



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**TEMA:**

**MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL  
SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA  
VOLKSWAGEN AMAROK**

Trabajo de Grado para la obtención del título de Ingeniería en  
Mantenimiento Automotriz

**AUTORES:**

RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS  
ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO

**DIRECTOR:**

ING. CARLOS MAFLA

**IBARRA, 2014**

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con mucha satisfacción participar como Director: **MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK**, trabajo de investigación realizado por los señores estudiantes: RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS, SANTIAGO ESTEVEZ MONTESEDOCA, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial y corresponsable directo del desarrollo correcto del presente trabajo de investigación, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que será designado oportunamente.

Es todo cuanto puedo Certificar por ser justo y legal.

**Ibarra, Marzo del 2013**



**ING. CARLOS MAFLA**

**DIRECTOR**

## AGRADECIMIENTO

Nuestra Gratitude a la Universidad Técnica del Norte, porque de sus aulas llevamos los conocimientos y gratos recuerdos que jamás olvidaremos especialmente, el reconocimiento imperecedero a nuestros profesores, quienes con tesón y confianza contribuyeron a que obtengamos este título, ya que nos comprometemos a llevarlo con dignidad.

### AUTORES:

Santiago Estévez.

Paúl Granda.

## DEDICATORIA

Santiago Estévez.

A mis padres y hermanos

Que fueron siempre el pilar importante dentro de la culminación de mi etapa estudiantil, alguien muy especial mi abuelita ya que con su apoyo incondicional y sus palabras de aliento, en aquellas situaciones difíciles me han capacitado para seguir con rumbo firme hasta lograr mi objetivo y poner mis conocimientos al servicio de la comunidad y al de mi País

## DEDICATORIA

Paúl Granda.

Agradezco profundamente a mis padres por darme el apoyo en todo momento para poder culminar mis estudios, a mi esposa y mi hijo quienes son base fundamental para salir adelante profesionalmente, y a todos quienes estuvieron junto a mí en todo este camino que hoy en día esta culminado.

# ÍNDICE GENERAL

## Contenido

CAPÍTULO I.....	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 DELIMITACIÓN.....	2
1.2.1 Delimitación Espacial.....	3
1.2.2 Delimitación Temporal.....	3
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5 Factibilidad.....	5
CAPÍTULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 INYECTOR.....	7
2.2 Historia.....	8
2.3 Usos.....	8
2.4 Inyector de combustible.....	8
2.5 Funcionamiento.....	9
2.6 Las pruebas básicas a que han de someterse los inyectores son las siguientes:.....	9
2.7 Desmontaje y montaje de los inyectores.....	12
2.8 DESARMADO, LIMPIEZA Y ARMADO DE LOS INYECTORES. ..	13
2.9 Antecedentes.....	13
2.10 Inyector Diesel con unidad electrónica Delphi E3.....	14
2.11 Inyector Inteligente (Delphi Smart Inyector).....	15
2.12 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL INYECTOR ELECTROMAGNÉTICO COMMON RAIL.....	16
2.12.1 Esquema de un inyector:.....	16
2.12.2 Estructura.....	17

2.12.3	Funcionamiento. ....	18
2.12.4	Inyector cerrado (estado de reposo):.....	18
2.12.5	El inyector abre (comienzo de inyección): .....	19
2.12.6	Inyector totalmente abierto: .....	19
2.12.7	El inyector cierra (final de inyección): .....	19
2.13	Inyector Electromagnético Bosch Crdi De La Camioneta Volkswagen Amarok. ....	19
2.13.1	Historia.....	19
2.13.2	Estructura. ....	21
2.13.3	Inyector Electromagnético Bosch. ....	22
2.13.4	Función de la electroválvula. ....	22
2.13.5	Características del Inyector Bosch. ....	22
2.13.6	Beneficios del inyector Bosch.....	23
2.13.7	Funcionamiento y Reparación de inyectores Diesel Common Rail. ....	23
2.13.7.1	Formas de diagnóstico de problemas de inyectores, en base a formas de onda de tensión, corriente, mediciones con osciloscopio. ....	23
2.14	Explicación de funcionamiento de inyectores. ....	26
2.14.1	ELECTRÓNICO.....	28
2.14.2	GESTIÓN ELECTRÓNICA DIESEL.....	29
2.15	Módulo del Inyector Diesel.....	30
2.16	COMMON-RAIL EN LA INYECCIÓN.....	30
2.16.1	HISTORIA.....	30
2.16.2	Esquema básico common rail.....	31
2.17	Ventajas De Los Inyectores Piezo Eléctricos Sobre El Sistema Convencional.....	33
2.18	APLICACIONES DEL LOS INYECTORES EN LA MEJORA DE LA INYECCIÓN DIESEL. ....	33
2.19	SENSORES Y ACTUADORES QUE INTERVIENEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR.....	34
2.19.1	Sensores principales. ....	34
2.19.2	Sensores secundarios.....	35
2.19.3	Actuadores principales. ....	35
2.19.4	Actuadores secundarios.....	35

2.20	Sistema de inyectores en la actualidad.....	36
2.21	Diésel (conducto común o inyector-bomba).....	36
2.22	Regulación del inyector a diesel por medio de la ECU. ....	36
2.22.1	Relación general del sistema.....	36
2.23	Procesamiento de datos del sistema EDC.....	37
2.24	Preparación de señales. ....	37
2.25	Procesamiento de señales en la unidad de control hacia los inyectores. ....	38
2.26	Prueba de inyectores CRDI con el Equipo Bosch MM03 CR TEST. 39	
2.27	Comprobadores de inyectores. ....	43
2.28	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	44
	CAPÍTULO III.....	47
3	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	47
3.1	Tipo de Investigación .....	47
3.2	Métodos .....	47
	CAPÍTULO IV.....	49
4.1	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	49
4.2	PRUEBAS QUE SE REALIZAN AL INYECTOR CON EL SCANNER. ....	49
	CAPÍTULO V.....	54
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
	CONCLUSIONES: .....	54
	RECOMENDACIONES:.....	55
	CAPÍTULO VI.....	57
6.	Propuesta.....	57
6.1	Introducción. ....	57
6.2	Objetivos. ....	58
6.2.1	Objetivo General. ....	58
6.2.2	Objetivos Específicos.....	58
	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS. ....	115

## RESUMEN

Este presente trabajo trata sobre la elaboración de un módulo didáctico sobre los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok, a medida que se realiza este módulo se da una oportunidad de aprendizaje, en el cual los docentes y estudiantes de la carrera y de toda la universidad podrán adquirir conocimientos sobre el inyector piezoeléctrico del sistema common rail, de tal manera que puedan aprender de forma didáctica y practica dicho sistema. Para la realización de este trabajo se desarrolló un marco teórico definido al tema de inyector piezoeléctrico el cual nos ayuda a comprender de mejor manera la teoría y el funcionamiento del inyector CRDi. El modulo didáctico está constituido de dos unidades las cuales tienen una parte teórica y una parte donde se indica el mantenimiento del inyector y también tiene actividades y evaluaciones relacionadas a cada unidad. En la primera unidad describiremos el inyector piezoeléctrico de la camioneta Amarok tanto su estructura, componentes y el funcionamiento del mismo, siendo esta unidad la más teórica del módulo didáctico. La segunda unidad se da a conocer la clase de mantenimiento que se le da al inyector de tal manera que se pueda realizar un correcto mantenimiento del mismo, donde se realiza diferentes pruebas como la de volumen y retorno de combustible donde se verifica la clase de pulverización y se mide el desgaste del cuerpo tobera-aguja mediante la entrega y retorno de combustible en el banco de pruebas, siendo esta unidad compuesta por conocimientos de mantenimiento y desarrollando dichos conocimientos de forma didáctica y práctica para los estudiantes. Este módulo permite al docente luego de cada unidad realizar actividades didácticas que el estudiante deberá realizar en contacto con la camioneta Amarok que se encuentra a disposición en el taller de la carrera, y más aún ya que cuenta el laboratorio con el banco de pruebas para los inyectores piezoeléctricos del sistema common rail CRDi.

## **SUMMARY**

This work is about the elaboration of a didactic module on the Common Rail System injectors of the Volkswagen pick-up Amarok. With the design of this module, an opportunity for learning is given where teachers and students of the career and the whole university will be able to acquire knowledge on the piezo-electric Common Rail System injector so that they can learn in a didactic and practical way about that system. In order to perform this work, a theoretical background was developed defined on the topic of the piezo-electric injector which will help us to understand better the theory and the functioning of the CRDi. The didactic module is made up of two units which have a theoretical part and a part where the maintenance of the injector are shown and where there are also activities and evaluations related to each unit. In the first unit, we describe the piezo-electric injector of the Amarok pick-up, both its structure, components and its functioning being this the more theoretical unit of this didactic unit. The second unit presents the kind of maintenance given to the injector so that a correct maintenance can be performed, where different tests are carried out, such as the volume test and the fuel return test where the kind of pulverization is verified and the wear of the nozzle-needle housing by means of the fuel delivery and return on the test bench. This unit is made up of maintenance knowledge and develops that knowledge in a didactic and practical way for students. This model permits the teacher to perform activities after each unit which the students should carry out in touch with the Amarok pick-up which is available in the workshop of the career, especially as the laboratory counts with a test bench for piezo-electric Common Rail System injectors CRDi.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la gran competencia en la industria automotriz se fabrica un motor que consuma menos combustible, tenga una mayor potencia, siempre pensando en el cuidado del medio ambiente Volkswagen crea una pick up Amarok, la cual tiene un novedoso sistema de inyección diesel llamado Common Rail o sistema de conducto común.

Este sistema de conducto común consta de cuatro componentes principales que son la Ecu, Bomba de alta, Riel común e Inyectores, siendo este último nuestro tema a investigar.

El Inyector piezoeléctrico es un componente principal en este sistema, ya que todos los elementos que conforman el inyector esta hechos para soportar las altas presiones que genera el sistema y dar una entrega exacta de combustible en el momento adecuado según las revoluciones del motor, siempre gobernado por la computadora (ECU).

El tema de investigación realizado en este informe, es el Módulo didáctico sobre los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok. Está estructurado de acuerdo con las especificaciones dispuestas por la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte por capítulos.

Una vez conformado e investigado lo referente a los inyectores comenzamos con el capítulo uno con el marco contextual del problema, las generalidades, objetivos y justificación.

El segundo capítulo corresponde al Marco teórico que permite presentar el contenido científico del Inyector Bosch piezoeléctrico de la camioneta Volkswagen Amarok.

El tercer capítulo narra la metodología aplicada durante el procedimiento de la investigación.

El cuarto capítulo corresponde al análisis e interpretación de resultados al realizar con el scanner automotriz algunas pruebas a la camioneta Volkswagen Amarok, y obteniendo valores del sistema de inyección CRDi, detallados mediante la explicación práctica.

El quinto capítulo se encuentra detallado las conclusiones y recomendaciones, según los datos obtenidos en las pruebas realizadas que se describe en el capítulo cuatro y recomendaciones del mismo

.

En el sexto capítulo se desarrolla la propuesta que consta en la Elaboración de un Módulo Didáctico para la enseñanza teórico-práctica ya que está constituida de dos unidades donde se detalla la funcionalidad del inyector y sus componentes y se explica paso a paso su correcto mantenimiento.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **Antecedentes.**

Los retos que en la actualidad enfrenta la Institución Universitaria ecuatoriana referidos a la exigencia social de mejoramiento de la calidad educativa, las presiones de un escenario de mercado altamente competitivos y las propias convicciones surgidas de las reflexiones sobre el sentido y la vocación de la Universidad en la formación del ser ecuatoriano, han generado en conjunto un ambiente propicio para el cuestionamiento acerca de la manera como ella está cumpliendo su función social en el contexto de una realidad conmocionada, fracturada con crisis de valores, pero al mismo tiempo dispuesta a mantener viva la fe en un mundo mejor, más humano y más equilibrado.

Como parte de la innovación a los estudiantes consideran como un deber unificar esfuerzos para promocionar los materiales fundamentales para el aprendizaje teórico – práctico de mecánica automotriz, es así que tras un estudio se ha podido evidenciar que uno de los materiales elementales para el laboratorio de mecánica automotriz son los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

#### **1.1 Planteamiento del problema.**

En la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se ha palpado la necesidad de implementar varios componentes que definen la

calidad de la formación de los futuros profesionales ya que con los avances de la ciencia y técnica en especial en el área de la mecánica automotriz tanto a gasolina como a diesel ha obligado a estar actualizados para desenvolverse de una mejor manera.

En la práctica este tipo de proyectos en el futuro serán la base del crecimiento profesional y de mejorar los niveles competitivos de los estudiantes que egresen de la UTN.

### **Formulación del problema.**

En el taller de Mecánica Automotriz de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología carece del sistema de inyectores Common Rail y un módulo didáctico del mismo para el desarrollo académico de la Carrera de Mantenimiento Automotriz.

Es por eso que sentimos la necesidad de la presentación de un módulo didáctico de inyectores de la camioneta Volkswagen Amarok doble cabina, consideramos que estaremos apoyando a este gran objetivo de mejorar y dar la oportunidad a los estudiantes de tener una guía la cual la pueden utilizar cuando más la necesiten.

### **1.2 DELIMITACIÓN.**

#### **Unidades de Observación.**

La investigación se realizará en la Universidad Técnica del Norte

### **1.2.1 Delimitación Espacial.**

La presente investigación se la desarrollará en la Universidad Técnica del Norte, Parroquia el Olivo del cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Este proyecto va dirigido hacia la innovación de tecnología que permite el aprendizaje de los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

### **1.2.2 Delimitación Temporal.**

La presente investigación se realizará a partir del mes de Julio del 2012 las expectativas planteadas con este trabajo de grado por parte de los proponentes permitirán enfocar de forma clara la estructura, función, mantenimiento de los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok, plasmándole en un manual didáctico que detalla en forma práctica y gráfica información actualizada sobre este sistema en un vehículo de alta tecnología.

## **1.3 OBJETIVOS.**

### **1.3.1 Objetivo General.**

Módulo didáctico sobre los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

- Investigar en forma bibliográfica y documental acerca de los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

- Elaborar el módulo didáctico sobre los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.
- Implementar con los inyectores del sistema Common Rail en el taller de la carrera de ingeniería en mantenimiento automotriz.
- Socializar con los estudiantes de los niveles superiores de la carrera de mantenimiento automotriz un módulo didáctico sobre los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN.**

El adelanto científico y tecnológico de un país está directamente relacionado con las fortalezas de la educación, en este contexto la Universidad Técnica del Norte promueve cambios tanto en su infraestructura como en el desarrollo académico.

En este contexto son varias las actividades por cumplirse entre ellas buscar alternativas para implementar con materiales funcionales y didácticos a los talleres y proporcionar con un módulo didáctico, que constituyen una herramienta que por medio de un procedimiento ordenado, coherente y secuencial ayudará en forma eficiente la labor del docente dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje y beneficia directamente al estudiante ya que dentro de ella se establecen las condiciones para llegar al aprendizaje de calidad.

El Sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok, recurso importante para la especialidad en mantenimiento automotriz, ya que permitirá comprender de forma práctica la importancia, elementos

constitutivos, características, funciones y clases de inyectores, de igual manera determinar las causas que provocan averías y daños permanentes al motor, de esta forma se optimizará el tiempo y el espacio. Además al complementarse el aprendizaje con un módulo didáctico permitirán una mayor interacción entre la teoría y la práctica.

Un módulo didáctico como un medio de aprendizaje estructurado de manera técnica integrará actividades que constituyen para el estudiante una herramienta a la hora de elaborar el conocimiento, que lo motiva y le permite desarrollar sus habilidades y destrezas, donde sus propuestas sean respetadas, donde la teoría se relacione con la práctica, el diseño de una forma práctica en el que las actividades de tipo intelectual, procedimental y actitudinal, permitirá desarrollar habilidades y destrezas en los estudiantes, que a su vez favorezcan su desarrollo integral mediante la participación activa. En consecuencia los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok y su módulo didáctico a implementarse en el taller de mantenimiento automotriz representan un recurso valioso como instrumento de orientación de la mecánica y sus fundamentos a aplicarse en forma práctica en la Especialidad.

### **1.5 Factibilidad**

La implementación de los inyectores del sistema Common Rail de la camioneta Volkswagen Amarok y el diseño de un módulo didáctico en el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología dirigido estudiantes es factible, en vista de que existe la necesidad de dotar a los talleres de material didáctico y tecnológico, además se cuenta con espacio físico para su ubicación, además los proponentes tienen formación y cuentan con la preparación para hacerlo como egresados de la dicha carrera, otro

aspecto a considerar es que la implementación no requiere de grandes erogaciones por parte de los investigadores.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 INYECTOR.

Un inyector utiliza el efecto Venturi para bombear fluidos. Tiene la capacidad de convertir su energía potencial en energía cinética proveniente de una alta presión que sale por una boquilla y una baja presión. Luego los dos fluidos mezclados ingresan por otra boquilla en este lugar la energía cinética de nuevo cambia a energía potencial, en este momento disminuye la velocidad y aumenta la presión. El inyector tiene su mayor aplicación en los motores termodinámicos.

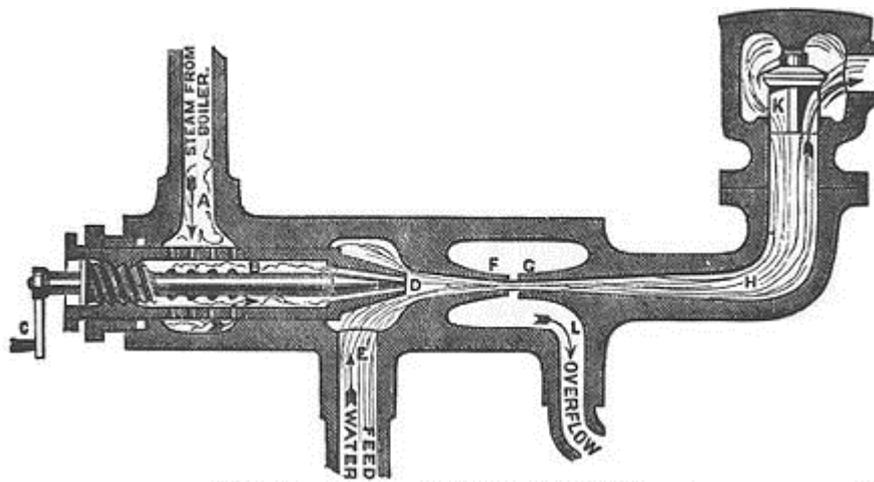


Figura. 1 Inyector.

Fuente. (BOOSTER, 2009).

- A- Vapor a alta presión procedente de la caldera.
- B- Válvula de aguja.
- C- Manija de la válvula de aguja.
- D- Aquí se mezclan el vapor y el agua.
- E- Entrada de agua.
- F- Cono de mezcla.

- G- Boquilla y cono de salida.
- H- Cavidad y tubo de salida.
- K- Válvula anti-retorno.

## **2.2 Historia.**

(LOPEZ, 2011)El inyector fue inventado por el francés Henri Giffard en 1858 y se utilizó originalmente para inyectar agua en las calderas de vapor. En este caso el fluido a alta presión es el vapor de la caldera que sale a alta velocidad por la boquilla y se mezcla con agua lo que produce su condensación. El chorro resultante de agua tiene energía cinética suficiente para entrar en la caldera.

## **2.3 Usos.**

Los inyectores poseen características muy amigables y pueden ser utilizados para bombear diesel, para hacer disoluciones ya que permite que los fluidos tengan una mezcla eficiente.

## **2.4 Inyector de combustible.**

Es un conjunto de piezas unidas por un cuerpo metálico el cual se introduce en el motor, y es el encargado de producir en aerosol al combustible. Conectado a su parte externa el conducto de alta presión, procedente de la bomba de inyección, En su extremo inferior tenemos la tobera que es la que ingresa a la cámara de combustión produciendo la pulverización para formar el aerosol.

