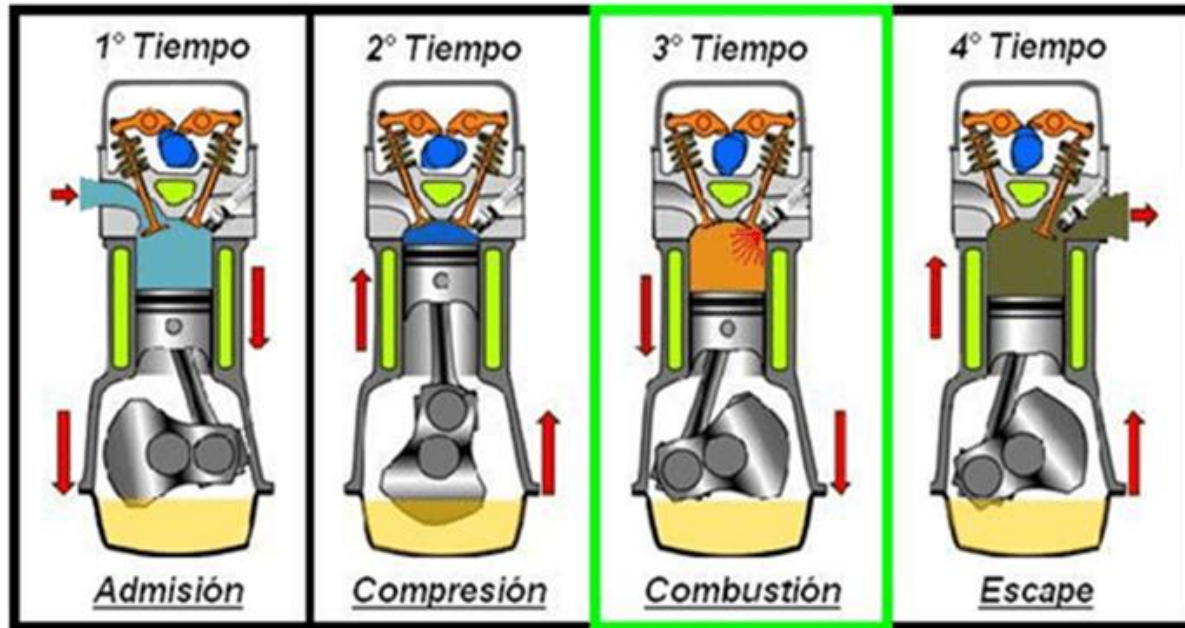
# MARCO TEÓRICO

## Ciclo teórico del motor de combustión interna diésel



# MARCO TEÓRICO

## Ciclo diésel



Motor 4 Tiempos



# MARCO TEÓRICO

## Elementos que componen el motor

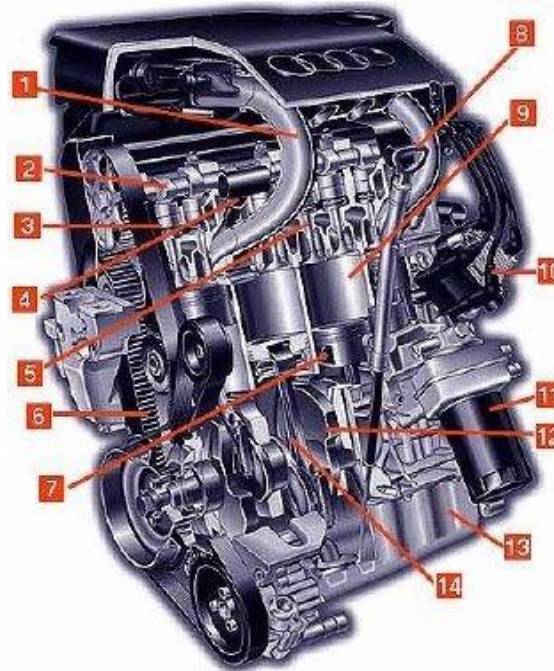
E  
L  
E  
M  
E  
N  
T  
O  
S  
  
D  
E  
L  
  
M  
O  
T  
O  
R

Elementos fijos..

- Culata
- Bloque del motor
- Carter.

Elementos móviles.