## **2.5 Funcionamiento.**

El inyector recibe la alimentación de combustible desde la bomba de inyección, que luego pasa hacia la aguja encontrada en la parte inferior del inyector, esta obstruye el orificio de salida siendo empujada por medio de una varilla y un resorte. En este instante el paso de combustible hacia la cámara de combustión está bloqueado. Cuando se tenga la presión correcta procedente de la bomba para abrir el inyector, esta vencerá la fuerza del resorte permitiendo el ingreso de combustible pulverizado a la cámara de combustión. La apertura del inyector debe hacerse muy rápidamente y para garantizar este proceso es que el combustible actúa sobre una área pequeña de la parte inferior de la aguja, esta presión vence la resistencia que aplica el resorte e ingresa a la parte cilíndrica de la aguja que tiene mayor área, es cuando prácticamente la fuerza de empuje crece y la aguja es movida abruptamente. Las presiones para que se abra el resorte y conjuntamente la aguja pueden estar por más de 400 Kg/cm<sup>2</sup>. Algo que tomar en cuenta es que las toberas impiden el paso de combustible entre la aguja y el cuerpo de la tobera, estas toberas son muy importantes y hay que tener muy en cuenta que son fabricadas con un grado de exactitud muy alto, es por esta razón que cuando se vaya a trabajar con toberas no se debe intercambiar las piezas y evitar al máximo las impurezas. Es lógico que con los millones de inyecciones las toberas se degasten y poco a poco el combustible pasa a la cámara encima de la aguja, este combustible es devuelto a la bomba de inyección por medio del retorno.

## **2.6 Las pruebas básicas a que han de someterse los inyectores son las siguientes:**

1. Si un inyector funciona correctamente es fácil detectar el zumbido característico del mismo.

2. Realizar un análisis de la forma del chorro, nos debe dar la conclusión de que si los elementos del inyector tienen un correcto desempeño.

3. Un factor muy importante es la presión con la cual el inyector realiza su apertura, ya que si no es la correcta la aguja no se levantara de la tobera.

4. Una prueba básica es revisar si el inyector no tiene fugas, esta prueba determina si sus elementos internos están en óptimas condiciones.

5. Prueba de fugas internas en el inyector permite averiguar el grado de desgaste interno del conjunto debido a falta de estanqueidad entre las dos partes del cuerpo del inyector o a desgaste entre la aguja y su alojamiento.

#### **A - "Zumbido" del inyector.**

En la fase de inyección la aguja debe oscilar a una frecuencia muy elevada, cuando el combustible llega al inyector se produce una variación de presión, durante el periodo comprendido de inicio y final de suministro. Esto hace que la aguja produzca un sonido por la oscilación de su válvula. El sonido que produce el inyector al ser accionado nos da como referencia su estado y su correcto funcionamiento.

#### **B - Forma del chorro.**

La forma del chorro nos puede indicar si el inyector está sucio o presenta algún defecto o daño, la forma que usualmente tiene el chorro es de varios chorros en abanico.

### **C - Presión de apertura del inyector.**

Si un inyector no abre con su presión adecuada sino con una mayor, puede estar pegándose la espiga de presión, y por el contrario si la presión de apertura es menor, puede ser porque la válvula de aguja esté quedándose abierta, el muelle roto o a que la precarga de este último sea incorrecto.

### **D - Goteo por el inyector.**

Las fugas de combustible en un inyector son muy comunes, ya que un inyector cuando se encuentra defectuoso no logra mantener la presión. La manera más eficiente de ver si un inyector tiene fugas es poner un trozo de papel debajo del inyector cuando este tiene presión de combustible. Si un inyector tiene este defecto deberá ser limpiado comenzando por su tobera y luego su válvula si el daño persiste este debe ser cambiado.

### **E - Fugas internas en el inyector.**

En definitiva una fuga interna en el inyector causa una caída de presión dentro de él, sus daños pueden ser por ejemplo demasiada holgura entre el vástago y su alojamiento, o una incorrecta estanqueidad entre las dos partes del cuerpo del inyector.

Hay que tomar en cuenta que el buen estado de los inyectores es un factor crítico para el buen funcionamiento del motor, la suciedad o desgaste pueden ser el causante de una descompensación en su trabajo lo cual atrae complicaciones como pérdida de potencia, humo negro entre otras.

**NOTA:** Los productos derribados del petróleo como por ejemplo la gasolina o el diesel son perjudiciales para la salud. Por esta razón cuando se trabaje con estos, se debe tener todo el equipo de seguridad.

## **2.7 Desmontaje y montaje de los inyectores.**

Como normal general se deberá tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Tanto la herramienta como el inyector y sus partes deben estar correctamente libres de cualquier impureza.
2. Como primer paso retire la conexión eléctrica del inyector, luego afloje las tuberías de entrada de combustible.
3. Teniendo el mayor de los cuidados desacople las conexiones de retorno, verificando y guardando sus respectivas arandelas.
4. Todos los elementos extraíbles deben ser retirados uniformemente para evitar deformaciones, si el inyector esta apretado se debe utilizar el extractor, de acuerdo a cada tipo de inyector.
5. Las arandelas que van en el asiento del inyector deben ser remplazadas cada vez que se desmonte el inyector.
6. Es muy vital al momento de tener las tuberías de entrada y retorno de combustible desconectadas, percatarse de dejar taponando para evitar la entrada de suciedad.
7. Es indispensable limpiar meticulosamente los alojamientos de los inyectores antes de volver a montar éstos.

## **2.8 DESARMADO, LIMPIEZA Y ARMADO DE LOS INYECTORES.**

Absolutamente todos los inyectores son desmontables, ya que poseen elementos fáciles de manipular, con la herramienta adecuada del taller. El inyector debe estar completamente limpio para proceder al desarme, cualquier impureza es perjudicial para su correcto funcionamiento.

**NOTA.-** Cada inyector es diferente y su comportamiento también por esta razón es muy importante no mezclar las piezas de un inyector con otro.

Al momento de utilizar la herramienta para realizar la limpieza del inyector se debe tener mucho cuidado que no queden restos dentro del inyector como por ejemplo pelusas, restos del cepillo metálico. Al culminar la limpieza se debe enjuagar todos los elementos del inyector.

**NOTA:** Las piezas deberán ser cambiadas cuando el inyector presente un color azulado o los asientos presenten aspecto mate en vez de brillante.

Es muy importante lubricar el inyector antes de su prueba esto se lo realiza con gasoil, para que la aguja se deslice suavemente.

## **2.9 Antecedentes**

El sistema common-rail utilizan inyectores que se activan eléctricamente, a comparación de los sistemas anteriores que necesitaban bombas rotativas que inyectan el combustible de forma

mecánica. Uno de sus mayores beneficios está en la precisión de la inyección.

### **2.10 Inyector Diesel con unidad electrónica Delphi E3**

Este tipo de inyectores se cuenta con un sistema moderno de inyección de combustible, además cuentan con una válvula de dos solenoides permitiendo que el sistema de presiones más altas a menores velocidades del motor.



Figura. 2 Inyector con unidad electrónica Delphi.

Fuente. (DELPI, 2011)

En la unidad EUI E3 de Delphi se tiene dos accionadores independientes de respuesta de precisión rápida que pueden cambiar el nivel de presión de la inyección (hasta 2,500 bares) y regular la temporización de la entrega de combustible y la duración por disparo. Este gran avance en tecnología otorga a la unidad EUI E3 de Delphi la capacidad única de lograr el control total de la presión a velocidades del motor altas y bajas. Otorga inyección piloto con división principal y posterior junto con una presión en aumento característica durante estos

eventos, mientras que los sistemas de la competencia por lo general mantienen o reducen la presión durante la inyección.

### **2.11 Inyector Inteligente (Delphi Smart Inyector).**

El inyector inteligente para motores diésel de Delphi forma parte de una nueva gama avanzada de equipos de inyección de combustible destinada para motores diésel para trabajos pesados. En combinación con la bomba de unidad electrónica (EUP) de Delphi, proporciona un sistema de inyección de combustible patentado de dos válvulas de primera clase para aplicaciones de motores tipo bomba-línea-boquilla.



Figura. 3 Inyector inteligente (Delphi Smart Inyector).

Fuente. (DELPI, 2011).

El principio de funcionamiento del inyector inteligente de Delphi es similar al del inyector de unidad electrónica (EUI) E3 de Delphi. La tecnología de dos válvulas permite que el sistema genere alta presión en una amplia gama de velocidades del motor para ayudar a reducir el consumo de combustible y mejorar el rendimiento.

## 2.12 ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL INYECTOR ELECTROMAGNÉTICO COMMON RAIL.



Figura. 4 Inyector Cortado.

Fuente. (LOPEZ, 2011).

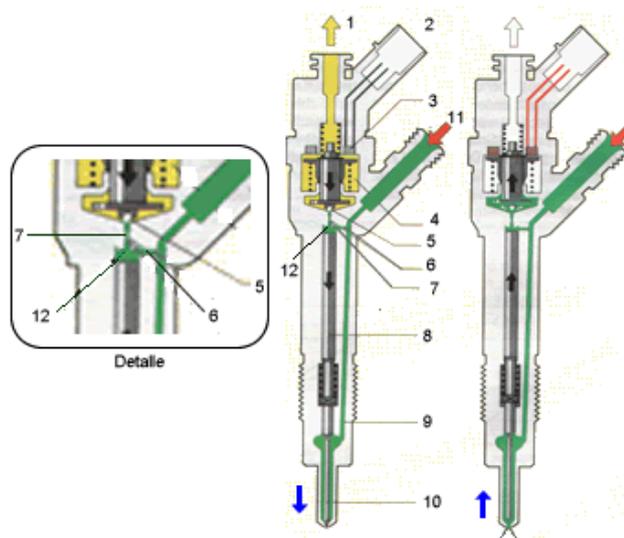


Figura. 5 Partes del Inyector CRDI Bosch.

Fuente. (LOPEZ, 2011)

### 2.12.1 Esquema de un inyector:

- 1.- Retorno de combustible a depósito.
- 2.- Conexión eléctrica.
- 3.- Electroválvula.

- 4.- Muelle.
- 5.- Bola de válvula.
- 6.- Estrangulador de entrada.
- 7.- Estrangulador de salida.
- 8.- Embolo de control de válvula.
- 9.- Canal de afluencia.
- 10.- Aguja del inyector.
- 11.- Entrada de combustible a presión.
- 12.- Cámara de control.

### **2.12.2 Estructura.**

La estructura del inyector se divide en tres bloques funcionales:

- El inyector de orificios.
- El servosistema hidráulico.
- La electroválvula.

El riel de inyectores es el encargado de mantener la presión de combustible, este ingresa al interior del inyector, para seguir hacia la aguja y por medio del estrangulador de entrada hacia la cámara de control. Esta cámara de control se encuentra emparejada con el retorno de combustible por medio del estrangulador de salida y la electroválvula.

Si la electroválvula se encuentra desactivada el combustible de la cámara no puede salir por el estrangulador de salida y este actúa presionando sobre el embolo de control que conjuntamente aprieta la aguja con el asiento, impidiendo inmediatamente la inyección ya que el combustible no puede salir.

Al activarse la electroválvula abre y deja pasar el combustible que hay en la cámara de control, disminuye la fuerza del embolo y la aguja del inyector es llevada hacia arriba por lo que se produce la inyección.

Un servomecanismo se encarga de dar la suficiente fuerza para mantener cerrada la válvula y así evitar la inyección mediante la presión ejercida sobre la aguja. Es por esto que podemos decir que la electroválvula no actúa directamente en la inyección. El estrangulador de salida, la electroválvula y el retorno son los encargados de hacer retornar el combustible.

### **2.12.3 Funcionamiento.**

El inyector tiene la capacidad de dividirse en cuatro estados de servicio, con su motor en marcha y la bomba de presión funcionando.

- Inyector cerrado (con alta presión presente).
- El inyector abre (comienzo de inyección)
- Inyector totalmente abierto.
- El inyector cierra (final de inyección).

La presión del muelle es la encargada de mantener al inyector cerrado cuando el motor se encuentra apagado.

### **2.12.4 Inyector cerrado (estado de reposo):**

El inyector se encuentra cerrado porque las presiones que se encuentran en la cámara de control y en la cámara de la tobera son iguales.

#### **2.12.5 El inyector abre (comienzo de inyección):**

El inyector comienza su activación con la llamada corriente de excitación, en este momento la fuerza del electroimán es superior a la del muelle de la válvula, con la apertura del estrangulador ahora puede fluir el combustible, al momento que disminuye la presión en la cámara de control de la válvula, disminuye la fuerza sobre el embolo y da lugar a la apertura de la aguja del inyector.

#### **2.12.6 Inyector totalmente abierto:**

El embolo permanece en su tope superior, ahora la tobera del inyector está totalmente abierto y el combustible ingresa a la cámara de combustión, con una presión aproximada a la del riel.

#### **2.12.7 El inyector cierra (final de inyección):**

La electroválvula se desactiva y el muelle cierra conjuntamente con la bola al estrangulador de salida. Al cerrarse el estrangulador se forma en el recinto una presión como en el rail, y hay un incremento de fuerza ejercido en el embolo de mando, estas superan la fuerza de la cámara de la tobera y se cierra el inyector.

### **2.13 Inyector Electromagnético Bosch Crdi De La Camioneta Volkswagen Amarok.**

#### **2.13.1 Historia.**

(RENÉ, 2010) Bosch presentó en 1997 el sistema Common Rail para turismos por primera vez en el mercado. En 1999 empezó la producción

del sistema Common Rail para vehículos industriales. Su nombre le viene del conducto de alta presión conjunto (Common Rail) que alimenta todos los cilindros con combustible y sirve como acumulador de presión.

A diferencia con otros sistemas de inyección, la creación de la presión y la inyección están separadas en la técnica Common Rail. Una bomba específica de alta presión suministra continuamente el combustible al Rail. Mientras que otros inyectores directos de diesel tienen que crear la alta presión del combustible de nuevo para cada secuencia de inyección, la presión en el Common Rail está siempre disponible para el estado de servicio actual, incluso a revoluciones bajas.

El sistema Common Rail de la 4ª generación para vehículos industriales pesados Figura. 6 trabaja con un inyector de nuevo desarrollo con transmisor de presión. Este compacta el combustible en el inyector hasta la presión máxima que está actualmente en 2 100 bares.

Su característica especial: El transmisor de la presión se puede direccionar de forma independiente de la tobera de inyección. Eso permite un diseño libre del desarrollo de la presión y minimiza la formación de materias contaminantes.



Figura. 6 Conjunto Bomba, Riel Común, Inyectores.

Fuente: (COSLADA, 2009).

### 2.13.2 Estructura.

Common Rail facilita una inyección múltiple por ciclo de trabajo.

1.- Inyección previa para que el motor marche con suavidad.

2.- Inyección principal para el mejor despliegue lo posible de la potencia.

3.- Inyección posterior para reducir las emisiones.

Si la presión de inyección es alta obtendremos una pulverización más fina, permitiendo que la combustión sea eficiente. Bosch ha permitido mediante sus sistemas que la presión aumente a 1800 bares. Los primeros sistemas de Bosch para vehículos industriales se produjeron en 1999 con 1 400 bares. La 2ª generación siguió en 2001 con 1 600 bares.

En la actualidad Bosch prepara sistemas de 2000 y 2200 Bares.

### 2.13.3 Inyector Electromagnético Bosch.

Los inyectores se montan en el cabezal de los cilindros. En este caso con los sistemas de inyección convencionales tienen la misma función entre la tobera y sus soportes. Los principales elementos de un inyector son: Tobera perforada, sistema servo-hidráulico, válvula magnética.



Figura. 7 Inyectores CR12, CRIN4, CRIN3.

Fuente. (COSLADA, 2009).

### 2.13.4 Función de la electroválvula.

Un sistema de ampliación es la solución para crear fuerzas capaces de abrir y cerrar la aguja de las toberas, ya que no es posible solamente con una válvula magnética. La presión se mantiene en la cámara como en el Riel cuando la válvula está cerrada, ya que la aguja está en su asiento presionada por un resorte.

### 2.13.5 Características del Inyector Bosch.

- Espiga construida con precisión. Nueva punta.
- Su precisión es exacta 100% probado.

- Antes de su venta tienen una exhaustiva verificación y limpieza de sus componentes.

- Inspección del disco
- Empacado totalmente

#### **2.13.6 Beneficios del inyector Bosch.**

- Control de una atomización eficiente.
- Asegura durabilidad y rendimiento.
- Hermeticidad con el motor.
- Mejor ajuste entre el cuerpo y su tobera.
- Garantía para el cliente.
- Instalación rápida y segura.
- Cuidado al medio ambiente.

#### **2.13.7 Funcionamiento y Reparación de inyectores Diesel Common Rail.**

##### **2.13.7.1 Formas de diagnóstico de problemas de inyectores, en base a formas de onda de tensión, corriente, mediciones con osciloscopio.**

La computadora del vehículo es la encargada de excitar a los solenoides de los inyectores, enviando la energía acumulada en el condensador. El circuito PCM dispone de una fuente conmutada encargada de elevar y mantener cargado al condensador para descargarla en el inyector

El circuito es parte de la siguiente base de funcionamiento.

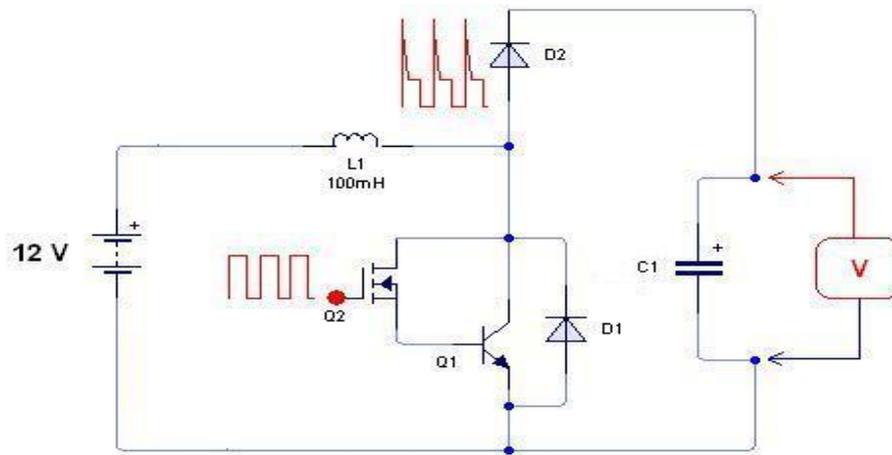


Gráfico. 1 Circuito de un inyector.

Fuente: (BOOSTER, 2009).

12 voltios son aplicados al circuito.

L1 el positivo llega a la bobina.

Q1 conmutado a negativo por el transistor.

El transistor Q2 dispara alta frecuencia hacia Q1.

Q2 en este caso es un transistor excitado a alta frecuencia (10 a 20 KHz)

El resultado de la rapidez de conmutación de L1 se obtiene picos de tensión que alcanzan 100 v.

Los picos de tensión se acumulan, esta acumulación de energía luego será enviada al inyector.