- Pistones
- Biela
- Cigüeñal
- Válvulas
- Árbol de levas
- Distribución



- |                           |                                |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. Colector de admisión   | 8. Medidor del nivel de aceite |
| 2. Árbol de levas         | 9. Cilindro                    |
| 3. Empujadores            | 10. Inyección                  |
| 4. Inyector               | 11. Filtro de aceite           |
| 5. Válvulas               | 12. Cigüeñal                   |
| 6. Correa de distribución | 13. Cáster de aceite           |
| 7. Pistón                 | 14. Biela                      |

[www.areatecnologia.com](http://www.areatecnologia.com)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# *Ventajas y Desventajas del motor diésel*

## ***Ventajas:***

- + Menor consumo de combustible en comparación con un motor homólogo de ciclo Otto (mayor rendimiento térmico).
- + Mayor par motor que un motor homólogo de ciclo Otto.
- + Mayor fiabilidad mecánica (régimen de giro menor, construcción más robusta).
- + Permite usar combustibles vegetales.
- + Permiten un uso con mayor carga que un motor Otto homólogo con el mismo nivel de estrés mecánico.



*Desventajas:*

- + Mayor costo de fabricación.
- + Complejidad en el tratamiento de emisiones
- + Mayor sonoridad en ciertos motores de tecnología de inyección antigua





# ***DESARROLLO***



# DESARROLLO

## Selección del Motor

ISUZU D-MAX 2.5 CREW 4X4 163 CV	
Cc	2499
Litros	2.5
Diámetro	95.4
Carrera	87.4
Relacion de compresión	17.0
Cilindros	4
Configuración	en línea
Distribución	doble árbol de levas en cabeza (DOHC)
Válvulas por cilindro	4
Código motor	4JK1-TC



# Bomba de inyección

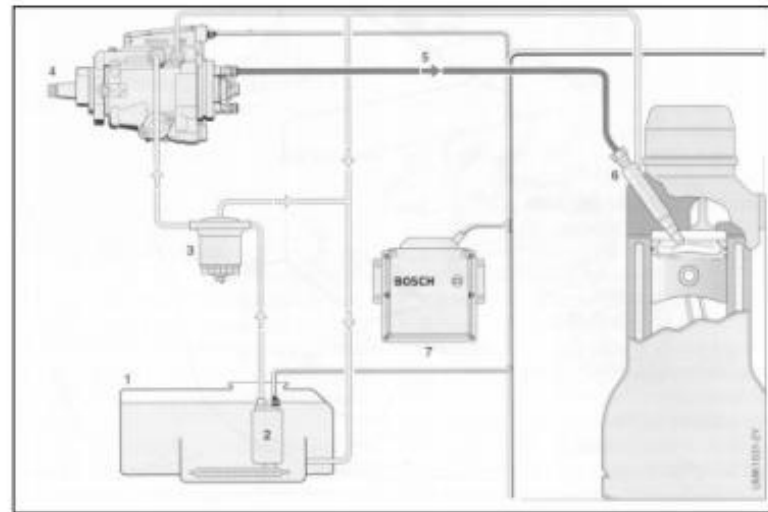
El motor cuenta con un tipo de bomba de inyección de émbolos radiales VP44 la cual tiene como función suministrar el combustible del tanque hacia la cámara de combustión.

La bomba de émbolos radiales VP44 fue desarrollada especialmente para motores Diesel esta bomba se caracteriza por un mayor dinamismo en la regulación del caudal y del comienzo de inyección, y por presiones en el inyector de hasta 1600Bar.



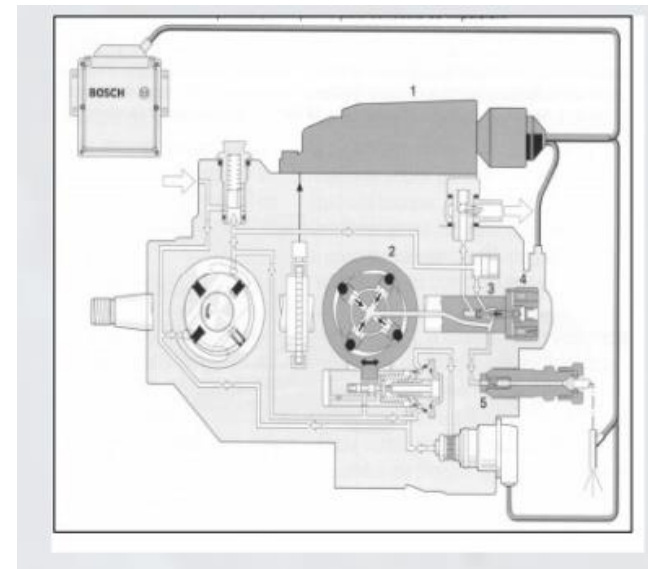
Para la alimentación de combustible de baja presión, se constituye de la siguiente manera:

- Depósito de combustible
- Bomba previa
- Filtro de combustible
- Bomba rotativa de inyección de émbolos
- Tubería de impulsión (Alta presión)
- Combinación de porta inyección
- Unidad de control



Para la parte de alta presión y para la distribución y dosificación de combustible, utilizando para ello un elemento acusador (electroválvulas de alta presión)

- Unidad de control
- Bomba de alta presión de émbolos radiales
- Cuerpo distribuidor
- Electroválvula de alta presión
- Empalme para conducto de impulsión

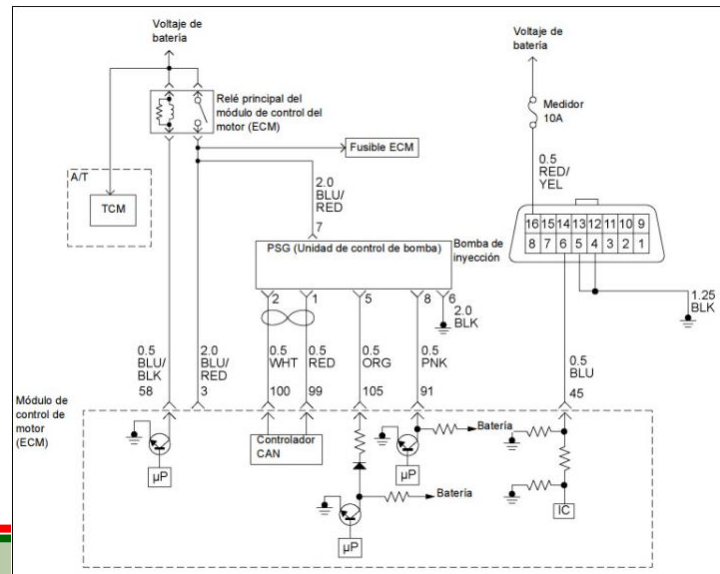


# Descripción del circuito

El ECM calcula un grado de inyección y una sincronización de inyección utilizando varios sensores y PSG controla la válvula solenoide de alta presión dependiendo de los datos del mapa de bomba programados.

Las señales de grado de inyección deseado y grado de inyección real son intercambiadas a través del bus CAN entre PSG y ECM.

Si la relación de la señal de velocidad de motor y señal de velocidad doble de la leva de bomba es excesivamente grande, se almacenará DTC P0251(Código síntoma 7). Si el circuito alto o bajo de CAN está defectuoso, se almacenará DTC P0251 (Código síntoma E)



# SENSORES

## APP



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
5	Blanco	WHT	Vs1= 0,5 a 4,5 V
	Naranja	ORG	Vr1= 5 ó 12 V
	Negro	BLK	Vm1= 20 a 80 mv
	Naranja	ORG	Vr2= 5 ó 12 V
	Rojo	RED	Vs2= 0,5 a 4,5 V
	Negro	BLK	Vm2= 20 a 80 V

es un sensor de posición del acelerador, el cual está encargado de medir la posición en la que se encuentra la mariposa o estrangulador dependiendo con la intensidad que se pise el pedal del acelerador



# CMP



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
3	Negro	BLK	$V_m = 20 \text{ a } 80 \text{ mV}$
	Blanco	WHT	$V_s = 0 \text{ ó } 5 \text{ V}$
	Rojo	RED	$V_r = 5 \text{ V}$

Este es de tipo hall, es un sensor de posición del árbol de levas, se encarga de leer las ranuras que posee el engrane del eje de levas con esto poder emitir una señal a la computadora la cual identificar la posición de las válvulas y activa los inyectores.