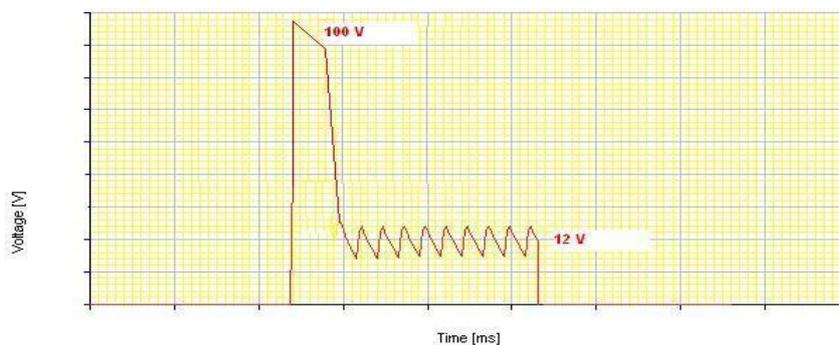
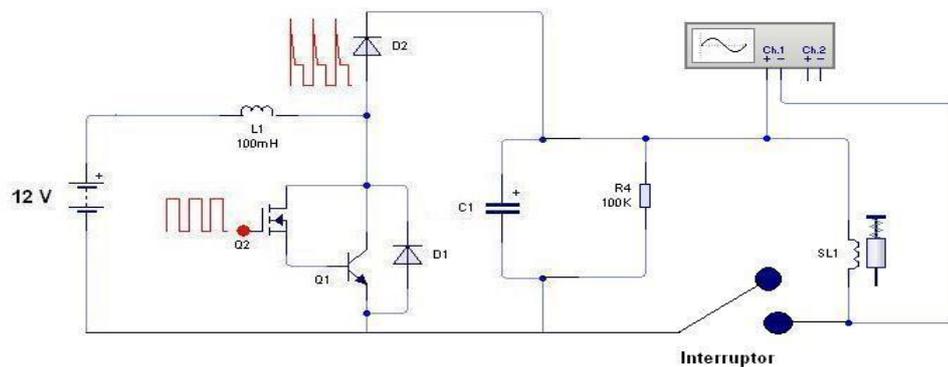


Gráfico. 2 Circuito con condensador.

Fuente. (MARTINEZ, 2011).

El interruptor se lo coloca como una herramienta de análisis, ya que al conectarlo y desconectarlo rápidamente el osciloscopio identificara la forma de onda como podemos observar en el grafico 2. Se debe tener en cuenta que para realizar esta prueba el osciloscopio debe ser conectado en los dos extremos del inyector en este caso SL1. En el grafico 2 podemos analizar que tiene la frecuencia de conmutación que excita Q2.

La verificación de información que nos proporciona los diferentes inyectores se podrá determinar lo siguiente.

- Si hay señal de excitación sobre los inyectores.
- El estado de la bobina se determina mediante la forma de onda, sus valores máximos.

## 2.14 Explicación de funcionamiento de inyectores. Inyectores Electromagnéticos BOSCH.

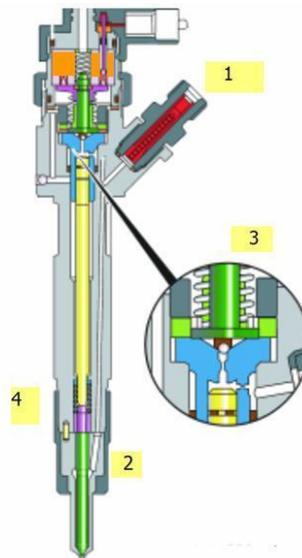


Figura. 8 Inyectores Electromagnéticos Bosch.

Fuente: (RENÉ, 2010).

En la figura 8 se puede observar que existen dos cámaras en el inyector, el combustible es enviado por la bomba de presión, ingresa y se obtiene dos destinos uno hacia la cámara inferior y otro hacia la cámara superior. Sabemos que se cuenta con presiones iguales sobre el vástago, que tiene la función de tapar la tobera con la presión, la tercera cámara permite una caída de presión abriendo así el inyector.

Para que la caída de presión pueda ser generada se necesita accionar un solenoide que retrae el resorte ilustrado en la figura 8. Es de esta manera que la esfera permite el paso de combustible desde esta cámara hacia el retorno, y una vez liberado regresa al depósito.

Una vez que se ha realizado este paso, la presión alta con el resorte quedan enfrentadas, que como resultado obtenemos, el resorte vence a la presión permitiendo el paso de combustible y así realizar la combustión.

El comando del inyector se realiza en varias fases mostradas en el siguiente gráfico.

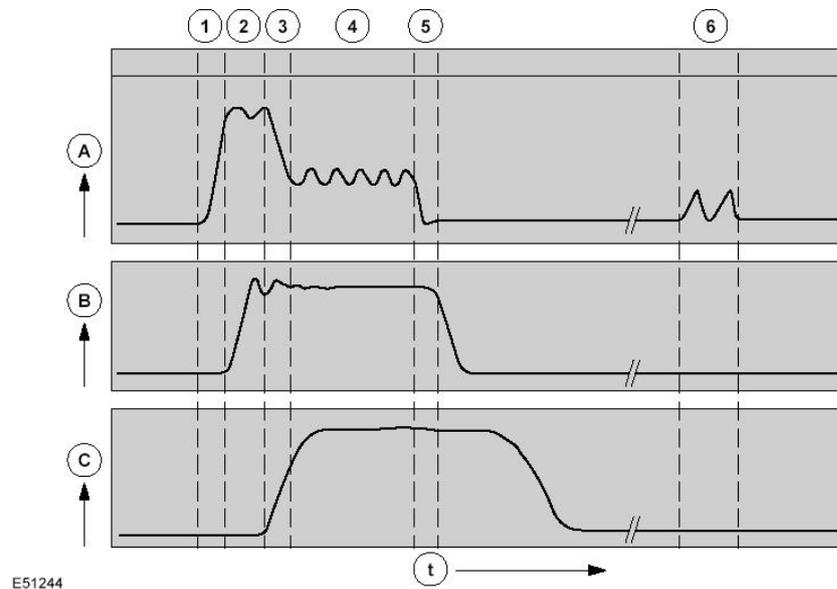


Gráfico. N: 3 Fases del Inyector.

Fuente. (MARTINEZ, 2011).

La fase 1, se denomina de apertura en esta comprende una corriente de inicio que el PCM pone sobre el solenoide 20 A, una vez ahí se hace un voltaje de 100v, que pasa hacer ayudado por un condensador que se encarga de conseguir una activación inmediata.

Luego tenemos la fase 2 donde encontramos corriente de atracción, el PCM vuelve a ingresar los 20 A de suministro, evitando así el sobrecalentamiento.

En la fase 3 obtenemos transición a retención.

Fase 4 corriente de retención, se mantiene el voltaje de 12v, y en el solenoide se reduce la corriente a 12v reduciendo el sobrecalentamiento y liberando energía para ser enviada al condensador y almacenada para usarla después.

En la fase 5 la corriente que era enviada al solenoide es cortada, y toda la energía es trasladada hacia el condensador.

En la fase 6 tenemos la recarga, entre cada inyección se sigue cargando el condensador así el ciclo siguiente ya se encuentra cargado el mismo.

En la gráfica B se puede observar la carrera de la aguja y a continuación en la C la cantidad de combustible. Para una revisión el PCM se ayuda del análisis de la corriente y realiza una comparación con un tiempo lógico, de esta manera puede llegar a las conclusiones si algún inyector se encuentra en mal estado o fuera de tolerancias.

### **2.14.1 ELECTRÓNICO**

Los sensores son una parte esencial en la inyección electrónica ya que son los encargados de mantener informada a la unidad de mando, para que a su vez esta de las señales que el inyector necesita para inyectar en el momento oportuno. Las señales eléctricas son las que activan al inyector, y se cierra por un resorte interior.

## INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

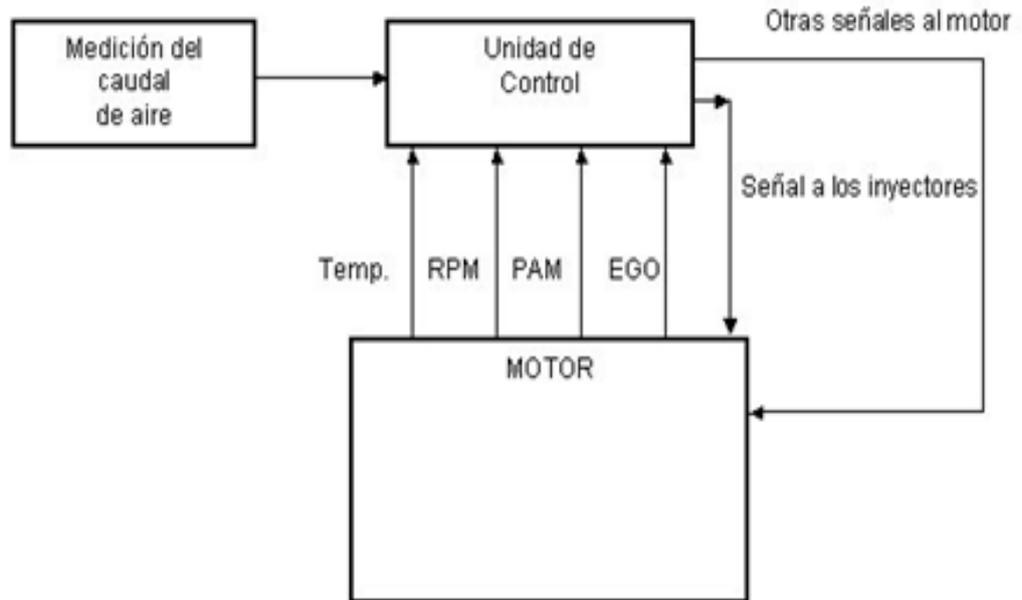


Gráfico. 4 Inyección Electrónica de Combustible.

Fuente. (VERGARA, 2008).

### 2.14.2 GESTIÓN ELECTRÓNICA DIESEL

Uno de los avances de la tecnología es cambiar los elementos mecánicos que controlan la dosificación de combustible por unos elementos electrónicos que van a permitir un mejor control de la inyección, precisión en la bomba, que el resultado sería mayor potencia del motor con un menor consumo. Este sistema es llamado bomba rotativa del tipo VE de Bosch que es implementado en los motores TDI del grupo Volkswagen. La gestión electrónica diesel es aplicable a motores con inyección indirecta como para inyección directa, aunque con los avances de hoy en día ya no se fabrican motores de inyección indirecta.

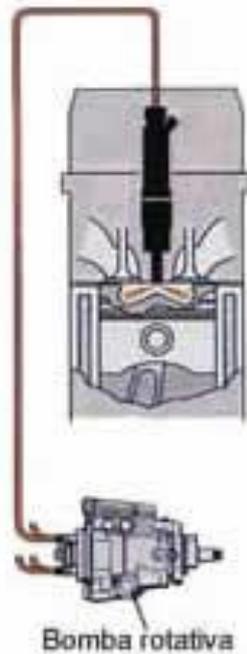


Figura. 9 Gestión Electrónica Diesel (EDC).

FUENTE: (VERGARA, 2009).

## 2.15 Módulo del Inyector Diesel.

En el sistema common rail se produce individualmente la presión y la inyección y esta independiente del régimen del motor y del caudal de la inyección. El instante y el caudal maneja directamente la ECU. Haciendo actuar a cada uno de los inyectores por medio de las electroválvulas.

## 2.16 COMMON-RAIL EN LA INYECCIÓN.

### 2.16.1 HISTORIA.

(Augeri, 2011) En 1998 recibió el Premio "Paul Pietsch Preis" para Bosch y Fiat por el sistema Common Rail como innovación técnica para el futuro. Este sistema fue desarrollado por el grupo industrial italiano Fiat Group, en el Centro Ricerche Fiat en colaboración con Magneti Marelli, filial del grupo especializada en componentes automovilísticos y

electrónicos. La industrialización la llevó a cabo Bosch. El primer vehículo del mundo en equipar este sistema fue el Alfa Romeo 156 con motor JTD en 1997.

### 2.16.2 Esquema básico common rail.

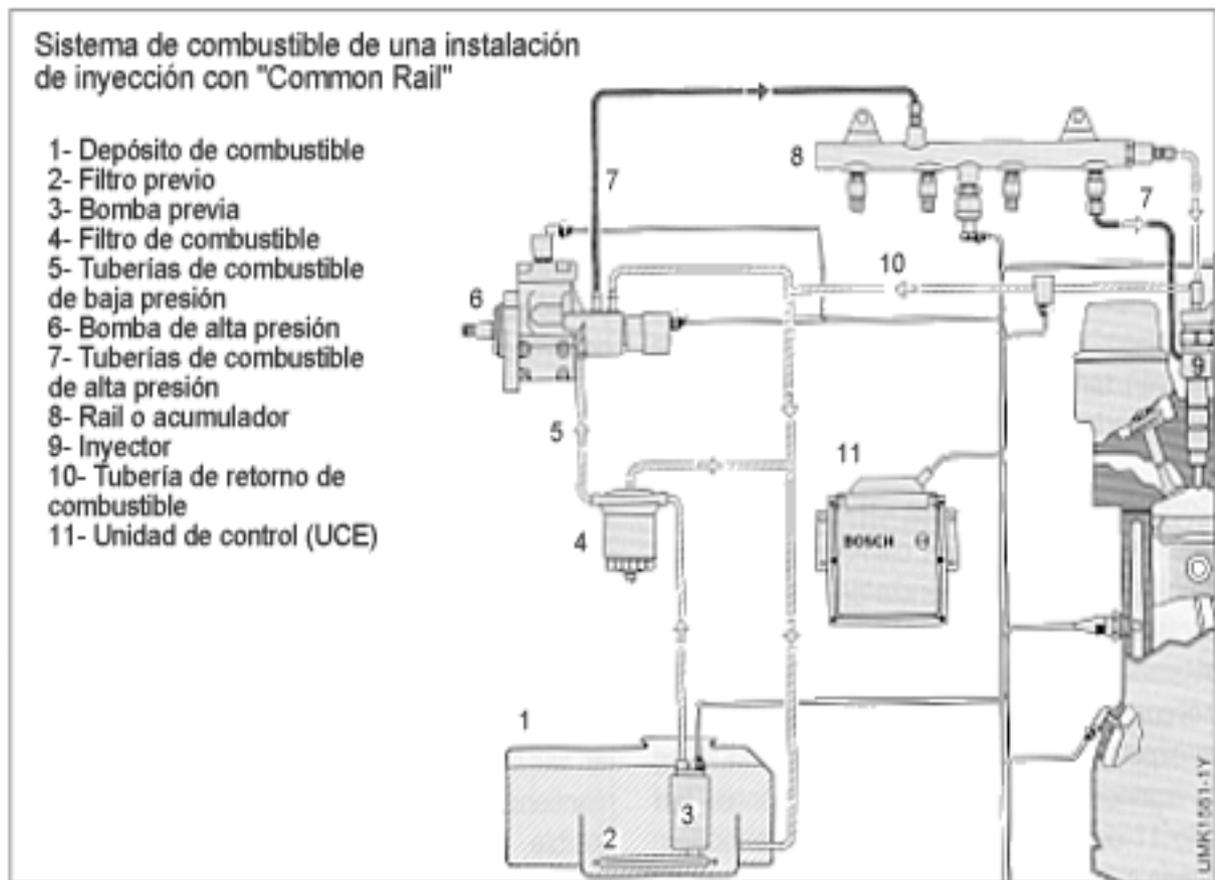


Figura. 10 Esquema básico common rail.

.Fuente. (BOOSTER, 2009).

Lo que se intenta lograr es una pulverización con mayor eficacia en comparación a los sistemas antiguos, y para lograrlo se propuso hacer unos orificios más pequeños en la punta del inyector, logrando obtener mayor presión. El sistema Common Rail (Conducto Común) cumple los requerimientos de las condiciones variables del motor como del usuario, junto a su sistema electrónico, este sistema está compuesto de una vía común que acumula la presión de combustible para los inyectores. La

bomba es la encargada de controlar la presión y la inyección en cada pistón se realiza electro magnéticamente.

La Figura. 10 muestra las partes del sistema y un esquema de posible configuración de estos.

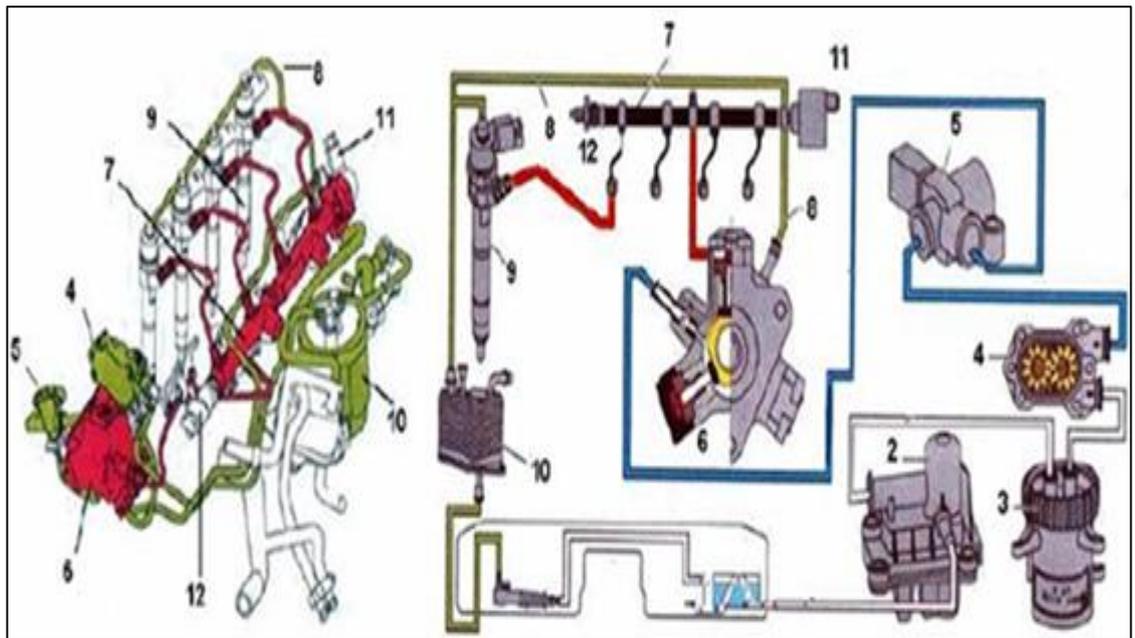


Figura. 11 Sistema Common Rail.

Fuente. (CASTRO, 2009).

- 1.-  Baja Presión.  Alta presión.
- 2.- Calentador de combustible.
- 3.- Filtro principal.
- 4.- Bomba baja presión.
- 5.- Válvula corte de alimentación.
- 6.- Bomba de alta presión.
- 8.- Línea de retorno.
- 9.- inyector.
- 10.- Enfriador combustible.
- 11.- Regulador de presión.
- 12.- Sensor de presión.

## **2.17 Ventajas De Los Inyectores Piezo Eléctricos Sobre El Sistema Convencional.**

La mejora que se tiene con este tipo de inyectores es extraordinaria ya que al tener un control electrónico nos permite calcular parámetros para un mejor funcionamiento a diferencia de los antiguos que se caracterizan por tener sistemas mecánicos. El control de inyección es mucho más eficiente ya que nos permite inyecciones controladas electro magnéticamente, debido a que el sistema de inyección es completamente independiente con las revoluciones del motor.

## **2.18 APLICACIONES DEL LOS INYECTORES EN LA MEJORA DE LA INYECCIÓN DIESEL.**

Los motores de última tecnología que constan de turbo cargadores necesitan mayor presión de inyección, con bajas RPM. El turbo necesita energía suficiente para funcionar correctamente la cual no consta el sistema y retarda su aceleración, una de las mayores ventajas del sistema common rail es que al ser independiente del motor tiene a disposición la presión necesaria y cumplir con la demanda de combustible. Cada inyector es controlado independientemente corrigiendo cada uno de los defectos presentados en cada cilindro. El sistema nos permite dar pequeñas inyecciones seguidas dejando de lado las RPM y mejorando la combustión y las emisiones de HC.

## 2.19 SENSORES Y ACTUADORES QUE INTERVIENEN EN EL FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR.

### 2.19.1 Sensores principales.

SENSOR	NOMBRE	FUNCIÓN
CKP	Crank position sensor. Sensor de posición del cigüeñal.	Sincronizar las inyecciones a los ciclos del motor.
CMP	Camshaft position sensor. Sensor de posición de árbol de levas.	Para distinguir entre los cilindros gemelos 2 y 3 Cual está en compresión y cual en escape.
TPS	Throttle position sensor. Sensor pedal de aceleración.	Detectar la carga requerida por el conductor y según la pendiente.
RPS	Relative Pressure Sensor. Sensor de presión del riel.	Para detectar la presión en cada instante.

Tabla. 1 Sensores Principales.

Fuente. (Autores).

### 2.19.2 Sensores secundarios.

SENSOR	NOMBRE	FUNCIÓN
ECT	Engine Coolant Temperature. Sensor de temperatura del motor.	Para compensar el arranque en frío.
FTS	Fuel-Temperature- Sensor. Sensor de temperatura del gasoil.	Para compensar con gasoil muy caliente.
MAF	Mass Air Flow. Caudalímetro Másico de aire.	Para controlar el funcionamiento del EGR o recirculación de gases de escape.
MAP	Manifold Absolute Pressure. Sensor de presión de admisión del colector.	Para detectar la sobrealimentación del Turbo.

Tabla. 2 Sensores Principales.

Fuente. (Autores).

### 2.19.3 Actuadores principales.

- Inyectores hidráulicos de mando electromagnético, o piezoeléctrico.
- Regulador de presión del rail.
- Regulador de caudal de entrada a la bomba de alta presión.

### 2.19.4 Actuadores secundarios.

1. Electroválvula de regulación del EGR.
2. Relé de control de los precalentadores.
3. Mariposa de parada.

## **2.20 Sistema de inyectores en la actualidad.**

En la actualidad los vehículos con motor diesel incorporan common rail, los cuales constan con siglas diferentes como CRDI, CDTI, JTD, DCI, DTI, HDi, TDCI, pero en la mayoría hoy en día incorporan TDi. Fiat Group propuso un avance en el sistema denominado Multijet. Este permite hasta cinco inyecciones diferentes por ciclo, y como resultado obtenemos menor consumo, menor impacto ambiental. Su último avance es el MultiJet II hasta con 8 inyecciones.

## **2.21 Diésel (conducto común o inyector-bomba).**

La utilización del diesel en los motores es una alternativa que va en ascenso. Con el avance de la tecnología en la mayoría de los vehículos que incorporan common rail adoptan en la mayoría de los casos inyección directa, control electrónico, incorporación de turbo.

## **2.22 Regulación del inyector a diesel por medio de la ECU.**

La tecnología aplicada en los motores Diesel actúa directamente en la potencia del motor y en el ahorro de combustible esto se ha obtenido mediante la aplicación de la inyección directa, la combinación de la electrónica mejorando la mezcla y teniendo una combustión más completa, reduciendo de un 10 al 15% el consumo de combustible.

### **2.22.1 Relación general del sistema.**

En este sistema el conductor no interviene directamente sobre el caudal del combustible, al contrario este se determina por diversas magnitudes como estado de servicio, emisiones contaminantes, deseo del

conductor. Es por eso que se requiere un mando de seguridad que identifique los errores y averías. Una de las ventajas es que si el sistema es electrónico permite intercambiar datos con otros sistemas como por ejemplo sistemas de tracción, control electrónico de cambios, es así que se tiene una relación entre todo el vehículo.

### **2.23 Procesamiento de datos del sistema EDC.**

Los sensores y actuadores pasan hacer los intermediarios entre el vehículo y la unidad de control. Los valores digitales que nosotros observamos bien desde las señales de entrada analógicas como por ejemplo presión del turbo, temperatura del motor son transformadas por un convertidor analógico en el microprocesador de la unidad de control.

En el momento que tengamos señales de entrada digitales pueden obtenerse directamente por el microprocesador. En cambio el circuito de la unidad de control se encarga de las señales de entrada pulsatorias de sensores inductivos con informaciones del número de revoluciones y la marca de referencia.

### **2.24 Preparación de señales.**

Se encuentra circuitos de protección en las señales de entrada, esta señal realiza muy fácilmente la filtración y se libera ampliamente de señales perturbosas, y se acoplan por ampliación a la tensión de entrada de la unidad de control.

## 2.25 Procesamiento de señales en la unidad de control hacia los inyectores.



Figura. 12 Unidad Electrónica.

Fuente. (MARTINEZ, 2011).

(MARTINEZ, 2011) Los microprocesadores en la unidad de control elaboran las señales de entrada, casi siempre de forma digital. Necesitan para ello un programa que está almacenado en una memoria de valor fijo (ROM o Flash-EPROM). Además existen una parte del programa que se adapta a las características del motor en particular (curvas características específicas del motor y campos característicos para el control del motor) almacenados en el Flash-EPROM. Los datos para el bloqueo electrónico de arranque, datos de adaptación y de fabricación, así como las posibles averías que se producen durante el servicio, se almacenan en una memoria no volátil de escritura/lectura (EEPROM).

Debido al gran número de variantes de motor y de equipamientos de los vehículos, las unidades de control están equipadas con una codificación de variantes. Mediante esta codificación se realiza, por parte del fabricante del vehículo o en un taller, una selección de los campos característicos almacenados en el Flash-EPROM, para poder satisfacer las funciones deseados de la variante del vehículo. Esta selección se almacena también en el EEPROM. Otras variantes de aparato están concebidas de tal forma que pueden programarse en el Flash-EPROM conjuntos completos de datos al final de la producción del vehículo.

Una memoria volátil de escritura/lectura (RAM), es necesaria para almacenar en memoria datos variables, como valores de cálculo y valores de señal. La memoria RAM necesita para su funcionamiento un abastecimiento continuo de corriente. Al desconectar la unidad de control por el interruptor de encendido o al de sobornar la batería del vehículo, esta memoria pierde todos los datos almacenados. Los valores de adaptación (valores aprendidos sobre estados del motor y de servicio) tienen que determinarse de nuevo en este caso, tras conectar otra vez la unidad de control. Para evitar este efecto, los valores de adaptación necesarios se almacenan en el EEPROM, en lugar de en una memoria RAM.

## **2.26 Prueba de inyectores CRDI con el Equipo Bosch MM03 CR TEST.**

A la raíz de la tecnología de avanzada de la industria automotriz, este equipo es muy indispensable para la prueba de los inyectores Common Rail.



Figura. 13 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

Primeramente el MM03 CR Test es Multi lenguaje, como se puede observar en la Figura 13 este equipo en su menú de inicio nos permite realizar las siguientes tareas.

1- Primeramente se selecciona manómetro de alta presión, en esta función de manómetro de alta presión nos permite visualizar la presión real del sistema common rail debido a que estos sistemas no permiten ninguna otra conexión por su alta presión.

2- Cuando seleccionamos la función Bombas de alta presión, podemos medir la bomba de alta presión sin desarmarla del vehículo.

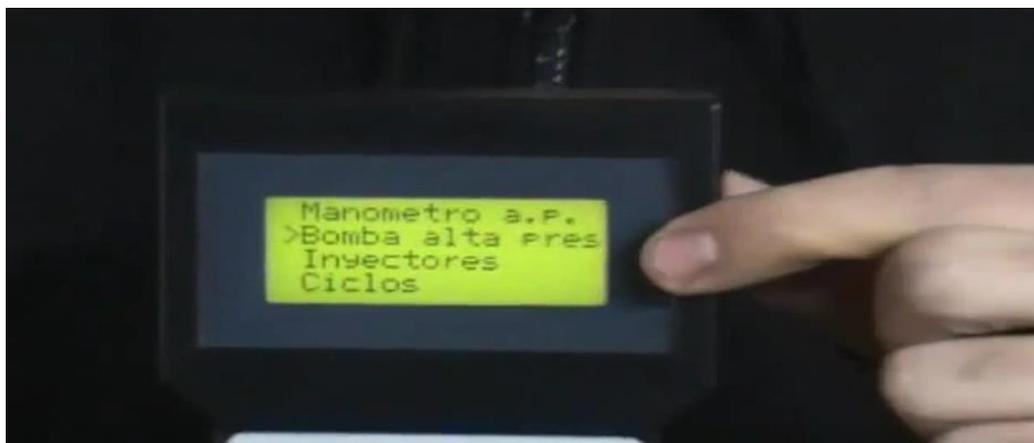


Figura. 14 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

Se controla cada una de las válvulas del sistema.



Figura. 15 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

3- Se selecciona la función Inyectores con el conocimiento necesario el MM03 Cr test le permite comandar el accionamiento de apertura y cierre de los inyectores, ya sean inductivos o piezoeléctricos para evaluar la atomización de dichos inyectores para proceder al recambio o reparación correspondiente.

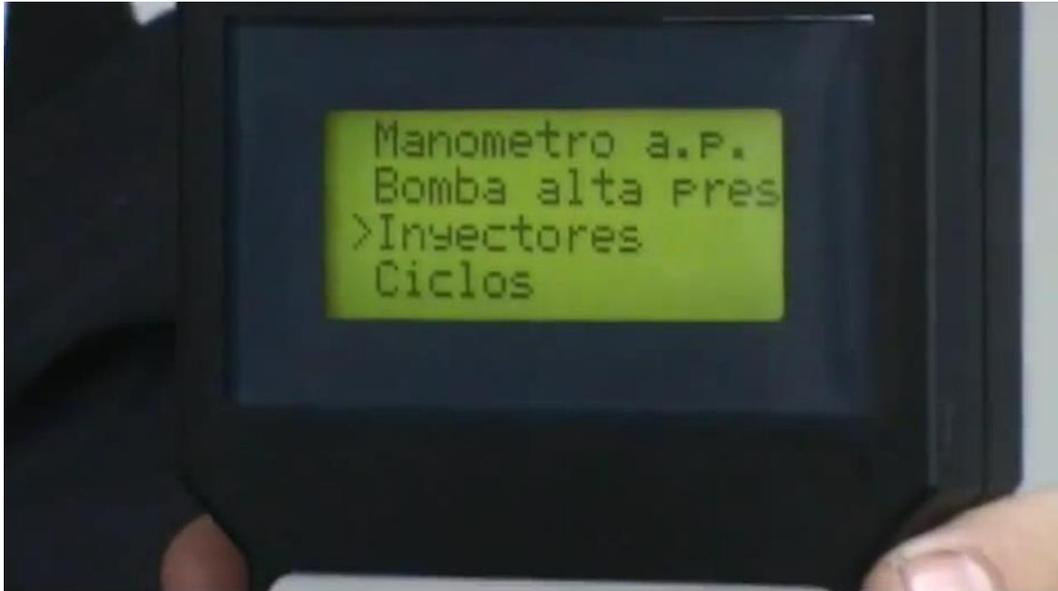


Figura. 16 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

4- Como paso siguiente se selecciona la función ciclos mediante este equipo nos permite evaluar en forma automática una prueba dinámica sobre inyectores y bombas Common Rail.



Figura. 17 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

Luego se ingresa en el Menú del MM03 Cr Test.



Figura. 18 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

Fuente: (Autores).

Luego en la función ciclos se aplica un pulso eléctrico sobre el inyector Common Rail accionando la tecla Start en el equipo, en este momento se obtiene un pulso automatizado por el MM03 Cr Test.

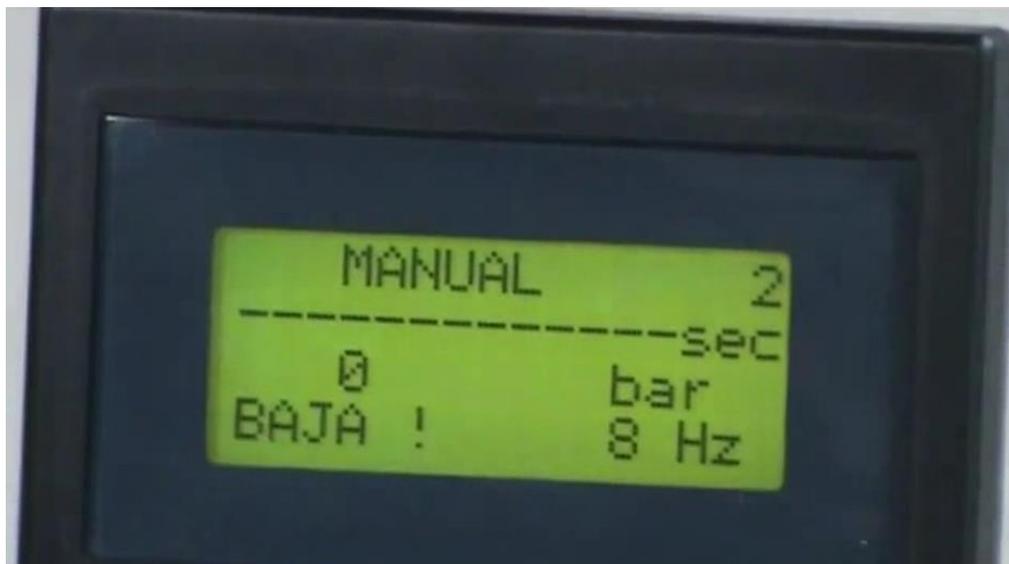


Figura. 19 Equipo Bosch MM03 CR TEST.

FUENTE: (Autores).

Luego se aplica presión en la bomba manual evaluando la atomización del inyector.



Figura. 20 Bomba Manual.

FUENTE: (Autores).

Como se pudo observar el MMO3 Cr Test es un equipo indispensable para todo taller actual y sirve para realizar un completo y rápido diagnóstico no necesitando para esto de herramientas más costosas que este equipo y una bomba manual.

## **2.27 Comprobadores de inyectores.**

EPS 100 Modelo con corrección de volumen conforme con la Norma ISO 8984: para presiones de comprobación hasta 40MPa, para la comprobación de los inyectores de los tamaños P, R, S y T.



Figura. 21 Bomba Manual.

FUENTE: (Autores).

## 2.28 GLOSARIO DE TÉRMINOS.

- **INYECTOR:** Un inyector es un dispositivo utilizado para bombear fluidos.
- **TERMODINÁMICOS:** Parte de la física que estudia los intercambios de calor y de trabajo que se producen entre un sistema y su entorno y que origina variaciones en la energía interna del mismo.
- **BOMBEAR:** Extraer o elevar un líquido por medio de una bomba.
- **PULVERIZACIÓN:** Esparcimiento de un líquido en fragmentos muy pequeños.

- ZUMBIDO: Sonido sordo y continuo.
- FUGAS: Escape, salida accidental de un gas o líquido.
- DESMONTAJE: Desarmar, desunir, separar las piezas de una cosa.
- GASOIL: Fracción destilada del petróleo crudo, que se purifica especialmente para eliminar el azufre. Se usa sobre todo en los motores Diesel.
- MOTOR: Que impulsa o consigue el funcionamiento de algo.
- COMMON RAIL: Sistema de conducto común.
- TOBERA: Tubo que regula la salida de los gases o líquido.
- PISTÓN: Elemento del motor que transforma la fuerza expansiva de los gases de la explosión en movimiento lineal alternativo y lo transmite a la biela.
- VELOCIDAD: El par motor o torque es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia. La potencia desarrollada por el par motor es proporcional a la velocidad angular del eje de transmisión
- SOBRECALENTAMIENTO: Calentamiento excesivo de una pieza del motor o de sus sistemas.
- CRDI: Inyección directa de combustible Common Rail
- CDTI: Common-rail Diesel Turbo Inyección.
- JTD: Jet Turbo Diesel.

- DCI: Diesel Common rail inyección.
- DTI: Inyección Diesel con Turbocargador.
- HDi: Inyección Diesel a Alta presión.
- TDCI: Diesel Turbo Common rail Inyección.
- Memoria RAM: son las siglas de random access memory, un tipo de memoria de ordenador a la que se puede acceder aleatoriamente.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 Tipo de Investigación

- **Investigación Bibliográfica:** Facilita la búsqueda de información en documentos para fundamentar en base a estudios y autores diversos el marco teórico, permitiendo analizar, los diferentes enfoques, criterios, conceptualizaciones, conclusiones y recomendaciones que proporcionará este tipo de información acerca del área particular de estudio.
  
- **Investigación Tecnológica:** Presenta una serie de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación y la evaluación de la investigación tecnológica pueden ser utilizadas como un instrumento para fomentar la innovación.

#### 3.2 Métodos

En el desarrollo de la presente investigación se emplearan los siguientes métodos:

- **El Método Inductivo – Deductivo.** - Se empleará para la elaboración del marco teórico y el análisis de resultados del diagnóstico. Posibilitando descubrir, analizar y sistematizar los resultados obtenidos

para hacer generalizaciones para el problema, se utilizará para la interpretación de resultados, conclusiones y recomendaciones enfocadas a la propuesta.

- **El Método Analítico - Sintético.**- Porque es de gran necesidad desglosar la información y descomponerla en sus partes, con él se logrará la comprensión y explicación amplia y clara del problema, determinando sus causas y efectos, sirve para demostrar el tamaño exacto de la población y sacar conclusiones valederas y recomendaciones útiles.

- **El Método Descriptivo.** - Puesto que tiene como base la observación servirá para describir el problema tal como se presenta en la realidad de la Institución investigada, permitiendo una visión contextual del problema y del lugar en tiempo y espacio.

## CAPÍTULO IV

### 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

### 4.2 PRUEBAS QUE SE REALIZAN AL INYECTOR CON EL SCANNER.

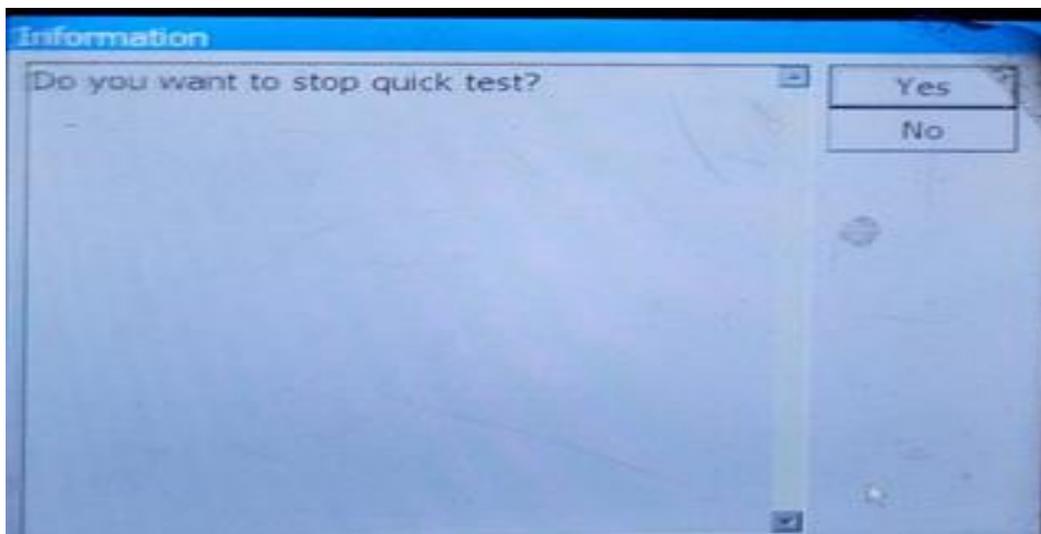


Figura. 22 Ingreso scanner.

Fuente: (Autores)

Las pruebas realizadas con el scanner nos dan valores y graficas que obtenemos del sistema de alimentación de camioneta Volkswagen Amarok, especificando el sistema de inyectores que es el que estamos estudiando, para poder analizar e interpretar sus resultados.