# CKP



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
3	Amarillo	YEL	$V_s = 0 \text{ ó } 5 \text{ V}$
	Azul	BLU	$V_r = 5 \text{ V}$
	Verde	GRN	$V_m = 20 \text{ a } 80 \text{ mV}$

Es un sensor que se utiliza para poder controlar la posición o la velocidad del cigüeñal y enviar una señal a la computadora para que pueda activar los inyectores



# FRP



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
3	Rojo	RED	5 Voltios
	Negro	BKL	0 Voltios
	Blanco	WHT	4,90 Voltios

es el encargado de detectar la presión de combustible en el riel mediante un sistema piezoeléctrico que varía el voltaje enviado a la ECU, en función de la presión existente



# Inyectores

## Inyector cilindro 1



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Plomo	GRY	4,7V
	Plomo con amarillo	GRY y YEL	0V



## Inyector cilindro 2



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Blanco	WHT	0V
	Amarillo	YEL	4,7V



## Inyector cilindro 3



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Café	BRN	4,7V
	Blanco	WHT	0V



## Inyector cilindro 4



Numero de cables	Color	Abreviatura	Voltaje
2	Verde	GRN	4,7
	Azul	BLU	0V



# ***IMPLEMENTACIÓN***



# **IMPLEMENTACIÓN**

## **Montaje del motor en el bastidor**





# MANTENIMIENTOS

## Fallas y diagnostico de la bomba VP 44

FALLAS	DIAGNOSTICO
<b>Humo negro por el escape</b>	<p>Se produce debido a que la proporción aire combustible no es la adecuada ya que es rica en diésel a causa de que se suministra más diésel que aire en la combustión.</p>
<b>Consumo excesivo de combustible</b>	<p>Una bomba que no funciona correctamente puede provocar excesos de consumo por culpa de la suciedad y los agentes contaminantes del carburante que deterioran las gomas y juntas de estanqueidad de la bomba lo que genera pérdidas y fugas de combustible. También puede consumir en exceso porque no esté bien calibrada.</p>
<b>Humo blanco por el tubo de escape</b>	<p>Cuando se suministra un exceso de diésel este no puede ser quemado por completo en la cámara de combustión por lo que hay una pequeña parte de gasoil que no se ha quemado que termina por llegar al tubo de escape y por la alta temperatura de este sale el famoso humo blanco que no es otra cosa que diésel crudo que se quema en el escape debido a la alta temperatura del tubo.</p>
<b>El motor no se para, falla, se acelera o se para solo, hace ruido, da tirones y un largo etcétera</b>	<p>Se debe a que la bomba de inyección no se está dando de forma correcta, todas estas anomalías en la bomba pueden producirse por muchas causas, bomba rota, mal calibrada, el solenoide de la bomba no funciona, etc.</p>



CODIGO	Nombre DTC	Piezas relacionadas con el fallo
P0251	Fallo en la bomba de inyección	<p>1. No hay error en el sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba.</p> <p>2. El ancho del pulso de control de la válvula solenoide de presión alta no se corresponde con la cantidad de inyección de combustible deseada.</p> <p>1. No hay error en el sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba.</p> <p>2. No hay error en el sensor CKP.</p> <p>3. La diferencia entre la velocidad del motor y la velocidad del árbol de levas de bomba doble es más de 720 rpm</p> <p>No hay mapa de bomba programado en la PSG (unidad de control de la bomba) ni fallo en la PSG.</p> <p>Fallo en el convertidor A/D o EEPROM de la PSG (unidad de control de la bomba).</p> <p>La PSG (unidad de control de la bomba) ha reconocido un error en el circuito de propulsión de la válvula solenoide de alta presión.</p> <p>La PSG (unidad de control de la bomba) no ha podido medir el voltaje de propulsión de la válvula solenoide de alta presión.</p> <p>El ECM no ha podido aceptar el mensaje de la PSG (unidad de control de la bomba).</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ Fallo en el sensor de velocidad del árbol de levas de la bomba.</li> <li>✚ Faltan pulsos en el sensor CKP.</li> <li>✚ Interferencia eléctrica.</li> <li>✚ Interferencia magnética.</li> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ Fallo en la PSG (unidad de control de la bomba).</li> <li>✚ El circuito alto de la CAN está abierto, cortocircuitado a tierra o</li> </ul>



# Reparación de la bomba VP44

VP44 falla en su mayoría de veces por el módulo electrónico, evitando de esa manera que reciba señal de la ECU y no de una presión adecuada de combustible.

## Material necesario

- Un juego llaves de copas
- Destornillador plano
- Llave inglesa.
- Torx T25
- Destornillador
- Torx con cabeza
- T10
- Alicates
- Cautin
- Estaño
- 2 juntas Un spray de éter
- Módulo PSG-15



# MANTENIMIENTO ELECTRICO

## Mantenimiento motor de arranque

FALLAS	CAUSAS	SOLUCION
El motor de arranque no gira al accionar el interruptor de arranque del encendido.	Encender la iluminación (luz de cruce) <b>La iluminación es demasiado tenue o no funciona =</b> <ul style="list-style-type: none"><li>fallo en un cable o se ha interrumpido la conexión a masa</li><li>no hay flujo de corriente suficiente debido a que las conexiones están sueltas u oxidadas</li><li>La batería está descargada</li><li>El alternador está averiado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Revisar el cable de la batería y las conexiones</li><li>Limpiar los polos y los bornes de la batería</li><li>Crear una conexión segura para el flujo de corriente entre el motor de arranque, la batería y a masa</li><li>Medir la tensión de la batería</li><li>Revisar y cargar la batería; en caso necesario, sustituirla</li><li>Revisar el alternador</li></ul>
	<b>El interruptor magnético no reacciona:</b> Puentear borne 30 y 50 hasta el motor de arranque, el motor de arranque se pone en marcha / se acopla igual <ul style="list-style-type: none"><li>el interruptor de arranque del encendido está defectuoso</li><li>se ha interrumpido la conexión</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>sustituir el interruptor de arranque del encendido</li><li>reparar las conexiones</li></ul>



	<p><b>El interruptor magnético reacciona:</b> Soltar el cable de la batería del borne 30 y colocarlo directamente al tornillo de contacto situado bajo la conexión del borne 30. El motor de arranque se pone en marcha =</p>	<p>Limpiar/renovar los contactos del interruptor magnético</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los contactos del interruptor magnético están sucios o desgastados</li> </ul>	
<p><b>El motor de arranque no gira cuando el cable de la batería se coloca directamente en el tornillo de contacto situado bajo la conexión del borne 30, o bien el motor de arranque gira demasiado lentamente o no llega hasta el motor.</b></p>	<p>Las escobillas de carbón están desgastadas</p> <p>Las escobillas de carbón se atascan</p> <p>Los muelles no tienen tensión suficiente. Las escobillas de carbón no se ajustan</p> <p>El colector está sucio</p> <p>El colector está estriado o quemado</p> <p>El inducido o la bobina magnética presentan un defecto</p> <p>La batería está descargada</p>	<p>Sustituir las escobillas de carbón</p> <p>Limpiar las escobillas de carbón y las guías del soporte de las escobillas</p> <p>Sustituir las escobillas de carbón</p> <p>Limpiar el colector</p> <p>Revisar el motor de arranque y sustituirlo en caso necesario</p> <p>Revisar el motor de arranque y sustituirlo en caso necesario</p> <p>Revisar y cargar la batería</p>
<p><b>El motor de arranque se acopla y se pone en marcha. El motor gira a</b></p>	<p>Flujo de la corriente incorrecto debido a conexiones sueltas u oxidadas</p> <p>Las escobillas de carbón se atascan</p>	<p>Limpiar y apretar los polos y las conexiones de la batería</p> <p>Limpiar las escobillas de carbón y las guías del soporte de las escobillas</p>



<b>trompicones o no gira en absoluto.</b>	Las escobillas de carbón está desgastadas	Sustituir las escobillas de carbón
	El colector está sucio	Limpiar el colector
	El colector está estriado o quemado	Revisar el motor de arranque y sustituirlo en caso necesario
<b>El piñón de la tracción no se desacopla. El motor de arranque se acopla y se pone en marcha. El motor gira a trompicones o no gira en absoluto.</b>	El inducido o la bobina magnética presentan un defecto	Revisar el motor de arranque y sustituirlo en caso necesario
	El piñón de la tracción presenta algún defecto	Sustituir el piñón de la tracción
<b>El piñón de la tracción no se desacopla.</b>	La corona dentada del volante de inercia presenta algún defecto	Reparar la corona dentada y sustituirla en caso necesario
	Los piñones o la rosca están sucios o dañados	Revisar el motor de arranque y sustituirlo en caso necesario
<b>El motor de arranque sigue en marcha al apagar el interruptor de arranque del encendido.</b>	El interruptor magnético presenta algún defecto	Sustituir el interruptor magnético
	El muelle recuperador está desgastado o roto	Sustituir el muelle recuperador
	El interruptor de arranque del encendido o el relé presenta algún defecto	¡Parar el motor inmediatamente! Revisar el motor de arranque y el relé; en caso necesario, sustituirlos



## REVISIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO

Paso 1: busque el conector de diagnóstico en su vehículo.