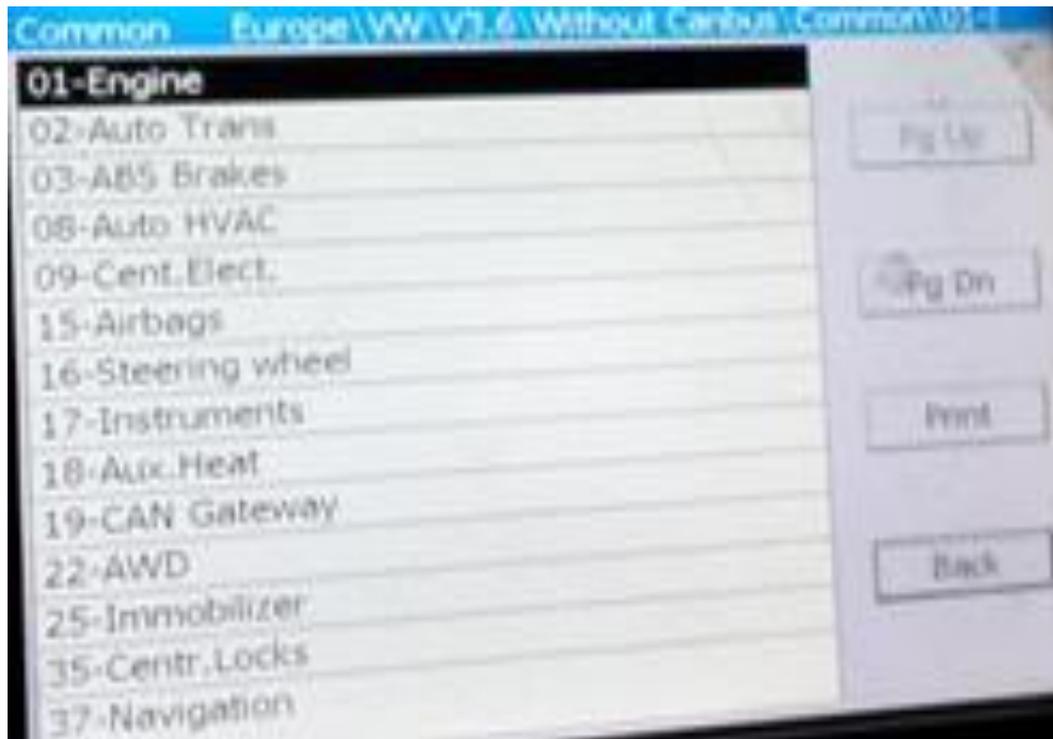


Figura. 23 Sistemas de Volkswagen Amarok.

Fuente: (Autores).

En el gráfico 33. Se puede observar que el scanner es un dispositivo para poder analizar los diferentes sistemas con los que consta la camioneta Volkswagen Amarok, el sistema que interesa es el de los inyectores que se encuentra en el motor.

Read Current Data

Enable data stream replay from current memory

Name	Value	Unit
ECT: Engine Coolant Temperature	83	deg C
MAP: Intake Manifold Absolute Pressure	76	kPa
RPM: Engine RPM	881	rpm
IAT: Intake Air Temperature	45	deg C
MAF: Mass Air Flow Sensor	11.02	g/s
FRP: Fuel Rail Pressure	4008.8	kPa

Pg Up    Waveform    Record    Help    Back

Pg Dn    Channel    Replay    Print

Figura. 24 Sensores.

Fuente: (Autores).

En el gráfico 34. Podemos observar diferentes valores que nos da el scanner, identificando estas mediciones de la siguiente manera. Sensor de temperatura del refrigerante (ECT), el sensor de presión de aire (MAP); el sensor de temperatura del aire (IAT); el sensor (MAF) que mide la masa de aire que ingresa en el sistema; por su puesto la presión del riel de inyectores que es la presión a la que la bomba trabaja, las RPM del motor a las que trabaja cabe anotar de que estos valores son cuando el motor esta en ralentí.

FRP: Fuel Rail Pressure	4008.8	kPa
-------------------------	--------	-----

Pg Up    Waveform    Record    Help    Back

Pg Dn    Channel    Replay    Print

Figura. 25 Presión del riel de combustible.

Fuente: (Autores).

Analizamos que en el Gráfico 35. La camioneta en ralentí nos da una medición de 4008,8 KPa en el riel de inyectores, nos da como resultado a interpretar que la camioneta presenta un excelente funcionamiento de acuerdo con los parámetros establecidos para el funcionamiento en ralentí.

Name	Value	Unit
ECT: Engine Coolant Temperature	83	deg C
MAP: Intake Manifold Absolute Pressure	97	kPa
RPM: Engine RPM	2271	rpm
IAT: Intake Air Temperature	45	deg C
MAF: Mass Air Flow Sensor	37.38	g/s
FRP: Fuel Rail Pressure	7769.7	kPa

Figura. 26 Mediciones a media carga.

Fuente: (Autores).

La Gráfico 36. Nos muestra las mediciones que tenemos a media carga en el riel de inyectores es de 7769,7Kpa o también 1129,6 Psi, para obtener este valor necesitamos una aceleración a la mitad de revoluciones lo que hace que la unidad de control electrónico envíe la señal correspondiente a los sistemas de alta presión.

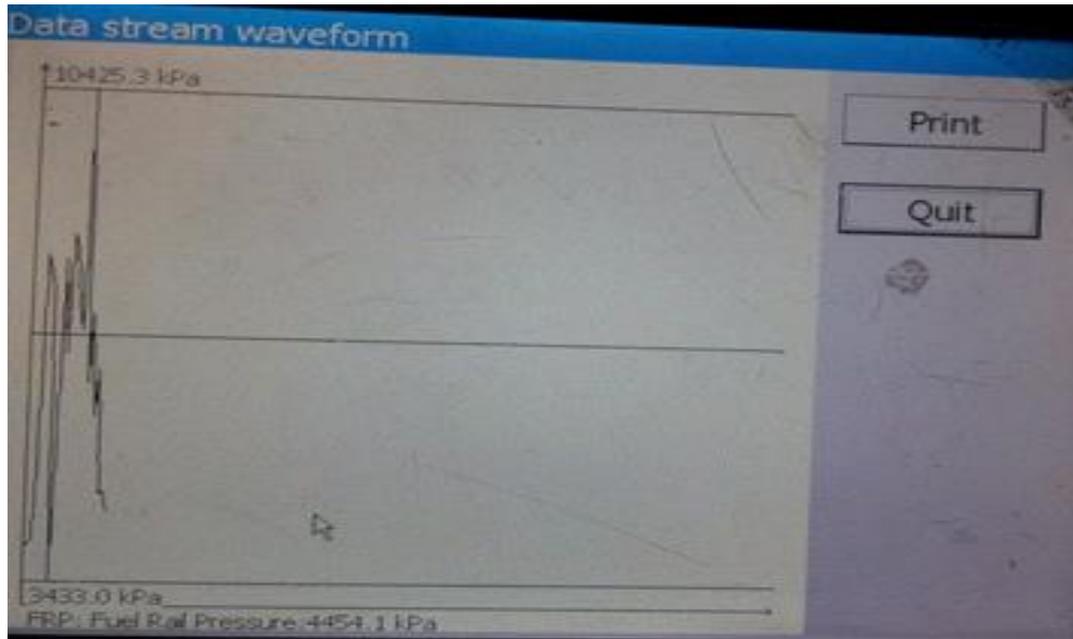


Gráfico. 5 Presión del riel de combustible.

Fuente: (Autores).

La Figura 6. Nos muestra el punto máximo del riel de inyectores cuando el conductor oprime el acelerador al máximo el valor apreciable es de 10425,3 Kpa o también 1512,1 psi que representaría el funcionamiento a plena carga. Son valores reales que nos demuestran que la camioneta tiene un perfecto desempeño en todas las fases del motor.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES:

- Una vez colocados los inyectores en el banco de pruebas se realiza la prueba donde se verifica el pulso de inyección y la atomización del inyector, dándole al inyector una frecuencia de 20Hz, que equivalen a unos 1500 pulsos observamos el goteo del combustible del primer inyector, lo que significa que el cuerpo tobera-aguja se encuentran en mal estado.
- En la segunda prueba que es la de volumen y de retorno trabajando con una temperatura ambiente de 16°C, aumentamos la frecuencia al inyector a unos 25Hz que equivalen a unos 2000 pulsos, obteniendo en la probeta una entrega de C1.5 Y R22.2 es decir un mayor retorno que caudal, dando como resultado un inyector en mal estado.
- Realizando una aceleración a 2271 rpm es decir a media carga, podemos observar la subida de presión en el riel de inyectores que es de 7769.7 kPa o 1129.6 Psi, donde evaluamos y verificamos la señal que envía la unidad de control electrónico a los sistemas de alta presión.
- Cuando se oprime el acelerador al máximo a unas 4325 rpm es decir en plena carga observamos la máxima presión con que trabaja el sistema y el riel de inyectores que es de 10425.3 kPa o 1512.1 psi, y el scanner nos muestra una figura donde el pico alto

es la máxima presión del riel. Una vez analizado e interpretado los resultados podemos evaluar el perfecto estado y funcionamiento del sistema.

## **RECOMENDACIONES:**

- Al momento de manipular este tipo de inyectores piezoeléctricos para su mantenimiento hay que tomar muy en cuenta la codificación de este tipo de inyectores CRDi para su extracción, ya que cada inyector tiene su propia posición en cada cilindro, si cambiamos de posición dañaríamos la entrega de combustible y por ende el sistema ya que la en la memoria de la ECU está grabada inyector 1- cilindro 1.
- El banco de pruebas para los inyectores CRDi, son necesarios para comprobar y ajustar la presión de abertura de los inyectores, ya que el banco tienen una presión mínima de entrada de 1000 psi y una presión máxima de entrada de 1450 psi aproximadamente, donde se verifica la cantidad, la forma y el tipo de pulverización del inyector.
- Las presiones muy altas de inyección de combustible (2,050 bares. Inyector) hacen que este pueda penetrar la piel fácilmente y causar lesiones e infección: evite el contacto con el combustible a su presión de inyección.
- Se recomienda adquirir al laboratorio taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz el equipo Bosch MM03 CR TEST, ya que a raíz de la tecnología de avanzada en la industria automotriz, este equipo es muy indispensable para la prueba de los inyectores Common Rail y sirve para realizar un completo y rápido diagnóstico

no necesitando para esto de herramientas más costosas que este equipo y una bomba manual.

## **CAPÍTULO VI**

### **6. Propuesta.**

#### **6.1 Introducción.**

Con la demanda en la Industria Automotriz Volkswagen desarrolla un vehículo todo terreno siempre cumpliendo los altos estándares de calidad y potencia, con lo que la marca alemana emplea algo novedoso en esta pick-up a través de la inyección electrónica con una presión constante y unos caudales variables que los comanda el computador ECU, es el sistema Common Rail o Conducto Común ya que brinda una mayor potencia al motor, una máxima optimización de combustible y menores emisiones de gas lo que evita la contaminación ambiental.

El Inyector piezoeléctrico CRDi, es un elemento fundamental en el sistema Common Rail ya que cumple con las altas prestaciones que exige el sistema, y permite una mejor entrega de combustible con la cantidad y presión exacta en el momento adecuado, realizando hasta cinco preinyecciones antes de su inyección principal ya que su eficiencia es la preinyección, la inyección y la posinyección lo que permite una combustión mucho más eficiente y garantiza al motor una mayor durabilidad y potencia.

El Inyector Piezoeléctrico tiene varias exigencias que son:

- Soportar las altas presiones que genera el sistema de Inyección.
- Realizar sus preinyecciones correctamente.
- Entrega exacta de combustible.

- Retorno de combustible.

## **6.2 Objetivos.**

### **6.2.1 Objetivo General.**

Permitir un completo análisis del inyector a través de un módulo didáctico para el correcto aprendizaje a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz.

### **6.2.2 Objetivos Específicos.**

- Dar a conocer el funcionamiento del sistema de inyección de conducto común o sistema common rail.
- Indicar las partes que componen un Inyector CRDi y que función cumplen en el mismo.
- Explicar el fenómeno piezoeléctrico y su proceso electromecánico de contracción y expansión.
- Demostrar que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, permitan resolver inquietudes, acerca del mantenimiento de los inyectores.
- Desmontar cada parte del inyector CRDi, dando una correcta explicación para su buen mantenimiento.

## **UNIDAD I**

### **TEMA:**

Descripción y Funcionamiento del Inyector Piezoeléctrico Bosch CRDi.

### **Módulo Inyector Electrónico Diesel Bosch Crdi**

#### **Inyector Electrónico Diesel Bosch.**

##### **Historia**

(LOPEZ, 2011)El sistema de inyección Common Rail fue desarrollado conjuntamente por Magneti Marelli y Fiat a principios de los años 90 y finalmente industrializado por Bosch. Dicha empresa inicio el sistema en el año de 1997 y lo llamaron Common Rail, ya que se fabricaba solo para vehículos turismo. Luego se empezó a fabricar para vehículos industriales en el año de 1999, llamándolo a este sistema conducto común o sistema de alta presión.

A diferencia de los sistemas convencionales a inyección en este sistema Common Rail la presión y la inyección están separadas, ya que la bomba de alta presión suministra el combustible y genera la alta presión en el riel común suministrando el combustible a los diferentes inyectores y mediante la ECU o computadora entrega la cantidad exacta a los cilindros mediante el inyector dando una mejor combustión y una menor contaminación.

Ya que está conformada como podemos ver por:

- Bomba de Alta Presión.
- Riel Común.
- Inyectores.
- ECU.



Figura 27. Riel Común e inyectores CRDi.

Fuente: Autores

### **¿Qué es un Inyector Diesel Bosch?**

Un inyector Diesel piezoeléctrico es un elemento que forma parte de un completo y tecnológico sistema de inyección Diesel, este inyector CRDi recibe la orden de la computadora quien es la encargada de ordenar cuando es el momento de iniciar la inyección y qué cantidad de combustible se da en la entrega, ya que este inyector tiene algunas preinyecciones antes de su inyección principal mejorando así su combustión y evitando la contaminación del medio ambiente



Figura 28. Inyector Bosch CRDi.

Fuente: Autores.

### **Efecto Piezoeléctrico.**

Este tipo de inyectores tienen una lámina de vidrio piezoeléctrica ya que consiste en un cristal de cuarzo muy sensible que cambia su estructura o su tamaño cuando se le da un impulso eléctrico, logrando duplicar su voltaje cuando se le da un respectivo voltaje.



Figura 29. Efecto piezoeléctrico.

Fuente: Autores

Antes el solenoide era el único que se encargaba de abrir y cerrar la válvula para la entrega de combustible, ahora este tipo de inyectores piezoeléctricos tiene este elemento que ya que recibe los impulsos y mediante este efecto piezoeléctrico permite un mejor funcionamiento del inyector.

El encargado de hacer las diferencias de presiones es el PCM, ya que es un mecanismo que se encuentra en el interior del inyector, permitiendo así la salida del combustible al inyector.

El PCM envía al cristal piezoeléctrico una tensión inicial de 70v por un tiempo de 0.2 (milisegundos). Una vez en el interior los cristales o láminas de vidrio piezoeléctricas actúan elevando su voltaje a unos 140v, esto en un tiempo de 0.2mmseg y se obtiene una corriente aproximada de 7 (amperios). A este proceso se lo denomina Tensión de Carga y Corriente de Carga. Como se indica en el gráfico 6.

La tensión aumenta gracias a que los cristales se encuentran en contacto logrando así el aumento del voltaje. Para dar por definitiva la inyección es necesario dar otro impulso de tensión final y a este se lo denomina tiempo de descarga, esto dura más o menos en unos 0,2mmseg.

En las gráficas 7 y 8 se observa mediante un osciloscopio automotriz el voltaje del inyector como una señal positiva y negativa:



Gráfico 6. Señal positiva del inyector

Fuente: Autores.

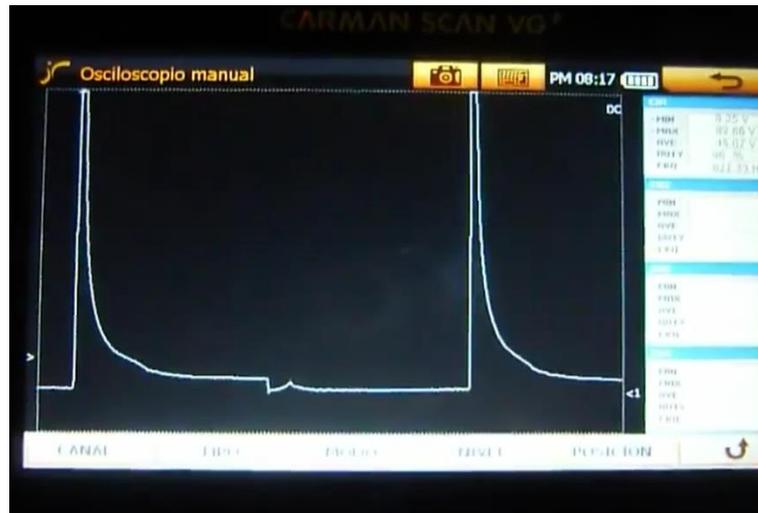


Gráfico 7. Señal negativa del inyector

Fuente: Autores.

En esta imagen realizada en la camioneta Volkswagen Amarok Diesel Common Rail se observa las dos señales positivas y negativas.

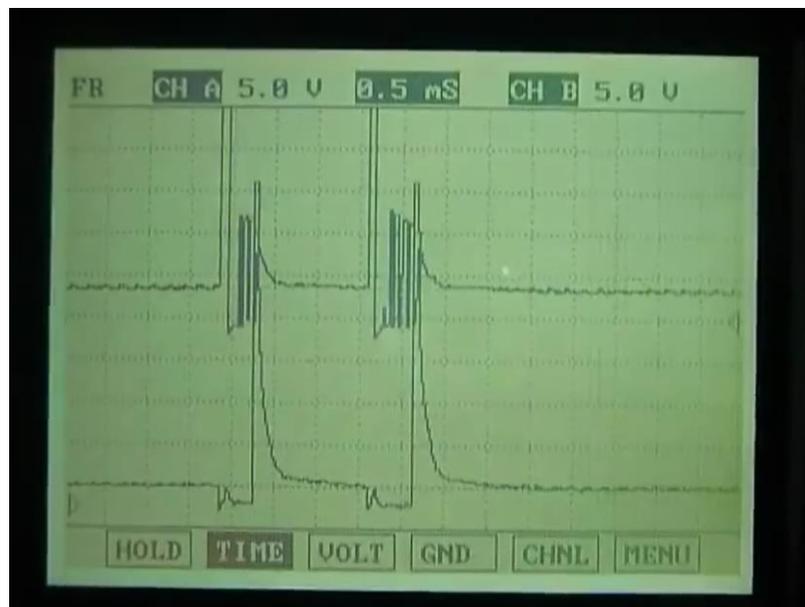


Gráfico 8. Señales positivas y negativas del Inyector.

Fuente: Autores

En el gráfico 9 se observa los picos medianos son la preinyecciones y los picos altos son las inyecciones principales.

Se observa claramente en la Figura 9 y vemos como los picos caen muy bajo ahí podemos observar la corriente de activación del inyector en amperios y en la gráfica negativa de la parte inferior podemos observar la tensión del inyector en voltios.

Otro punto fundamental se observa en esta imagen en tiempo real que este inyector funciona con una tensión inicial de 5.0 v. en un tiempo de 0.5 ms (milisegundos).

**Nota:** Hay que tener mucho cuidado al momento de manipular este tipo de inyectores, ya que en el caso de desconectar el inyector en el momento que está inyectando se genera un apertura constante lo que podría arruinar el motor, lo que denominaríamos inyección constante.

#### **Explicación del fenómeno piezoeléctrico.**

En el inyector Bosch piezoeléctrico dispone de láminas de vidrio en su interior ya que son las que permiten el movimiento mecánico fundamental para realizar la respectiva inyección.

En este proceso electromecánico funciona muy rápidamente y al darle una respectiva tensión se deforma, contrayéndose y luego expandiéndose nuevamente. Para abrir y cerrar el paso de combustible.



Figura 30. Elemento piezoeléctrico.

Fuente: Autores.

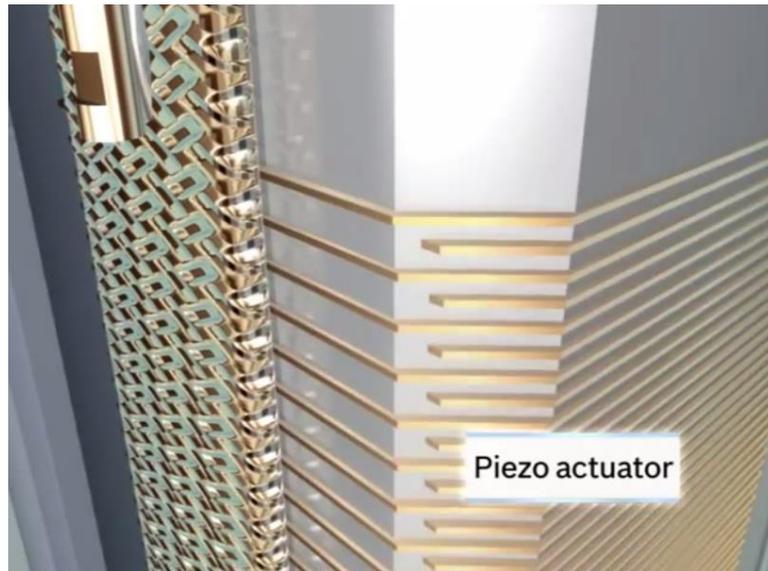


Figura 31. Piezo actuador contrayéndose.

Fuente: Autores.



Figura 32. Piezo actuador expandiéndose

Fuente: Autores.

Este elemento está formado por unas placas metálicas separadas por un elemento de cuarzo. En esta grafica ilustrativa se puede observar las placas metálicas con color dorado y el cuarzo funciona como aislante de color gris.



Figura. 33 Elemento piezo actuador.

Fuente: Autores.

Se puede demostrar un ejemplo se le dota al inyector una tensión inicial de 70v. Sobre las placas el mismo se contrae ya que el cuarzo está actuando como un aislante propiedad fundamental de este elemento. La distancia entre estas placas se reduce, lo que permite la apertura de la válvula y el drenaje del combustible hacia el retorno.

Pero cuando trabaja el Cuarzo por su efecto aislante genera voltaje con lo que la tensión aumenta a unos 140v aproximadamente.

Luego la ECU se encarga de realizar un cortocircuito en los terminales de la conexión del cable que conecta con el solenoide del inyector, facilitando la descarga de este piezoeléctrico y este mecanismo se expande cerrándola válvula y finalizando la inyección.

## **ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DEL INYECTOR ELECTROMAGNÉTICO COMMONRAIL.**

### **Parte de Alta Presión:**

En la parte de alta presión funcionan cuatro elementos muy importantes, los cuales son una bomba de alta presión, riel común, inyectores y la Ecu que gobierna toda la inyección, lo que permite una mejor entrega de

combustible una mejor combustión y una menor contaminación al medio ambiente.

### **Partes del Inyector.**

Como podemos ver el inyector está totalmente desarmado con todas sus partes:



Figura 34. Partes del inyector CRDi.

Fuente: Autores.

Partes exteriores:

- Solenoide en la parte superior (Retorno de combustible al depósito).
- Conexión eléctrica.
- Entada a presión de combustible.
- Cuerpo o carcasa del inyector.
- Porta tobera.
- Tobera

Partes Interiores:

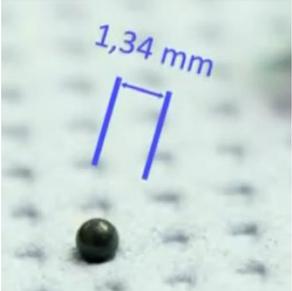
- Láminas de Vidrio Piezoeléctricas.
- Electroválvula
- Muelle.
- Bola de la válvula.
- Estrangulador de entrada.
- Estrangulador de salida.
- Varilla de presión.
- Conducto de alimentación de combustible.
- Aguja del inyector.
- Cámara de control.

Tabla 1. Partes del inyector

Nombre	Fotografía
Solenoides	
Conexión eléctrica	

<p>Entrada a Presión de Combustible</p>			
<p>Cuerpo o carcasa del inyector</p>			
<p>Porta Tobera</p>			
<p>Tobera</p>			

<p>Elementos Internos del inyector</p>			
<p>Electroválvula</p>			

Muelle	
Bola de la Válvula	
Estrangulador de entrada y salida	
Varilla de Presión	
Conducto de alimentación	
Aguja del Inyector	
Elemento Piezoeléctrico	

Fuente. Autores

## **Estructura del Inyector CRDi.**

La estructura del Inyector Bosch Common Rail se divide en tres mecanismos funcionales:

- Inyector de orificios.
- El servosistema Hidráulico.
- La electroválvula.

El gasoil a alta presión ingresa por la entrada de combustible del inyector a través del conducto de alimentación, y se dirige a la aguja del inyector, ahí es cuando recibe la tensión inicial al elemento piezoeléctrico accionando conjuntamente con la electroválvula así como el conducto de entrada directo a la cámara de control. La cámara de control se control se encuentra unida al retorno de combustible a través del conducto de salida y la electroválvula.

Cuando la electroválvula es activada por el elemento piezoeléctrico se abre y deja paso del gasoil que se encuentra en la cámara de control. El combustible deja de presionar a través de la varilla de presión para luego dirigirse al orificio de salida del estrangulador hacia el retorno de combustible a través de la electroválvula. La aguja del inyector al reducir la fuerza de la varilla de presión que la presionaba con el asiento del inyector, es empujada hacia a lo alto por el combustible que lo rodea por lo que genera la inyección.

Como se observa la electroválvula no actúa directamente en la inyección sino que funciona como un servomecanismo hidráulico encargado de generar la suficiente fuerza para mantener cerrada la válvula del inyector mediante la presión que se da sobre la aguja que la mantiene adherida a su asiento.

Una vez realizada la inyección el combustible sobrante retorna al depósito de combustible a través del orificio de salida del estrangulador, además de este caudal de control están otros caudales ubicados en el alojamiento de la aguja del inyector y del embolo o varilla de presión, estos caudales conducen hacia el retorno del inyector directamente al depósito de combustible con una tubería respectiva que están conectados todos los inyectores conjuntamente con la válvula reguladora de presión.

### **Funcionamiento del Inyector CRDi.**

La función de este tipo de inyectores puede dividirse en cuatro pasos:

- Inyector cerrado (alta presión).
- Inyector abre (comienzo de la inyección).
- Inyector totalmente abierto.
- Inyector cierra (finaliza la inyección).

Si el motor está parado la presión del muelle permite que el inyector este totalmente cerrado.

#### **Inyector cerrado (alta presión):**

Inicialmente la electroválvula no está activada por lo tanto hace que se mantenga cerrado el orificio de salida del estrangulador ya que permite que la presión de combustible sea igual en la cámara de control y en el volumen de la cámara de la tobera y por esta razón la aguja del inyector permanece apretada, La primera fuerza actúa sobre sobre la varilla de presión y la segunda sobre la diferencia de diámetros de la aguja que es un área menor y con tal razón la fuerza que empuja a la aguja contra el asiento es mayor que la fuerza en sentido contrario que tendría que abrirla.

### **El inyector abierto (inicio de inyección):**

El inyector se encuentra en reposo, la electroválvula es activada con una corriente a través del efecto piezoeléctrico que sirve para la apertura rápida de la electroválvula donde aumenta su voltaje a través del efecto del cuarzo ubicado en el medio de las placas metálicas. La fuerza del electroimán ahora es superior a la fuerza del muelle de la válvula, y el inducido abre el orificio de salida del estrangulador. En un tiempo mínimo se reduce la corriente ya aumentada a una corriente de retención más baja, con la apertura del orificio de salida puede fluir el gasoil, saliendo de la cámara de control de la válvula hacia el orificio de salida ubicada en la parte superior del inyector, mediante conductos hacia el depósito de combustible por las tuberías de retorno. El orificio de entrada del estrangulador impide una compensación completa de la presión lo que disminuye la presión en la cámara de control de la válvula. Esto permite que la presión de la cámara de control sea menor a la presión de la cámara de la tobera, por lo que permite la apertura de la aguja del inyector permitiendo así el comienzo de la inyección.

### **Inyector totalmente abierto:**

La varilla de presión alcanza la parte superior y permanece allí sobre un volumen de combustible que hace como un efecto de amortiguador. Este volumen por el flujo de combustible que se queda entre el orificio de entrada y el orificio de salida del estrangulador. La tobera del inyector está totalmente abierta y el gasoil es inyectado a la cámara de combustión con una presión que es igual a la presión del riel común en unos 1600 a 1800 bar aproximadamente, este equilibrio de fuerzas permite la apertura y cierre del inyector.

### **El inyector cierra (fin de inyección):**

Cuando se desactiva la electroválvula, el inducido es presionado hacia abajo por el muelle de la válvula y la bola cierra el orificio de salida del estrangulador. Al cerrarse el orificio de salida del estrangulador se forma de nuevo en la cámara de control de la válvula una presión común en el rail a través del orificio de entrada del estrangulador. Esta subida de presión supone un incremento de fuerza ejercido por la varilla de presión. Esta fuerza en la cámara de control de la válvula y la fuerza del muelle superan ahora la fuerza de la cámara de la tobera por lo que la varilla de presión empuja a la aguja en el asiento del inyector permitiendo así el fin de la inyección. La velocidad de cierre de la aguja del inyector depende directamente del flujo de entrada de combustible por el orificio de entrada del estrangulador

### **Función del inyector Bosch.**

- Sin duda una de las principales funciones de este tipo de inyectores Bosch CRDI es evitar la contaminación ambiental debido a que su perfecto sistema permite una correcta entrega de combustible y una mejor quema de gases de escape.
- Alto rendimiento del motor.
- Optimización de combustible.
- Menor ruido del motor, gracias a su preinyecciones antes de su inyección principal.

## Sensores principales del sistema Common Rail (CRDi).

### Sensores principales:

Tabla. 2 Sensores Principales.

<b>SENSOR</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCIÓN</b>
CKP	Crank position sensor  Sensor de posición del cigüeñal.	Sincronizar las inyecciones a los ciclos del motor
CMP	Camshaft position sensor.  Sensor de posición de árbol de levas.	Para distinguir entre los cilindros gemelos 2 y 3 Cual está en compresión y cual en escape.
TPS	throttle position sensor  Sensor pedal de aceleración.	Detectar la carga requerida por el conductor y según la pendiente.
RPS	Relative Pressure Sensor  Sensor de presión del riel.	Para detectar la presión en cada instante.

Fuente. (Autores).

## Sensores secundarios del sistema Common Rail.

Tabla. 3 Sensores Principales.

<b>SENSOR</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FUNCIÓN</b>
ECT	Engine Coolant Temperature  Sensor de temperatura del motor	Para compensar el arranque en frío.
FTS	Fuel-Temperature- Sensor  Sensor de temperatura del gasoil	Para compensar con gasoil muy caliente.
MAF	Mass Air Flow  Caudalímetro Másico de aire.	Para controlar el funcionamiento del EGR o recirculación de gases de escape.
MAP	Manifold Absolute Pressure  Sensor de presión de admisión del colector.	Para detectar la sobrealimentación del Turbo.

Fuente. (Autores).

### **Actuadores principales del sistema Common Rail:**

- Inyector Piezoeléctrico.
- Regulador de presión del riel.
- Regulador del caudal de la bomba de alta.

### **Actuadores secundarios del sistema Common rail:**

- EGR electroválvula de presión.
- Relé de control de los precalentadores.
- Mariposa de parada.

### **Características del Inyector Bosch CRDi:**

- Espiga diseñada con mucha precisión.
- 100% probado ya que permite una entrega correcta de combustible debido a sus elementos de construcción
- Elemento Piezoeléctrico muy sensible permitiendo la contracción y expansión de este elemento para un correcto funcionamiento.
- Todos sus elementos soportan una alta presión equilibrando fuerzas para una inyección precisa.

### **Preinyecciones previas de su Inyección Principal.**

- **Inyección Piloto:** Es útil para reducir el ruido de la combustión.
- **Preinyección:** Permite la distribución de combustible y la combustión.
- **Inyección Principal:** Cantidad exacta entregada de combustible en el cilindro.
- **Post inyección:** Es utilizado para aumentar la temperatura de los gases de escape, y es útil para reducir las emisiones de monóxido de carbono.

## Desarrollo de talleres (Práctica)

### TALLER UNIDAD 1

#### Tema: Inyector Piezoeléctrico Bosch CRDI.

**Objetivo:** Permitir un completo análisis del inyector y aprendizaje a los estudiantes de la carrera de Ing. En Mantenimiento Automotriz.

#### Evaluación de la Unidad N° 1

Cuestionario:

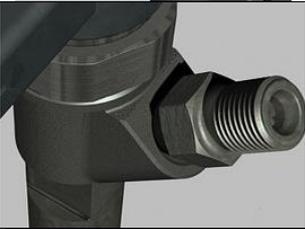
1.- Defina con sus propias palabras que es un Inyector Bosch Piezoeléctrico.

.....  
.....  
.....

2.- Indique el efecto piezoeléctrico en el inyector Bosch.

.....  
.....  
.....

3.- Mediante estas gráficas identifique las partes del inyector.

Partes	Señale el nombre
	<p>.....</p>
	<p>.....</p>
	<p>.....</p>
	<p>.....</p>
	<p>.....</p>
	<p>.....</p>

4.- Observe detenidamente y escriba correctamente los elementos externos e internos del Inyector.

- Solenoide.
- Conexión eléctrica.
- Entrada a Presión de Combustible.
- Cuerpo o carcasa del inyector.

- Porta Tobera.
- Tobera.
- Electroválvula.
- Muelle.
- Bola de la Válvula.
- Estrangulador de entrada y salida.
- Conducto de alimentación.
- Aguja del Inyector.
- Elemento Piezoeléctrico.

Elementos Internos

- 1.-.....
- 2.-.....
- 3.-.....
- 4.-.....
- 5.-.....
- 6.-.....
- 7.-.....
- 8.-.....
- 9.-.....

Elementos Externos.

- 1.-.....
- 2.-.....
- 3.-.....
- 4.-.....
- 5.-.....

5.- Cual es el elemento mecánico que permite la apertura y cierre del inyector.

1. Electroválvula
2. Estrangulador de entrada y salida.
3. Conducto de alimentación.
- .....

**Respuesta.**

4. Aguja del Inyector.

6.- Ordene y numere correctamente las pre inyecciones del inyector.

1. Post inyección. ( )

2. Inyección Principal. ( )

3. Pre inyección. ( )

4. Inyección Piloto. ( )

## Unidad II

### TEMA:

#### MANTENIMIENTO Y PRUEBAS INYECTORES BOSCH CRDI

##### **Bosch.**

Bosch es una reconocida empresa fabricante de sistemas de inyección y lo último en tecnología como es este sistema Common Rail o sistema de conducto común siempre en lo alto de las exigencias de la industria Automotriz.

##### **Mantenimiento:**

Es tener y buscar todas las condiciones para tener un material o un elemento automotriz en perfectas condiciones de trabajo con el propósito de prevenir fallas y averías que provoquen el mal funcionamiento siempre conservando el lema automotriz “Conservar algo en su ser y en su esencia, preservar en vigilar su correcto funcionamiento”

##### **¿Qué clase de mantenimiento se realiza a los Inyectores?**

El Mantenimiento que se realiza a los inyectores es el Mantenimiento Predictivo ya que consiste en desarrollar una serie de mediciones o pruebas con el equipo adecuado y sofisticado a todos aquellos elementos que son susceptibles al desgaste con un fin específico el de prevenir una falla catastrófica en el elemento automotriz. Cabe decir que este tipo de mantenimiento y pruebas se lo hace con el equipo en marcha sin interrumpir su recorrido.

Las pruebas más frecuentes son:

- **Desgaste.-** Siempre hay rose de elementos que tienen fricción. Tobera-aguja.
- **Chirrido.-** Muchas veces los orificios de la tobera están obstruidos por alguna partícula nociva en el combustible (Filtro en mal estado).

- **Presión.-** Siempre hay fugas de presión cuando hay algún elemento que no está funcionando correctamente por lo que se debe reemplazarlo.

**Nota:** El Mantenimiento Predictivo cabe decir que es muy costoso pero su información es muy importante siempre con un completo programa de mantenimiento Predictivo.

### **Mantenimiento de los Inyectores.**

Los inyectores Bosch son parte fundamental en los sistemas de inyección diesel, En la actualidad la tecnología automotriz esta de avanzada por lo que los motores actuales están equipados con inyectores que deben inyectar gasoil con altas presiones con un alto funcionamiento mecánico y térmico. Por lo tanto es necesario contar con inyectores de altas prestaciones 100% nuevos que garanticen la economía del combustible y un buen funcionamiento del motor.



Figura 35. Inyector denso CRDi.

Fuente: Autores

## Mantenimiento y prueba de Inyectores.

### Seguridad.

El factor seguridad es muy importante ya necesitamos del lugar adecuado la herramienta adecuada y el equipo adecuado para el trabajo.

El comprobante de inyectores debe ser colocado en un lugar adecuado, ventilado y con un sistema de drenaje de vapores y líquidos de ensayo.



Figura 36. Banco de pruebas Inyectores CRDi UTN.

Fuente: Autores

Durante la prueba de entrega de combustible ya sea con una bomba manual o con un elemento electrónico no se deben tocar con los dedos, porque se corre el riesgo de perforaciones en la piel debido a la alta presión que sale del inyector, por eso es recomendable tener un protector al momento de realizar esta prueba.



Figura 37. Inyector CRDi en Prueba de entrega.

Fuente: Autores

### **Examen visual.**

Como el fabricante recomienda si en la punta de la tobera se presenta un color azulado, orificios de inyección taponados o corridos. Es una señal de escorias en la punta de la tobera por lo que se debe reemplazar por una nueva. Para este examen visual se recomienda usar un lente por lo menor de 6x.

### **Prueba de deslizamiento.**

Para realizar esta prueba se sumerge la aguja del inyector en aceite de prueba o diesel limpio, luego hay que introducir más o menos un tercio de su tamaño en el cuerpo de la tobera en una forma vertical, al dejar caer la aguja tiene que llegar al asiento de la tobera deslizándose con su propio peso y si este procedimiento no se lleva a cabo por que el movimiento de la aguja es pesado hay que reemplazar la tobera.

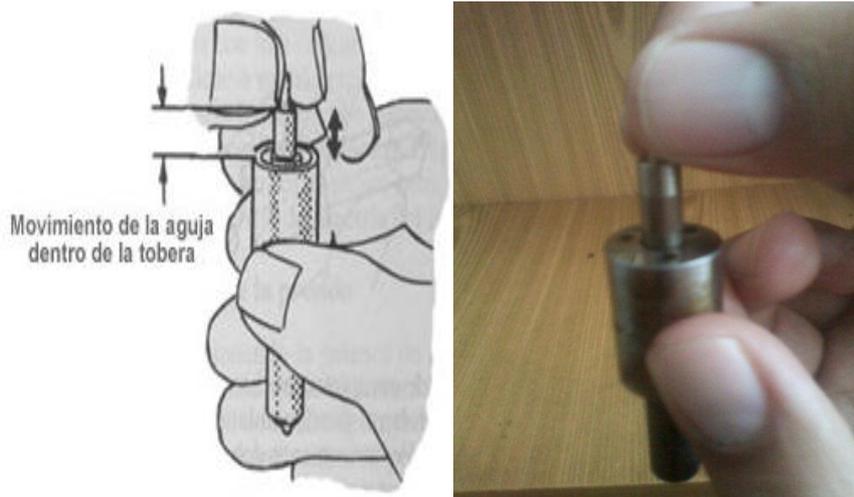


Figura 38. Prueba de deslizamiento.

Fuente: Autores.

### **Manejo.**

Al momento de manipular este tipo de inyectores no deje caer el conjunto inyector, hay que tener mucho cuidado con los orificios en la punta de la tobera. Cuando realice la limpieza de los orificios en la punta de la tobera, no toque o no limpie con un cepillo de alambre.

Cuando saque la aguja de la tobera sosténgala por la parte superior, no tenga contacto con la parte deslizante ni la punta de la tobera. No golpee la punta de la tobera con objetos duros o metálicos y evite dejar caer la misma.



Figura 39. Tobera y aguja del inyector.

Fuente: Autores

### **Sustitución de Piezas.**

Todos los elementos del inyector deben ser revisados cuidadosamente, cuando algún elemento se encuentre con algún desgaste o alguna escoria debe ser reemplazado directamente con repuestos originales Bosch como lo recomienda el fabricante, el kit completo disco-tope-resorte ya que Bosch dispone de estos repuestos para algunos modelos de inyectores.



Figura 40. Revisión de los elementos del inyector CRDi.

Fuente Autores

### **Ensamble.**

Cuando se inicia con el ensamble de todas las partes del inyector con todos los elementos previamente probando su buen estado o reemplazando alguna pieza en mal estado, montamos en cuerpo del inyector en el DRLS-101 (una especie de prensa) con la ayuda de un torquí metro procedemos a ajustar según lo recomienda el fabricante.



Figura 41. Torquimetro para inyectores CRDi.

Fuente: Autores.

A continuación en estas tablas observamos los pares de apriete para el porta inyector con la tuerca de fijación, y la fijación en el motor y según el tipo de la tobera realizamos el ajuste respectivo al porta inyector. Cabe recalcar que es necesario regirnos a estas tablas de sujeción para un completo mantenimiento por lo que se recomienda tomar muy en cuenta al momento de realizar una reparación del inyector.

Tabla 4. Porta inyectores KB.

<b>Pares de apriete para el porta inyector tipo rosca (Nm)</b>						
Clase de Toberas	KB (L)		KBAL...		KBEL	
	Tuerca de fijación	Fijación en el motor	Tuerca de fijación	Fijación en el motor	Tuerca de fijación	Fijación en el motor
Tobera P			30...40	10...20	40...50	10...20
Tobera S	70...90	10...20	70...90	10...20	50...70	10...20

Fuente. Autores

Tabla 5. Porta inyectores KC.

<b>Pares de apriete para porta inyector tipo rosca directo (Nm)</b>		
<b>KC...</b>		
<b>Clase de Toberas</b>	<b>Tuerca de fijación</b>	<b>Fijación en el motor</b>
Tobera P		
Tobera S	70...90	10...20

Fuente: Autores

Tabla 6. Porta inyectores KD

<b>Pares de apriete para porta inyector tipo buje roscado (Nm)</b>				
<b>Clase de Toberas</b>	<b>KDAL...</b>		<b>KDEL...</b>	
	<b>Tuerca de fijación</b>	<b>Fijación en el motor</b>	<b>Tuerca de fijación</b>	<b>Fijación en el motor</b>
Tobera P			30...40	10...20
Tobera S	70...90	10...20	70...90	10...20

Fuente: Autores

### **Ajuste de la Presión.**

#### **Comprobador de inyección Bosch.**

El aceite que se utiliza para la prueba de inyectores es un aceite especial ya que es detergente a su vez y sirve para limpiar cualquier residuo al momento de estar realizando la prueba.

Este aceite es según ISO 4113.

También se puede utilizar el mismo diesel libre de impurezas.

Al momento de montar el inyector en el banco hay que utilizar las cañerías adecuadas para cada inyector ya que estas están previamente curvadas para este uso.



Figura 42. Cañerías adecuadas para el inyector.

Fuente: Autores.

### **Verificación de estanqueidad.**

Para realizar esta prueba se conecta el inyector en una bomba manual y verificamos la estanqueidad con la válvula del manómetro de la bomba a  $\frac{1}{4}$  de vuelta y con la presión de abertura ya ajustada, luego presionamos la palanca de la bomba hacia abajo manteniendo y colocando en el manómetro una presión de 20 bar por debajo de la presión de abertura durante unos 10seg aproximadamente.



Figura 43. Bomba Manual de presión.

Fuente: Autores.

Con esta prueba verificamos la calidad de pulverización, vemos si hay goteo en el inyector y procedemos a evaluar al mismo.

### **Sonido y Forma de Chorro.**

#### **Inyectores Nuevos.**

Los inyectores nuevos tienen un ruido característico por el perfil geométrico del asiento de la aguja en el cuerpo de la tobera, esta clase de sonido (chirrido) ocurre con los inyectores nuevos y casualmente con los inyectores usados.

Con el continuo trabajo del inyector y la guja en el cuerpo de la tobera con los precisos ajustes que se le hace, el sonido suele desaparecer.

#### **Inyectores Usados.**

Estos inyectores cuando se realiza su regulación deben mantener su estanqueidad y se evalúa el sonido característico, debido al trabajo los inyectores usados tienen sus superficies ya asentadas por lo que no pueden emitir ruido (chirrido) y hay que tener muy en cuenta que esto no significa que el inyector esté en malas condiciones y se tenga que sustituir.

#### **Grupo I Evaluación del sonido.**

El sonido (chirrido) debe ser escuchado a cualquier velocidad que le demos en la prueba, tenemos que verificar las formas de chorros con movimientos lentos de palanca en la bomba manual con este paso obtendremos un chorro que debe ser disperso y con una mala pulverización.

Si le damos más velocidad el resultado el chorro debe ser bien pulverizado y lleno obteniendo un excelente diagnóstico de este inyector.



Figura 44. Evaluación del sonido del inyector.

Fuente: Autores.

### **Grupo II Evaluación del sonido.**

En esta prueba de sonido se le hace la prueba al inyector con movimientos de palanca lentos y rápidos en la bomba manual el resultado va a ser el mismo cuando la velocidad se aumenta la forma del chorro debe tener una buena pulverización.



Figura 45. Verificación de la pulverización.

Fuente: Autores.

### Grupo III Evaluación del sonido.

En esta tercera prueba de Sonido (chirrido), verificamos un buen sonido con movimientos lentos y rápidos de palanca en la bomba manual, cabe decir entre el movimiento lento y el rápida hay un intervalo de tiempo en donde no debe rechinar ni gotear el inyector para luego nuevamente escuchar es sonido (chirrido) característico, de la misma manera le damos velocidad y la forma de chorro de tener una excelente pulverización y llenado de combustible.

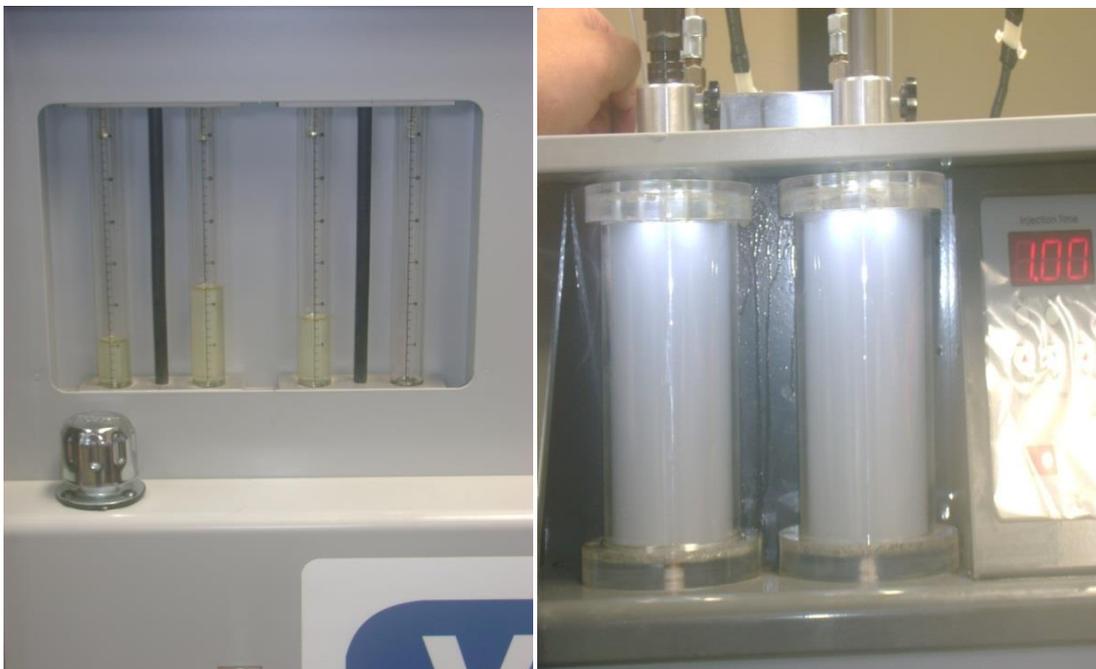


Figura 46. Observamos si gotea el inyector.

Fuente: Autores

### Instalación en el motor.

Al momento de montar el inyector en el motor es necesario tener completa limpio el orificio donde entra el inyector ya que no debe entra ninguna partícula de polvo entre otros, estos inyectores tienen una arandela de sujeción lo que hay que sustituirla.

El fabricante recomienda utilizar un lubricante a base de bisulfeto con molibdeno con plomo y cobre en el cuerpo del porta inyector con un fin específico evitar que la cabeza se oxide en su alojamiento debido al largo tiempo que tiene en funcionamiento.



Figura 47. Motor 2.0 Volkswagen Amarok CRDi.

Fuente: Autores.

### **Toberas.**

#### **Características de las toberas:**

- Precisión de los orificios de inyección.
- Sellado total en línea interna de contacto.
- Holgura de la aguja y del cuerpo del inyector.

#### **Ventajas:**

- Pulverización perfecta.
- Mayor sellado interno.
- Garantiza el funcionamiento perfecto para máxima eficiencia de combustible.

## Beneficios:

- Combustión completa.
- No gotea, ahorro de combustible.
- Ahorro en el consumo de combustible y menor emisión de contaminantes.



Figura 48. Juego de la aguja en el cuerpo del inyector.

Fuente: Autores.

## Importante.

En el mercado existen inyectores reacciones o usados a un precio muy inferior al originales.

Esta clase de inyectores usados son sometidos a mecanización para llegar a su medida original, se rectifican la superficie de la aguja lo proporciona mayor dureza a los componentes, lo que debilita la durabilidad del inyector y compromete la pulverización del combustible. Todo material sufre fatiga por lo tanto si se quiere alargar la vida de un inyector (dañado) se está arriesgando la vida útil del motor.

Puede ser que como por ejemplo el inyector este trabajando y se rompa la punta por la fatiga natural del material, cae la punta del inyector al pistón y

se puede dañar muy seriamente el motor, por lo que el fabricante recomienda utilizar inyectores originales Bosch.

La vida útil del inyector son miles de millones de carreras de apertura y cierre a las que llega una aguja durante su vida útil de inyección. Tiene una estanqueidad de 2.050bar, que como un ejemplo propio es como que colocáramos un vehículo pequeño en la punta de nuestro dedo.

La tobera tiene un juego con el cuerpo de la tobera de 0.002 mm, el diámetro de un pelo humano es 30 más grueso (0.06) que esta tolerancia.

Este inyector Bosch tiene toberas de orificios ya que pueden ser de 8 hasta 4 orificios de pulverización de combustible, ya que son utilizados para motores con inyección directa, esta tobera tiene el orificio de asiento y de acuerdo al equilibrio de fuerzas pues provoca la entrada y salida del gasoil, este tiene un menor volumen residual de combustible ya que permanece en la tobera y reduce las emisiones de hidrocarburos en los gases de escape.



Figura 49. Inyector Bosch de 8 orificios.

Fuente: Autores.

Como se puede observar en la figura 42 este inyector mediante su pulverización es de 8 orificios, cabe decir que todos los porta inyectores vienen marcados de acuerdo a lo que fueron fabricados para su trabajo. Y su completo mantenimiento, es indispensable tener en cuenta estos valores para su manipularlos correctamente.

## Reparación de inyectores Bosch Common Rail CRDi.

### Montaje y desmontaje del inyector.

Primeramente se debe tener la herramienta adecuada y el equipo adecuado para el mantenimiento y proceder hacer las pruebas necesarias para su correcto mantenimiento.



Figura 50. Herramienta adecuada

Fuente: Autores.

### Proceder:

Una vez que se tiene el inyector procedemos a colocar el inyector en una prensa especial y giramos para desajustar la porta tobera del inyector.



Figura 51. Prensa para inyectores.

Fuente: Autores.

Desmontamos la porta tobera y la tobera del inyector.



Figura 52. Porta tobera y tobera.

Fuente: Autores

Luego se coloca el cuerpo del inyector en la prensa para desmontar el solenoide.



Figura 53. Desmontaje del solenoide.

Fuente: Autores.

Una vez desmontado el solenoide se extrae los elementos dentro del inyector.



Figura 54. Desmontaje de los elementos internos del inyector.

Fuente: Autores.

Es muy importante tener una tina especial para colocar todos estos elementos para el siguiente paso.



Figura 55. Tina para limpieza de los inyectores.

Fuente: Autores.

Aquí se extrae una arandela que sujeta a la electroválvula.



Figura 56. Seguro de la electroválvula.

Fuente: Autores.

Luego sale directamente la electroválvula debido a que tiene un muelle.



Figura 57. Desmontaje de la electroválvula.

Fuente: Autores.

Y como se observa el inyector ya casi esta desmontado completamente.



Figura 58. Desmontaje de la varilla de presión.

Fuente: Autores.

Luego se desmonta el estrangulador de entrada y salida conjuntamente con la varilla de presión.



Figura 59. Desmontaje del estrangulador y la varilla de presión.

Fuente: Autores.

Luego se coloca todas las partes del inyector de una forma ordenada para no tener pérdidas de las piezas.

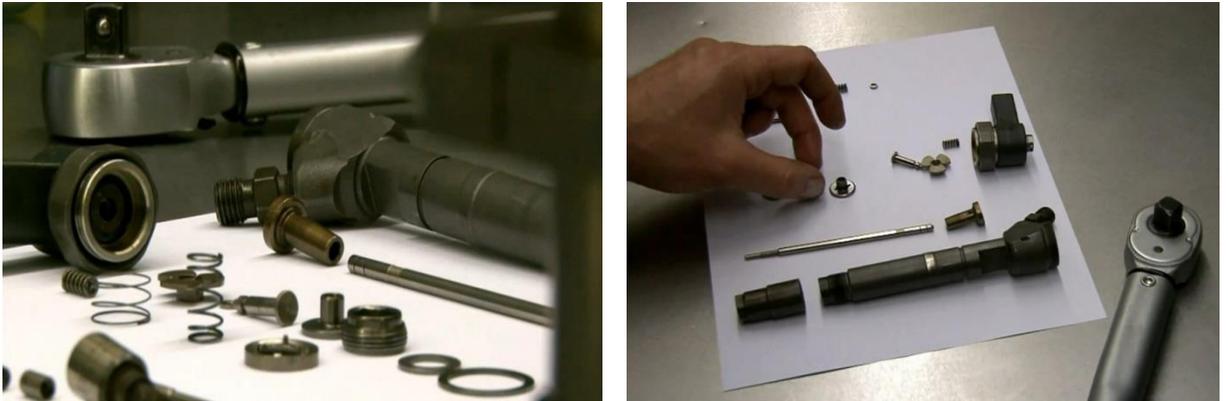


Figura 60. Elementos del inyector desmontados en forma ordenada.

Fuente: Autores.

**Ya observado y evaluado detenidamente todos los elementos de este inyector se procede a montar todos estos elementos:**

Primeramente colocamos los elementos de la parte superior del inyector es decir colocamos el balín y la varilla de presión.



Figura 61. Montaje de la varilla de presión.

Fuente: Autores.

Como paso siguiente se coloca la electroválvula con su seguro de apriete.



Figura 62. Montaje de la electroválvula

Fuente: Autores.

Conjuntamente con el solenoide.

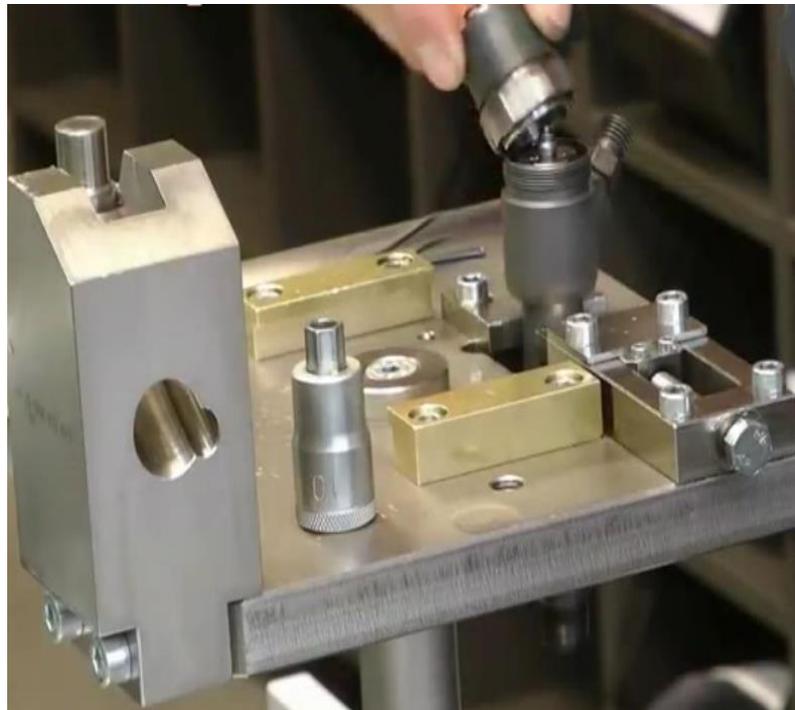


Figura 63. Montaje del solenoide.

Fuente: Autores.

Nuevamente se aplica un torque aproximadamente de 15-20lb conjuntamente con el torquimetro de inyectores.



Figura 64. Ajuste con el torquimetro.

Fuente: Autores.



Figura 65. Torquimetro aplicando 15 a 20 libras.

Fuente: Autores.

**Luego se montan los elementos de la punta del inyector:**

Primeramente colocamos un muelle de presión.



Figura 66. Montaje del muelle de presión.

Fuente: Autores.

Luego se procede a colocar conjuntamente la aguja del inyector, la porta tobera y tobera y ajustamos nuevamente.

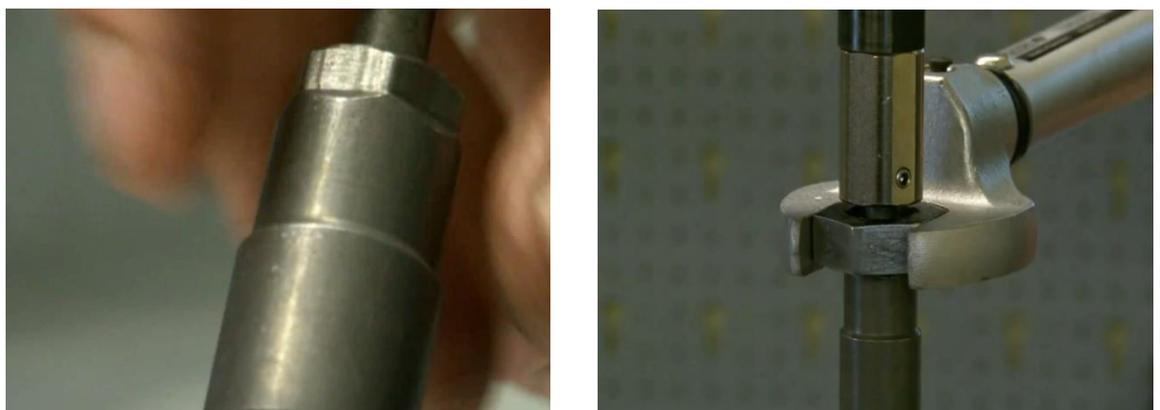


Figura 67. Montaje de la aguja, la tobera y la porta tobera.

Fuente: Autores.

Finalmente ya cuando el inyector está completamente armado y reparado, como paso final se monta en el banco de pruebas para ver la calidad de pulverización, la entrega de combustible y el retorno.



Figura 68. Montaje del inyector CRDi al banco de pruebas UTN.

Fuente: Autores.

Tipo de Pulverización.



Figura 69. Tipos de pulverización.

Fuente: Autores.

Entrega de combustible y retorno.



Figura 70. Verificación de entrega y retorno de combustible.

Fuente: Autores.

Pasando por todo este proceso como lo indica el fabricante podemos decir que se tiene un inyector en perfectas condiciones de trabajo, lo que garantiza la durabilidad del inyector y el perfecto funcionamiento del motor.



Figura 71. Inyector 100% reparado y comprobado.

Fuente: Autores.

**Nota:** Cuando no se utiliza repuestos originales bosch se tiene un alto riesgo de que los elementos del conjunto inyector no se coloque correctamente el la posición, ocasionando una pérdida de presión, mala pulverización, y fugas de combustible y primordialmente genere humo lo que quiere decir que están funcionando de una forma incorrecta.

### **Comprobadores de inyectores.**

EPS 100 Modelo con corrección de volumen conforme con la Norma ISO 8984: para presiones de comprobación hasta 40MPa, para la comprobación de los inyectores de los tamaños P, R, S y T.



Figura 72. Bomba manual.

Fuente: Autores.

### **Adaptador de Instalación de inyectores.**



Figura 73. Adaptadores de inyectores.

Fuente: Autores.

Estos adaptadores son de mucha importancia para la reparación de un inyector ya con esta herramienta se puede desacoplar la tobera de un inyector ya que cada adaptador tiene la medida exacta para cada tipo de inyector.

## Desarrollo de talleres (Práctica)

### TALLER N ° 2

**Tema: Mantenimiento y accesorios útiles en un inyector.**

**Objetivo:** Demostrar que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, permitan resolver inquietudes, acerca del mantenimiento de los inyectores.

### Evaluación de la Unidad N° 2

Cuestionario:

1.- Explique qué clase de mantenimiento se debe realizar a este tipo de inyectores Bosch CRDi.

.....  
.....  
.....

2.- Para verificar la estanqueidad del inyector que proceso se debe aplicar.

.....  
.....  
.....

3.- Indique las 3 pruebas principales que se realizan a los inyectores y porque se las realiza.

Pruebas	Definición
.....	.....
Desgaste	.....
.....	.....

4.- Mediante esta imagen identifique que elemento se está desmontando del inyector y explique qué función cumplen en el inyector



Partes	Función
Estrangulador de entrada y salida.	<p>.....</p> <p>.....</p>
.....	<p>.....</p>

5.- Identifique mediante esta figura que prueba le estamos realizando al inyector e indique el procedimiento que se ejecuta al momento de realizar esta prueba.



Prueba:

.....

.....

Procedimiento:

.....

.....

.....

.....

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.**

Augeri, F. (7 de Agosto de 2011). funcionamiento de inyectores.

[www.cise.com](http://www.cise.com) funcionamiento de inyectores

BOOSTER, B. (Martes de Enero de 2009). Recuperado el unes de Marzo de 2013, de [www.encendidoelectronico.com](http://www.encendidoelectronico.com)

CASTRO, M. (2009). Enciclopedia del Automóvil Editorial. España: CEAC.

COSLADA, E. (14 de Abril de 2009).

[www.tallerdemacanica.com](http://www.tallerdemacanica.com)Comprobación inyectores.

[www.tallerdemacanica.com](http://www.tallerdemacanica.com)Comprobación inyectores

621. 436 / B 47 / Reg. BUEGER, J. (2002) Regulación electrónica diésel

621. 436 / 656 / Est. GIMENO, J. (2011) Estudio de la inyección diésel mediante la medida de flujo de cantidad de movimiento del chorro.

629. 224 / 655 / Cam. CULTURAL (2003) Camiones y vehículos pesados.

629. / A 46 / Aut ALONSO, J. (2001) Técnicas del automóvil.

DELPI, P. (4 de 7 de 2011). Delphi Power Train.:

<http://www.directindustry.es>

LOPEZ, L. (19 de 7 de 2011). Bosch servicio .

<http://www.lopezylopez.com.ar>

MARTINEZ, A. (7 de 11 de 2011). sistemas de inyección.  
<http://blog.espol.edu.ec>

RENÉ, S. (29 de 7 de 2010). Bosch . <http://www.bosch.com.mx>

VERGARA, V. (15 de Noviembre de 2008). [www.scribd.com](http://www.scribd.com) tipos de  
inyectores

540 / C 64 / Sis SERRANO, C. (2001) Sistemas de inyección diésel mecánicos y  
electrónicos.

VERGARA, V. (20 de Abril de 2009). Introduccion-Inyeccion :  
[www.scribd.com/](http://www.scribd.com/) Introduccion-Inyeccion..

## ANEXOS

### SOCIALIZACIÓN.







- RV: [Urk: Tesis] 14% de similitud - paul\_granda@hotmail.com

Carlos Nolasco Mafla Yépez (cnmafla@utn.edu.ec)

08/01/2014

Para: paul\_granda@hotmail.com



---

De: report@analysis.urkund.com <report@analysis.urkund.com>

Enviado: miércoles, 08 de enero de 2014 12:07

Para: Carlos Nolasco Mafla Yépez

Asunto: [Urk: Tesis] 14% de similitud - paul\_granda@hotmail.com

Documento(s) entregado(s) por: paul\_granda@hotmail.com

Documento(s) recibido(s) el: 08/01/2014 16:18:00

Informe generado el 08/01/2014 18:07:24 por el servicio de análisis documental de Urkund.

Documento : TESIS GRANDA. ESTEVEZ UNIDO TODO.docx [D9687948]

Alrededor de 14% de este documento se compone de texto más o menos similar al contenido de 58 fuente(s) considerada(s) como la(s) más pertinente(s).

La más larga sección comportando similitudes, contiene 201 palabras y tiene un índice de similitud de 97% con su principal fuente.

TENER EN CUENTA que el índice de similitud presentado arriba, no indica en ningún momento la presencia demostrada de plagio o de falta de rigor en el documento.

Puede haber buenas y legítimas razones para que partes del documento analizado se encuentren en las fuentes identificadas. Es al corrector mismo de determinar la presencia cierta de plagio

o falta de rigor averiguando e interpretando el análisis, las fuentes y el documento original.

### CÓDIGOS DE FALLAS SISTEMA COMMON RAIL

P0045/34	Turbocargador/ circuito del solenoide de control de empuje del Supercargador/ abierto
P0087/49	Riel de combustible/presión del sistema demasiado baja
P0088/78	Riel de combustible/presión del sistema demasiado alta
P0093/78	Se detectó fuga del sistema de combustible - fuga considerable
P0095/23	Circuito 2 del sensor de temperatura del aire de admisión
P0097/23	Circuito 2 del sensor de temperatura baja del aire de admisión
P0098/23	Circuito 2 del sensor de temperatura alta del aire de admisión
P0100/31	Circuito del flujo de masa o volumen de aire

P0102/31	Entrada baja del circuito de flujo de masa o volumen de aire
P0103/31	Entrada alta del circuito de flujo de masa o volumen de aire
P0105/35	Presión absoluta del múltiple/ circuito de presión barométrica
P0107/35	Entrada baja de la presión absoluta del múltiple/ circuito de presión  Barométrica
P0108/35	Entrada alta de la presión absoluta del múltiple/ circuito de presión Barométrica
P0110/24	Circuito de temperatura del aire de admisión.
P0112/24	Entrada baja del circuito de temperatura del aire de admisión
P0113/24	Entrada alta del circuito de temperatura del aire de alimentación

P0115/22	Circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0117/22	Entrada baja del circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0118/22	Entrada alta del circuito de temperatura del refrigerante del motor.
P0120/41	Falla del circuito de acelerador/ sensor de posición del pedal/ interruptor "A"
P0122/41	Mariposa del acelerador/ sensor de posición del pedal/ entrada baja del Circuito del interruptor "A".
P0123/41	Mariposa del acelerador/ sensor de posición del pedal/ entrada alta del Circuito del interruptor "A"
P0168/39	Temperatura de combustible muy alta
P0180/39	Circuito del sensor "A" de temperatura del combustible

P0182/39	Entrada baja del circuito del sensor "A" de temperatura del combustible
P0183/39	Entrada alta del circuito del sensor "A" de temperatura del combustible
P0190/49	Circuito del sensor de presión del riel de combustible
P0192/49	Entrada baja del circuito del sensor de presión del riel de combustible
P0193/49	Entrada alta del circuito del sensor de presión del riel de combustible
P0200/97	Circuito del inyector/ abierto.
P0234/34	Turbocargador/ condición de empuje excesivo del supercargador

P0299/34	Turbocargador/ empuje inferior del supercargador
P0335/12	Circuito del sensor "A" de posición del cigüeñal
P0339/13	Circuito intermitente del sensor "A" de posición del cigüeñal
P0340/12	Circuito del sensor "A" de posición del árbol de levas (banco 1 o sensor Sencillo)
P0488/15	Rango/ rendimiento de control de posición de la mariposa del acelerador De recirculación de gases del escape
P0500/42	Sensor "A" de velocidad de vehículo
P0504/51	Correlación "A"/ "B" del interruptor del freno
P0606	Procesador ECM/PCM

P0607/89	Rendimiento del módulo de control
P0627/78	Circuito de control de la bomba de combustible/ abierto
P1229/78	Sistema de la bomba de combustible.
P1251/34	Motor de pasos para el circuito de control del turbocargador (Intermitente)
<b>P1601/89</b>	<b>Código de compensación del inyector</b>
P1611/17	Falla en el pulso de la marcha
P2008/58	Circuito del control de mando del tubo múltiple de admisión/ abierto (Banco 1)
	Circuito "D" del interruptor/sensor de posición del

P2120/19	pedal/mariposa
P2121/19	Rango/rendimiento del circuito "D" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa.
P2122/19	Entrada baja en el circuito "D" del interruptor/ sensor de posición del Pedal/ mariposa
P2123/19	Entrada alta en el circuito "D" del interruptor/ sensor de posición del Pedal/ mariposa
P2125/19	Circuito "E" del interruptor/ sensor de posición del pedal/mariposa del Acelerador
P2127/19	Entrada baja en el circuito "E" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa del acelerador
P2128/19	Entrada alta en el circuito "E" del interruptor/ sensor de posición del Pedal/ mariposa del acelerador
P2138/19	Correlación del voltaje del interruptor "D"/"E"/ sensor de posición del Pedal/ mariposa del acelerador

P2226/A5*	Circuito de presión barométrica
P2228/A5*	Entrada baja del circuito de presión barométrica
P2229/A5*	Entrada alta del circuito de presión barométrica
P0087/49	Presión del larguero / sistema de combustible - demasiado baja
P0088/78	Presión del larguero / sistema de combustible - demasiado alta
P0093/78	Detección de fugas en el sistema de combustible - fuga significativa
P0107/35	Entrada baja del circuito de presión absoluta/barométrica del múltiple
P0108/35	Entrada alta del circuito de presión absoluta/barométrica del múltiple

P0110/24	Circuito de temperatura del aire de admisión
P0112/24	Entrada baja del circuito de temperatura del aire de admisión
P0113/24	Entrada alta del circuito de temperatura del aire de admisión
P0115/22	Circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0117/22	Entrada baja del circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0118/22	Entrada alta del circuito de temperatura del refrigerante del motor
P0120/41	Falla del circuito del sensor/interruptor "A" de posición del pedal del Acelerador
P0122/41	Mariposa del acelerador/Sensor de posición del pedal/Entrada baja del Circuito del interruptor "A"
P0123/41	Mariposa del acelerador/Sensor de posición del pedal/

	Entrada alta del Circuito del interruptor "A"
P0168/39	Temperatura del combustible demasiado alta
P0180/39	Circuito "A" del sensor de temperatura del combustible
P0182/39	Entrada baja del circuito "A" del sensor de temperatura del combustible
P0183/39	Entrada alta del circuito "A" del sensor de temperatura del combustible
P0190/49	Circuito del sensor de presión del larguero de combustible
P0192/49	Entrada baja en el circuito del sensor de presión del larguero de Combustible
P0193/49	Entrada alta en el circuito del sensor de presión del larguero de Combustible
P0200/97	<b>Circuito abierto o corto circuito del inyector</b>
P0335/12	Circuito del sensor "A" de posición del cigüeñal
P0339/13	Circuito intermitente del sensor "A" de posición del cigüeñal

P0340/12	Circuito del sensor "A" de posición del árbol de levas (Banco 1 o Sensor Sencillo)
P0400/71	Flujo de recirculación de gases del escape.
P0405/96	Circuito "A" del sensor de recirculación de gases del escape bajo
P0406/96	Circuito "A" del sensor de recirculación de gases del escape alto
P0488/15	Rango/rendimiento del control de posición de la mariposa del acelerador de recirculación del gas de escape
P0500/42	Sensor "A" de velocidad de vehículo
P0504/51	Correlación "A"/ "B" del interruptor del freno
P0606	Procesador ECM/PCM
P0607/89	Rendimiento del módulo de control
P0627/78	Circuito de Control de la Bomba de Combustible / abierto

P1229/78	Sistema de la bomba de combustible
P1601/89	Código de compensación de inyector
P1611/17	Falla del pulso de corrida
P2120/19	Circuito "D" del interruptor/sensor de posición del pedal/mariposa
P2121/19	Rango/rendimiento del circuito "D" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa
P2122/19	Entrada baja en el circuito "D" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa
P2123/19	Entrada alta en el circuito "D" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa
P2125/19	Circuito "E" del interruptor/sensor de posición del pedal/mariposa del Acelerador
P2127/19	Entrada baja en el circuito "E" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa del acelerador
P2128/19	Entrada alta en el circuito "E" del interruptor/sensor de posición del Pedal/mariposa del acelerador

P2138/19	Correlación del voltaje del interruptor "D"/"E" /sensor de posición del Pedal / acelerador
P2228/A5	Circuito de presión barométrica Baja entrada del circuito de presión barométrica
P2226/A5	Alta entrada del circuito de presión barométrica

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
*Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología*

*Ibarra, 29 de Julio del 2013*

## **CERTIFICADO**

*Yo Ing. CARLOS MAFLA certifico:*

*Que los estudiantes Estévez Montesdeoca Santiago Ramiro y Granda Lomas Ramiro Paúl, Pertenecientes A La Carrera De Ingeniería En Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte; cumplieron con la socialización acerca del tema de trabajo de grado "Elaboración de un Módulo Didáctico del inyector Bosch de la camioneta Volkswagen Amarok" el mismo que fue expuesto a los estudiantes del décimo semestre de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, desarrollado el día jueves 25 de julio del 2013, a partir de las 18:00.*

*Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.*

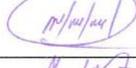
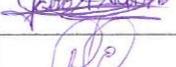
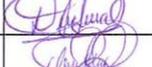
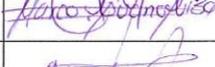
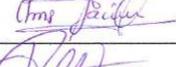
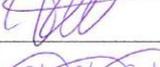
*Atentamente.*



---

*Ing. Carlos Mafla*  
**Tutor**

**LISTA ESTUDIANTES ASISTENTES A LA SOCIALIZACIÓN**

NOMBRES	Nº CEDULA	FIRMA
JOEL OBARDO CABEZAS	000263066-5	
Luis Pinto Ayala	100356792-0	
Diego Haro	100318801-6	
Alvaro Ullota	040163301-1	
CRISTIAN MOLINA	040151862-6	
JHONATAN CAICEDO	040130050-4	
STALIN QUIROZ	040152191-9	
Rumiro Espinosa N.	100233192-2	
Álvaro Toro	040181534-5	
SANTO MARTÍN SALAS ZÚÑIGA	100304707-1	
Jefferson Paul Estevez Hingajosa	100333222-6	
David Lema	100287462-4	
Luis López	040166046-3	
Marco Guanabisa	100386392-3	
CHRISTIAN JACOBE	0401300645	
Carlos Calderón	0401301521521	
Pablo Cabrera Recalde	100314531-3	

Ana Paredes Játiva	040169076-3	Ana Paredes
Nadia Falconi	100317668-0	Nadia Falconi
Bladimir Tambo	100298417-5	Bladimir Tambo
Santiago Jiménez	040138692-0	Santiago Jiménez
Fabian Madera	040164662-5	Fabian Madera
Diego Andrés Guzmán Pozo	100298048-8	Diego Guzmán
Chicaiza Chisaquano Jorge H.	100309407-3	Jorge Chicaiza
Bladimir Guachi J.	040166882-4	Bladimir Guachi
Edwin Pastoz Dengel	100270712-1	Edwin Dengel
Carlos Pasero	817022576-0	Carlos Pasero
ERIK MUÑOZ R.	040130965-3	Erik Muñoz
HENRY CHAUCA	100369854-3	Henry Chauca
Damián Vargas	100298267-4	Damián Vargas
Patricio Frios	040135663-9	Patricio Frios
John Jairo Guerrero	040161310-4	John Jairo Guerrero
Guamialama Klever	040164302-8	Guamialama Klever
Franklin Rueda	040180054-5	Franklin Rueda
William Jácome	100312275-9	William Jácome
Ilincio Patacios	0401392161	Ilincio Patacios
Manoel Pozo	040156162-6	Manoel Pozo





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003149661		
APELLIDOS Y NOMBRES:	GRANDA LOMAS RAMIRO PAUL		
DIRECCIÓN:	ATUNTAQUI		
EMAIL:	<a href="mailto:paul_granda@hotmail.com">paul_granda@hotmail.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	2906350	TELÉFONO MÓVIL:	0980895696

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK
AUTOR (ES):	GRANDA LOMAS RAMIRO PAUL ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO
FECHA: AAAAMMDD	2014-03-31
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS, con cédula de identidad Nro. 1003149661, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de Marzo del 2014

EL AUTOR:

  
(Firma).....

Nombre: RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS

C.C.: 1003149661

ACEPTACIÓN:

  
(Firma).....

Nombre: Msc. Ximena Vallejos

Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS, con cédula de identidad Nro. 1003149661, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado **MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz., en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 31 días del mes de Marzo del 2014

(Firma) .....  
Nombre: RAMIRO PAUL GRANDA LOMAS  
Cédula: 1003149661



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002742029		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO		
DIRECCIÓN:	SAN ANTONIO DE IBARRA		
EMAIL:	<a href="mailto:Santy_glam85@yahoo.com">Santy_glam85@yahoo.com</a>		
TELÉFONO FIJO:	2932594	TELÉFONO MÓVIL:	0999610299

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK
AUTOR (ES):	GRANDA LOMAS RAMIRO PAUL ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO
FECHA: AAAAMMDD	2014-03-31
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	ING. CARLOS MAFLA

**2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO, con cédula de identidad Nro. 1002742029, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

**3. CONSTANCIAS**

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 31 días del mes de Marzo del 2014

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma) 

(Firma) 

Nombre: ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO Nombre: Msc. Ximena Vallejos

C.C.: 1002742029

Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO, con cédula de identidad Nro. 1002742029, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado **MÓDULO DIDÁCTICO DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz., en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 31 días del mes de Marzo del 2014

(Firma) .....

Nombre: ESTEVEZ MONTESDEOCA SANTIAGO RAMIRO

Cédula: 1002742029