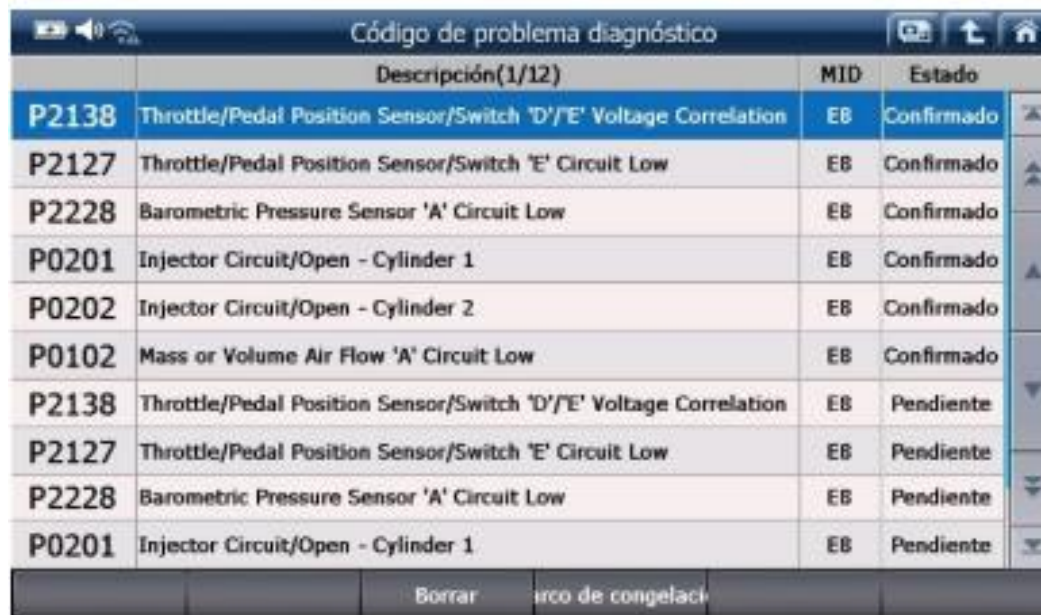


Paso 2: Conecte la herramienta OBD-II al DLC.



Paso 3: Ingrese la información requerida en la pantalla del escáner.

Paso 4: Verifique el menú en busca de códigos cuando el escáner deje de funcionar.



Código de problema diagnóstico			
	Descripción(1/12)	MID	Estado
P2138	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/E' Voltage Correlation	EB	Confirmado
P2127	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'E' Circuit Low	EB	Confirmado
P2228	Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	EB	Confirmado
P0201	Injector Circuit/Open - Cylinder 1	EB	Confirmado
P0202	Injector Circuit/Open - Cylinder 2	EB	Confirmado
P0102	Mass or Volume Air Flow 'A' Circuit Low	EB	Confirmado
P2138	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'D'/E' Voltage Correlation	EB	Pendiente
P2127	Throttle/Pedal Position Sensor/Switch 'E' Circuit Low	EB	Pendiente
P2228	Barometric Pressure Sensor 'A' Circuit Low	EB	Pendiente
P0201	Injector Circuit/Open - Cylinder 1	EB	Pendiente

Buttons at the bottom: Borrar, Arco de congelaci...







# CONCLUSIONES

- ❖ Se seleccionó un motor que permite aprovechar el circuito electrónico de sensores y actuadores para poder simular fallas de códigos de error
- ❖ Se implementó el motor en el bastidor elaborado, además se realizó el acople del sistema de refrigeración para un funcionamiento óptimo.
- ❖ Se implementó un sistema de escape para guiar los gases producidos por la combustión y menorar su toxicidad
- ❖ Se implementó el sistema eléctrico y electrónico del motor, para obtener una correcta lectura de los sensores y actuadores y el motor pueda trabajar de una manea correcta



# RECOMENDACIONES

- ❖ Al implementar el motor, se debe tomar en cuenta el peso y la longitud para poder construir el bastidor y que cuente con un sistema de inyección electrónica common rail
- ❖ Al implementar el motor se debe colocar bases y cauchos para que puedan absorber la vibración producida al encender el motor de combustión interna, y así evitar que la vibración sea transmitida de manera directa al bastidor.
- ❖ Evitar retirar algún sistema auxiliar ya que podría afectar al funcionamiento del motor
- ❖ Utilizar el manual del fabricante para realizar una conexión adecuada de los sensores y actuadores que posee el motor para evitar quemar la computadora.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA