



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

**“MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE INYECCIÓN
DE ALTA PRESIÓN COMMON-RAIL DE LA CAMIONETA
VOLKSWAGEN AMAROK 4x2”.**

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en
Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID

VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL

DIRECTOR:

ING. CARLOS MAFLA

IBARRA-2013

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO

Que una vez analizado el plan de trabajo de grado cuyo título es “Módulo didáctico de la bomba de alta presión common rail de la camioneta Volkswagen AMAROK 4x2” presentado por los señores: Armas Pozo Bolívar David con el número de cedula 040144200-9 y Vaca Rosero Guillermo Daniel con el número de cedula 100314476-1, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 23 días del mes de Julio del 2013.

Director:

Ing. Carlos Mafla

DEDICATORIA

Esta investigación refleja nuestro esfuerzo, sacrificio y dedicación que supimos manifestar para poder realizar un excelente trabajo, y está dedicado:

A Dios por darnos la fuerza y la paciencia necesaria para lograr el objetivo deseado.

A nuestros Padres que con su ejemplo de amor, solidaridad y responsabilidad han forjado nuestras vidas, y han permitido que logremos culminar nuestra carrera con su apoyo incondicional.

A los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz para que tengan una guía didáctica y puedan así formarse como profesionales capaces.

Autores:

Armas Pozo Bolívar David

Vaca Rosero Guillermo Daniel

AGRADECIMIENTO

La presente investigación, es fruto del largo esfuerzo y sacrificio, y la fuerte motivación por superarnos moral y académicamente, para servir a nuestra sociedad.

A nuestro Director de tesis Ing. Carlos Mafla quién nos ayudó en todo momento y compartió con nosotros sus conocimientos y experiencias, facilitando el normal desarrollo de esta investigación dando así un aporte significativo a la realización de nuestro trabajo hacia él va nuestro más sincero reconocimiento y agradecimiento.

Un agradecimiento muy especial a nuestros Padres por brindarnos su apoyo incondicional en los aspectos anímicos, morales y económicos.

También expresamos nuestra gratitud profunda a la gloriosa Universidad Técnica del Norte y a toda la planta docente y autoridades de nuestra carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, por brindarnos sus conocimientos, que sirvieron de base fundamental para alcanzar este objetivo.

Armas Pozo Bolívar David

Vaca Rosero Guillermo Daniel

ÍNDICE GENERAL.

Aceptación del Director.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Índice general.....	v
Resumen.....	xii
Summary.....	Xiii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	1
Capítulo I CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
ANTECEDENTES.....	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.4.1 Temporal.....	8
1.4.2 Espacial.....	8
1.5 OBJETIVOS.....	8
1.5.1 Objetivo General.....	8
1.5.2 Objetivos Específicos.....	8
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Sistemas de inyección diesel, Bosch.....	11
2.2. Tipos de Bombas de Inyección.....	12
2.2.1. Bombas de inyección en línea.....	12
2.2.2. Bomba de inyección en línea estándar PE.....	13
2.2.3. Bomba de inyección en línea con válvula de corredera.....	13
2.2.4. Partes de la bomba inyectora lineal.....	14
2.2.5. Bombas de inyección individuales.....	15
2.2.6. Unidad bomba-inyector UIS.....	16
2.2.7. Unidad bomba-tubería-inyector UPS.....	16

2.2.8. Bombas de inyección rotativas.....	17
2.2.8.1. Generalidades.....	17
2.2.8.2. Sistema de alimentación de combustible de una bomba rotativa.....	17
2.2.8.3. Estructura.....	18
2.2.9. Bomba de inyección rotativa de émbolo axial.....	19
2.2.10. Bomba de inyección rotativa de émbolos radiales.....	20
2.2.11. Como generan presión las bombas de inyección rotativas	20
2.2.11.1 Bomba mecánica.....	21
2.2.11.2 Bomba de inyección rotativa para motores diesel con gestión electrónica.....	22
2.2.11.3 Reglajes de las bombas de inyección.....	25
2.3 Sistema de inyección de acumulador (common rail CR).....	26
2.3.1.- Composición del Sistema.....	27
2.3.2.- Composición del sistema electrónico de control.....	28
2.3.3.- Como funciona.....	29
2.3.4.- Las ventajas del sistema.....	29
2.3.5.- Resultados obtenidos.....	30
2.4. Regulación electrónica diesel (EDC).....	30
2.4.1. Introducción.....	30
2.5. La bomba de inyección de la camioneta Volkswagen Amarok.....	31
2.5.1. Antecedentes.....	31
2.5.2. Origen de las bombas de inyección common rail.....	31
2.5.3. Características de las bombas de inyección de alta presión....	31
2.5.4 Bomba de alta presión.....	32
2.5.4.1 Funciones.....	33
2.5.4.2 Estructura.....	34

2.5.4.3. Funcionamiento.....	34
2.5.4.4. Potencia de suministro.....	35
2.5.4.5 Desconexión de elemento.....	36
2.6. La camioneta Volkswagen Amarok.....	36
2.6.1. Antecedentes.....	36
2.6.2. Otros detalles.....	37
2.6.3. Ayudas electrónicas y mecánicas.....	37
2.6.4. Modernos, potentes y muy eficientes.....	37
2.8. Módulo de enseñanza.....	38
2.9. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN.....	39
2.10. MATRIZ CATEGORIAL.....	40
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. Tipo de Investigación.....	42
3.2. Métodos.....	42
CAPÍTULO IV MARCO ADMINISTRATIVO.....	44
4.1. Recursos.....	44
4.1.1 Recursos Humanos.....	44
CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO VI PROPUESTA ALTERNATIVA.....	44
6. TÍTULO DE LA PROPUESTA	50
6.1.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	51
6.2.- OBJETIVOS.....	53
6.2.1.- Objetivo General.....	53
6.2.2.- Objetivos Específicos.....	54
6.3.- JUSTIFICACIÓN.....	54
6.4. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	56
6.5. MAPA DE UNIDADES CONCEPTUALES.....	57
6.6. DESARROLLO DE UNIDADES.....	58
UNIDAD I.....	58
I.- OBJETIVO.....	59
II.- CONTENIDOS.....	59
1.- Desarrollo del CRDi.....	59

1.2. Comparación del sistema CRDI con respecto a otros.....	61
1.2.1 Inyección previa.....	63
1.2.2 Inyección principal.....	63
1.2.3 Inyección posterior.....	64
1.2.4. Presión de inyección de diferentes sistemas.....	64
1.2.5 Comparación entre CRDi e inyección inyección con pre-cámara.	65
1.2.6 Ventajas del sistema de inyección CRDi.....	66
1.3. Función del sistema CRDi.....	67
1.3.1. Funciones básicas.....	68
1.3.2 Funciones adicionales.....	68
III.- Desarrollo de talleres (Práctica).....	69
TALLER N ° 1.....	69
IV.- Evaluación de la Unidad N° 1.....	70
UNIDAD 2.....	71
I.- OBJETIVO.....	72
II.- CONTENIDOS.....	72
2.1. Bomba de alta presión con bomba de engranajes.....	72
2.1.1. Funcionamiento.....	72
2.2. Bomba de engranajes.....	73
2.2.1. Arquitectura.....	74
2.2.2 .Funcionamiento de la bomba de engranajes.....	75
2.3. Válvula de dosificación del combustible.....	76
2.3.1 Funcionamiento de la válvula de dosificación del combustible– sin corriente.....	76
2.3.2 Funcionamiento de la válvula de dosificación de combustible– excitada.....	78
2.3.3 Efectos en caso de avería.....	79
III.- Desarrollo de talleres (Práctica).....	81
TALLER N ° 2.....	81
IV.- Evaluación de la Unidad N° 2.....	82
UNIDAD 3.....	83
I.- OBJETIVO.....	84

II.- CONTENIDOS.....	84
3. Bomba de alta presión.....	84
3.1 Estructura.....	85
3.2 Funcionamiento de la bomba de alta presión.....	88
3.2.1 Carrera aspirante.....	88
3.2.2 Carrera impelente.....	89
3.3. Electroválvula reguladora de presión.....	90
3.3.1. Funcionamiento.....	90
3.4 Desactivador del tercer pistón.....	91
IV.- Desarrollo de talleres (Práctica).....	93
TALLER N ° 3.....	93
V.- Evaluación de la Unidad N° 3.....	94
UNIDAD 4.....	96
I.- OBJETIVO.....	97
II.- CONTENIDOS.....	97
4.1.Precauciones previas a la realización del trabajo.....	97
4.1.1 Consejos básicos para las operaciones	97
4.1.2. Operaciones de extracción, instalación, montaje y desmontaje.....	98
4.1.3. El Equipo de diagnóstico.....	101
4.1.4. El opacímetro.....	102
4.1.5. Multitéster o multímetro.....	103
Tablas de diagnóstico sistemas CRDI.....	108
Mantenimiento preventivo que se realiza al sistema CRDi.....	120
III.- Desarrollo de talleres (Práctica).....	121
TALLER N ° 4.....	121
IV- Evaluación de la Unidad N° 4.....	122
Conclusiones y recomendaciones.....	123
Bibliografía y referencias.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1: Valores numéricos de la presión de la bomba.....	46
Tabla 6.1. Comparativa de potencia.....	65
Tabla 6.2. Comparativa de torque.....	66
Tabla 6.3. Comparativa de consumo.....	66
Tabla 6.4 Elementos del equipo de comprobación para CRDi.....	105
Tabla 6.5 El motor no arranca.....	108
Tabla 6.6 Falla de potencia.....	111
Tabla 6.7 Humo negro.....	114
Tabla 6.8 Humo blanco/azul.....	116
Tabla 6.9 Falsas explosiones del motor.....	117
Tabla 6.10 Variaciones al ralentí.....	119

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico2.1 Campos de aplicación de los sistemas de inyección diesel, Bosch.....	12
Gráfico 2.2 Bomba de inyección en línea.....	14
Gráfico 2.3. Sistema de inyección.....	17
Gráfico 2.4 Servomotor.....	25
Gráfico 5.1: Escáner AUTO30SS.....	45
Gráfico 5.2: Válvula de control de admisión de combustible.....	45
Gráfico 6.1 Elementos.....	47
Gráfico 6.2 Funcionamiento de la bomba de engranajes.....	73
GRÁFICO 6.3 Válvula dosificadora de combustible.....	75
Gráfico 6.4Esquema de la propagación del combustible en la bomba de alta presión.....	76
Gráfico 6.5 Sinopsis esquemática de la propagación del combustible en la bomba de alta presión.....	77
Gráfico 6.6. Válvula reguladora de presión.....	90
Gráfico 6.7 KTS series, Un nuevo módulo para el sistema de diagnóstico..	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Elementos de bombeo.....	
Figura2.2 Parte interna de la bomba rotativa.....	15
Figura 2.3 Partes de una bomba rotativa.....	18
Figura 2.4 Componentes de la bomba mecánica con gestión electrónica...	21
Figura 2.5 Componentes de una bomba electrónica.....	22
Figura 2.6. Bomba de alta presión.....	23
Figura5.1: Conexión de Escáner AUTO30SS con la camioneta.....	33
Figura 5.2: Señales de la válvula de control de admisión de combustible en ralentí.....	45
Figura 5.3: Señales de la válvula de control de admisión de combustible en altas cargas.....	48
Figura 5.4: Señal del cable de tierra de la válvula de control de admisión de combustible.....	48
Figura 6.1. Desarrollo de la presión de Inyección.....	48
Figura 6.2.- Inyección previa y principal.....	62
Figura 6.3. Comparación presión de inyección.....	64
Figura.6.4 Partes externas de la bomba de alta presión.....	65
Figura 6.5 Señales PWM.....	74
Figura 6.6 Bomba de alta presión con bomba de engranajes.....	80
Figura 6.7 Partes de la bomba de alta presión.....	85
Figura 6.8Funcionamiento de la bomba common- rail carrera aspirante.....	87
Figura 6.9. Funcionamiento de la bomba common- rail, carrera impelente.....	88
Figura 6.10 Electroimán desactivador del tercer pistón.....	89
Figura 6.11 Regulador de presión.....	101
	101

RESUMEN

Los sistemas de inyección diesel comenzaron en 1927 con la producción en serie de bombas de inyección y toberas por parte de Robert Bosch, continuando con las bombas en línea, rotativas, y de regulaciones electrónicas para bombas lineales y rotativas. En 1997 Bosch produjo el sistema de inyección common rail CRS, para 2002 desarrolló el sistema common rail con regulador piezoeléctrico lo que se convirtió en el mayor avance tecnológico en sistemas de inyección diesel. Las bombas de inyección lineales constan de un elemento de bombeo por cada número de cilindros del motor, esta sincronizado con la distribución del motor para realizar la elevación de presión del combustible. En las bombas de inyección individuales la regulación del caudal se obtiene mediante un regulador. En el sistema de inyección por unidad bomba-inyector uis, la bomba de inyección y el inyector constituyen una unidad. Por su parte las bombas de inyección rotativas, tienen un regulador de revoluciones mecánico para dosificar el caudal de inyección. El sistema de inyección common rail o conducto único es un sistema controlado electrónicamente creado para motores de inyección directa diesel en el que el gasóleo se aspira del depósito de combustible y es enviado a una bomba de alta presión y ésta a su vez lo envía a un conducto común para todos los inyectores. Este sistema es controlado por medio de la unidad de control electrónico, que gracias a sensores y actuadores puede tener una mejor operación. La bomba common rail posee en su interior una bomba de engranajes que tiene la función de pre elevar la presión de combustible; el control electrónico mediante una señal dispone el funcionamiento de la válvula de dosificación de combustible que de acuerdo a las necesidades de funcionamiento envía más o menos combustible a la cámara de elevación de presión de dicha bomba. Ésta alcanza presiones de 500 bares en ralentí y 1500 bares en altas cargas, las cuales son obtenidas en el riel de alta presión gracias a la válvula de presión que trabaja gobernada por las señales electrónicas, las cuales activan un campo magnético y permiten el mayor o menor paso de combustible al riel de alta presión. Para poder realizar un diagnóstico en la bomba common rail es necesario la utilización del escáner, osciloscopio, y sobre todo lo más importante el banco de pruebas que permite un mejor monitoreo del sistema.

SUMMARY

Diesel injection systems began in 1927 with the serial production of injection pumps and pumps by Robert Bosch, continuing with on-line pumps, rotary and electronic controls for linear and rotary pumps. In 1997, Bosch produced the common rail injection system, CRS, and in 2002, Bosch developed the common rail system with piezoelectric regulator that became the greatest technological breakthrough in diesel injection systems. Linear injection pumps consist of a pump element for each number of cylinder engines that are synchronised with the valve train in order to raise fuel pressure. The regulation of the flow of each injection pumps is determined by electro-hydraulic or mechanical regulator. In each injector pump, the injection system consists of the injection pump and the injector as a unit. Rotary injectors, on the other hand, use mechanical speed control to regulate injection flow. The common rail injection system or common conduit is a system of injecting rail electronic fuel for direct injection diesel engines where the aspirated diesel fuel is directly deposited from the fuel tank to a high-pressure pump and this in turn sends it to a conduit common to all injectors. This system is controlled by the electronic control unit, thanks to sensors and actuators better operations are achieved. Common Rail pump has an internal gear pump which has the function of pre-raising the fuel pressure. The electronic control unit, through the signal operation of the fuel metering valve in accordance with operational needs, sends little fuel to lift the pressure chamber of the above-mentioned pump. This raises the pressure to 500 bars at idle and 1500 bars at high loads, which are obtained on high pressure track with the help of the pressure valve that is controlled by electronic signals, which activate a magnetic field and allow greater or lesser fuel flow to high pressure track. In order to completely diagnose Common Rail pump, it is imperative to use scanner, oscilloscope, and most importantly test bench, as it allows for better monitoring of the system.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el avance de la tecnología automotriz se ha incrementado a pasos agigantados, ya sea en sistemas de gasolina, como también en motores diesel. Es así que el sistema de inyección directa diesel common rail se presenta como uno de los mejores avances tecnológicos en el campo automotriz, ya que a diferencia de sistemas de inyección anteriores el funcionamiento del CRDi como también se lo conoce es totalmente controlado por la electrónica, mediante sensores y actuadores que mediante intervención de una unidad de control electrónico tiene altas prestaciones con un consumo de combustible menor y también se convierte en un sistema amigable con el medio ambiente ya que su emisión de gases contaminantes es mucho menor al de sistemas de inyección anteriores.

Comprendiendo que la actualización en conocimientos es necesaria para poder brindar un correcto mantenimiento de estos sistemas, en calidad de egresados de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, seleccionamos realizar el trabajo de fin de carrera con el propósito de que el taller de esta carrera se encuentre de la manera más adecuada y equipada con motores de mayor innovación tecnológica, no solo de innovación en los motores, sino que, en la tecnología de minimizar los impactos ambientales ocasionados por las propias industrias del automóvil, así como del funcionamiento de los mismos autos.

El presente trabajo está orientado a la implementación de recursos didácticos con la información suficiente y eficiente en calidad de apoyo

teórico y práctico, que le ayude al docente y a los estudiantes a recibir una enseñanza más comprensiva, dinámica y práctica.

Estos procesos que se implementen en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, serán un gran inicio para que estos talleres cada año se vayan equipando con maquinaria, equipos, herramientas y accesorios técnicos de la época moderna del automóvil.

Este trabajo de fin de carrera también pretende, que los futuros profesionales en esta especialidad, salgan con el mayor de los conocimientos tanto teóricos como prácticos, que garanticen una rápida y competitiva colocación en las empresas, fábricas, industrias; los mismos que, con su eficaz y eficiente desempeño promuevan a la Universidad Técnica del Norte y a la carrera como una profesión emblemática y de gran futuro socioeconómico.

El presente trabajo, contiene en el primer capítulo el plan de investigación desde la contextualización del problema, planteamiento del problema, delimitación del problema, objetivo, justificación e importancia. En el segundo capítulo se ha incorporado la fundamentación teórica necesaria y suficiente sobre el trabajo de investigación, el mismo que está enfocado en la bomba de inyección de alta presión common rail de la camioneta Amarok; en este capítulo se ha debido necesariamente incorporar una fundamentación teórica de algunos componentes y elementos de la bomba de inyección, caso contrario el documento que pretendemos sea de utilidad tecnológica en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, no sería de mucha importancia y significancia.

En el tercer capítulo se explica toda la metodología empleada en cada uno de los procesos de investigación; estos métodos, técnicas e instrumentos han sido seleccionados y diseñados de acuerdo a las necesidades y requerimientos secuenciales del estudio. En el cuarto capítulo se establecen recursos utilizados en el desarrollo de la investigación; en el quinto capítulo se tiene el presente módulo que está distribuido en cinco unidades, que van desde la historia y apareamiento de las bombas de inyección hasta la utilización de tecnologías sofisticadas para la identificación y solución de problemas o fallas mecánicas del sistema.

Este módulo contiene objetivos, procesos, contenidos, imágenes, explicaciones, talleres de aplicación de conocimientos y evaluación en cada una de las unidades planificadas.

Esta propuesta va en beneficio directo, para beneficio principalmente de los estudiantes de la carrera, así como la imagen de esta; este trabajo está integrado en cinco unidades, cada una sobre los componentes de la bomba de inyección del vehículo Volkswagen Amarok, para las clases que imparten los docentes y reciban los estudiantes sea basado en los últimos avances tecnológicos a nivel de vehículos.

Todo este trabajo se ha llevado a cabo, por cuanto consideramos que la Universidad Técnica del Norte en especial la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, tienen como meta lograr la acreditación de la SENESCYT, con la calificación de A, para lo cual esta debe promover una serie de estrategias y procesos de mejoramiento institucional, académico, laboral y profesional; que ponga a disposición de la sociedad en general

profesionales con conocimientos competitivos, que ellos se encuentren capacitados, para ser solucionadores de los problemas.

CAPÍTULO I

1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

La Universidad Técnica del Norte en los cuatro últimos años ha tenido un significativo crecimiento en el ámbito físico y académico, por lo que en calidad de futuros profesionales de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, con el fin de promover que esta institución en especial la carrera alcance una calificación más importante; se ha decidido ser partícipes directos de estos grandes logros, como es apoyando con una propuesta de beneficio directo, para los docentes y estudiantes, así como la imagen de la carrera.

Esta propuesta está integrada en ocho grupos de estudiantes, cada uno con una parte del vehículo camioneta Volkswagen Amarok, para diseñar un módulo didáctico, para que las clases que imparten los docentes y reciban los estudiantes sea basado en los últimos avances tecnológicos a nivel de vehículos.

En el caso de nuestra investigación se refiere a la bomba de inyección common rail de alta presión, que este tipo de camioneta que servirá de material didáctico tiene en su estructura.

Se espera que nuestros esfuerzos económicos, intelectuales y de tiempo estén orientados únicamente a brindar satisfacciones a los actuales y futuros estudiantes de recibir una mejor educación.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos cuatro años, la población de la provincia de Imbabura, ha crecido a ritmo muy acelerado, un tanto inversamente proporcional al desarrollo, técnico, socioeconómico y planificado; lo que hace indispensable que se busquen nuevas estrategias apropiadas para asegurar a la población una vida con todos los componentes necesarios para un eficiente desempeño, porque el progreso de esta ciudad, provincia y del país, depende de la capacidad, innovación, creatividad y potencialidad de todas las personas que habitan en este maravilloso lugar, por lo que, es justo que, a partir de la capacitación y educación, donde se creará la base para orientar de mejor manera el trabajo, el desarrollo integral y técnico de las futuros profesionales en esta rama técnica, y, más que nada respondiendo a cada una de las exigencias y necesidades de nuestra sociedad carente de estrategias técnicas, organizativas, planificadas y administrativas.

En el ámbito técnico automotriz se destaca que los talleres que frecuentemente nuestros docentes emplean, así como a los que los propietarios de vehículos buscan, no tienen el nivel técnico que de testimonio de un proceso de actualización y modernización en el manejo de herramientas y equipos para garantizar un adecuado y óptimo trabajo en las nuevas tecnologías automotrices, sobre todo en sistemas a diesel.

Esta debilidad existente ha motivado que realicemos varias sesiones de trabajo entre diez y seis estudiantes que a través de la presentación de ocho proyectos cada uno de ellos que tratará sobre un componente de la camioneta Volkswagen Amarok doble cabina, consideramos que estaremos apoyando este gran objetivo de mejorar el manejo de herramientas y equipos de altas tecnologías automotrices a diesel.

Frente a estos antecedentes, surge la idea de implementar una propuesta y alternativa factible y viable para que el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, esté debidamente equipado con una camioneta Volkswagen Amarok; propuesta que será financiada por los actores de los proyectos que son parte de la iniciativa; y, que beneficiará a toda la comunidad universitaria y la sociedad en general.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La inexistencia de información técnica relacionada con el mantenimiento preventivo del CRDi de la camioneta Volkswagen Amarok en el taller de mantenimiento automotriz.

La carrera de mantenimiento automotriz no dispone de un módulo didáctico sobre la bomba de Inyección de alta presión common-rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Temporal

La presente investigación se llevará a cabo en el período comprendido de los meses de julio 2012 hasta el mes de Abril 2013.

1.4.2. Espacial

El estudio se desarrollará en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura, en la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Educación Ciencia y Tecnología, carrera en Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, taller ubicado en el norte de la ciudad, sector de El Olivo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Módulo didáctico de la bomba de inyección de alta presión common rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar en forma bibliográfica acerca de la bomba de inyección common rail de la camioneta Volkswagen Amarok.
- Elaborar el módulo didáctico sobre la bomba de inyección de alta presión common-rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

- Implementar el modelo real de la bomba de inyección de alta presión common-rail, en el taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, mediante la entrega de la camioneta Volkswagen Amarok.
- Socializar en los estudiantes de los niveles superiores, de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, un módulo didáctico, sobre la bomba de Inyección de alta presión common-rail de la camioneta Volkswagen Amarok.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Los grandes avances científicos y tecnológicos en la rama de la Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, ha sido una de las principales razones para haber seleccionado este tema de la bomba de inyección common rail de alta presión de la camioneta Volkswagen Amarok, que es una de las principales marcas que tiene grandes ventajas, beneficios para los usuarios y la sociedad en general, desde luego porque es uno de los fabricantes que más se ha preocupado por disminuir las emisiones contaminantes, con tecnología mucho más sofisticada.

El presente estudio más que una investigación experimental o cuasi experimental, es bibliográfica práctica, enfocado a proponer un módulo didáctico sobre cada una de las partes o componentes de este vehículo, en ocho grupos de estudiantes, cada grupo encargado de establecer propuestas que se orienten a socializar los procesos y metodologías prácticas de aprendizaje en cada uno de los módulos del pensum de estudios de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz; este estudio se ha seleccionado en vista de que hay la imperiosa necesidad de que los talleres de la carrera tengan recursos didácticos de punta en cuanto a las últimas innovaciones en vehículos; para que los docentes y estudiantes a través de la implementación del módulo didáctico, obtengan

los conocimientos profesionales que sean acordes a las últimas innovaciones tecnológicas de la camioneta Volkswagen Amarok.

CAPÍTULO II

2.- MARCO TEÓRICO

2.1. Sistemas de inyección diesel, Bosch

(Ceac, 2003).

Historia de la inyección diesel Bosch

1927 - Producción en serie de bombas de inyección y toberas.

1966 - Bomba de serie P.

- Producción en serie bomba rotativa.

1976 - Producción en serie de la bomba rotativa VE.

1986 - Regulación electrónica diesel para bombas rotativas.

1987 - Regulación electrónica diesel para bombas en línea.

1989 - Sistemas de inyección regulado electrónicamente para vehículos de Turismo con motores diesel.

1993 - Bombas de inyección de corredera elevadora.

1994 - Unidad bomba – tobera PDE.

1996 - Producción en serie de la bomba de émbolos radiales VP44.

1997 - Producción en serie de la inyección common rail sistem CRS.

1998 - Producción en serie del sistema bomba – inyector.

(unitet inyector sistem UIS).

2002 - Inyector common rail con regulador piezoeléctrico).

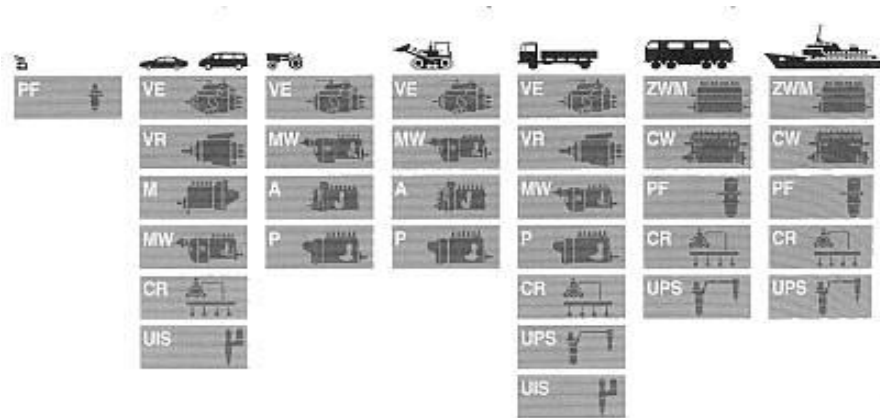


Gráfico 2.1. Campos de aplicación de los sistemas de inyección diesel, Bosch.
Fuente.(Meganeboy, 2012).

(Meganeboy, 2012).M, MW, A, P, ZWM, CW: son bombas de inyección en línea de tamaño constructivo ascendente.

PF: bombas de inyección individuales.

VE: bombas de inyección rotativas de émbolo axial.

VR: bombas de inyección rotativas de émbolos radiales.

UPS: unidad de bomba-tubería-inyector.

UIS: unidad de bomba-inyector.

CR: common rail.

2.2. Tipos de bombas de inyección

2.2.1. Bombas de inyección en línea

Este tipo de bombas consisten en que por cada cilindro del motor poseen un elemento de bombeo, el cual contiene un cilindro de bomba y en émbolo de bomba. El émbolo de la bomba adquiere su movimiento del árbol de levas que es accionado por el motor, posee un muelle que obliga al émbolo a retroceder cuando baja la presión. Los elementos de bombeo se ubican en línea, el movimiento del émbolo es invariable, para que se

posibilite la variación del caudal de combustible el émbolo posee unas aristas inclinadas, para que al girar el émbolo por medio de una varilla reguladora, resulta la carrera deseada.

Para poder controlar la salida de combustible desde la bomba se encuentran unas válvulas de presión adicionales para cada condición de inyección. Dichas válvulas fijan el final de la inyección de combustible en el instante preciso, para procurar que la inyección se produzca de manera uniforme.

2.2.2. Bomba de inyección en línea estándar PE

El principio de dotación de combustible a la cámara de alta presión de esta bomba se determina por un taladro aspirador que se cierra por la arista superior del émbolo. Esta arista de mando que se localiza de forma inclinada en el émbolo, deja libre el paso de combustible con lo que determina la cantidad de combustible que ingresa.

Un regulador mecánico que trabaja por fuerza centrífuga controla la posición de la varilla de regulación para determinar el caudal de combustible que envía la bomba hacia el motor, también en algunas bombas de este tipo se controla mediante un mecanismo actuador eléctrico.

2.2.3. Bomba de inyección en línea con válvula de corredera

Este tipo de bomba se diferencia de una bomba lineal convencional en que posee una corredera que se desplaza sobre el émbolo por medio de

un convencional eje actuador, con lo que se consigue variar la carrera previa, y con esto se varía también el comienzo de suministro de combustible o el inicio de la inyección. En comparación con la bomba lineal tipo PE esta bomba posee un grado de libertad adicional ya que la posición de la válvula corredera es ajustada en función a las necesidades de operación del motor.

2.2.4. Partes de la bomba inyectora lineal

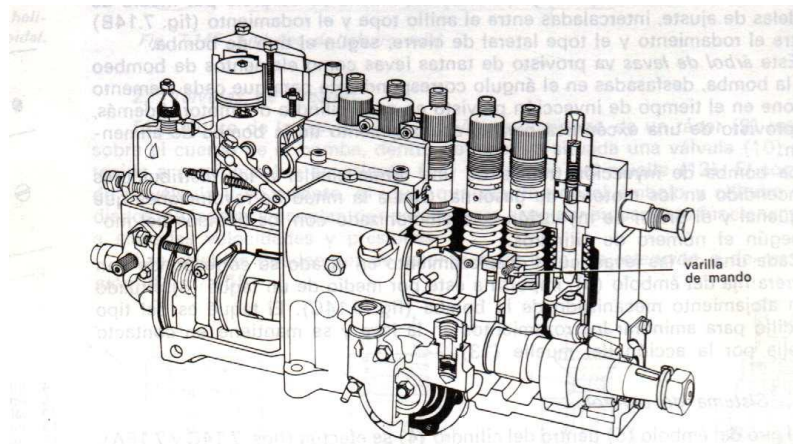


Gráfico 2.2. Bomba de inyección en línea.

Fuente. (Meganeboy D., 2011).

En la parte superior de los pistones de la bomba tienen una ranura vertical y posteriormente un corte inclinado, colocados para regular la cantidad de combustible que impele la bomba.

Un resorte mantiene al pistón en la parte inferior para que se llene las cámaras de la bomba de combustible, cuando la leva impulsa el pistón comprime el diesel elevando la presión del mismo, venciendo la resistencia de la válvula y conduce el diesel hacia el inyector. La posición del pistón dentro de la bomba señala la cantidad de diesel que se envía al motor.

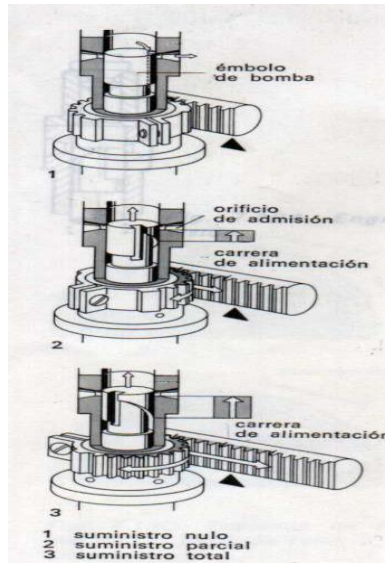


Figura 2.1. Elementos de bombeo.

Fuente. (Meganeboy D., 2011).

Una cremallera que está engranada en unos sectores dentados localizados en cada elemento de bombeo, hace que giren simultáneamente para conseguir una entrega de caudal de combustible uniforme en cada uno de los cilindros del motor.

La varilla de regulación es controlada por medio del pedal acelerador, el que determina mayor o menor cantidad de combustible que se va a inyectar.

2.2.5. Bombas de inyección individuales

Este tipo de bomba son utilizados en motores pequeños, ya que no poseen árbol de levas propio, pero su funcionamiento es similar a las bombas lineales tipo PE, las levas para su accionamiento se ubican sobre el árbol de levas del motor, lo que impide variar el avance girando el árbol de levas, esta variación se consigue por medio de la regulación de una

pieza intermedia, como por ejemplo colocando un balancín entre el árbol de levas y el impulsor.

2.2.6. Unidad bomba-inyector UIS

(Meganeboy, 2012) “La bomba de inyección y el inyector constituyen una unidad. Por cada cilindro del motor se monta una unidad en la culata que es accionada bien directamente mediante un empujador, o indirectamente mediante balancín, por parte del árbol de levas del motor. Debido a la supresión de las tuberías de alta presión, es posible una presión de inyección esencialmente mayor (hasta 2000 bar) que en las bombas de inyección en línea y rotativas. Con esta elevada presión de inyección y mediante la regulación electrónica por campo característico del comienzo de inyección y de la duración de inyección (o caudal de inyección), es posible una reducción destacada de las emisiones contaminantes del motor diesel”.

2.2.7. Unidad bomba-tubería-inyector UPS

Este tipo de sistema inyector tiene un trabajo similar al de la unidad bomba- inyector. El inyector y la bomba están unidos. Esta unidad se ubica en cada cilindro del motor, las que son activadas por el movimiento del árbol de levas del motor. El comienzo y la duración de la inyección son controladas por una regulación electrónica, lo que reduce las emisiones de gases contaminantes.

2.2.8. Bombas de inyección rotativas

Las bombas rotativas se equipan de un regulador de rpm mecánico que regula el caudal de inyección y también consta de un regulador hidráulico que varía el avance de inyección. Cuando son controladas electrónicamente se cambian las partes mecánicas por actuadores electrónicos. Este tipo de bomba consta de un solo de bombeo que genera la alta presión para todos los cilindros del motor.

2.2.8.1. Generalidades

Aunque el motor del vehículo tenga varios cilindros la bomba rotativa solo tiene un solo cilindro y un émbolo distribuidor, una lumbrera de distribución asegura el reparto del combustible a las diferentes salidas proporcionales al número de cilindros del motor.

2.2.8.2. Sistema de alimentación de combustible de una bomba rotativa



Gráfico 2.3. Sistema de inyección.

Fuente. (Meganeboy D. , 2010).

En el interior del cuerpo de la bomba se ubican sus componentes, a continuación se detallan cada uno de ellos y su funcionamiento.

1.- Bomba de alimentación de aletas: es la encargada de aspirar el combustible del tanque y lo arrastra al interior de la bomba de inyección.

2.- Bomba de alta presión con distribuidor: luego de generar la alta presión, el distribuidor transporta y distribuye el combustible a cada cilindro del motor.

3.- Regulador mecánico de velocidad: regula la velocidad del motor para variar el caudal de inyección por medio de un dispositivo regulador de acuerdo a las necesidades momentáneas.

4.- Válvula electromagnética de parada: tiene la función de cortar la alimentación de combustible en la bomba y el motor se para, esto sucede en si existe alguna avería en el sistema.

5.- Variador de avance: modula el comienzo de la inyección en función del régimen del motor.

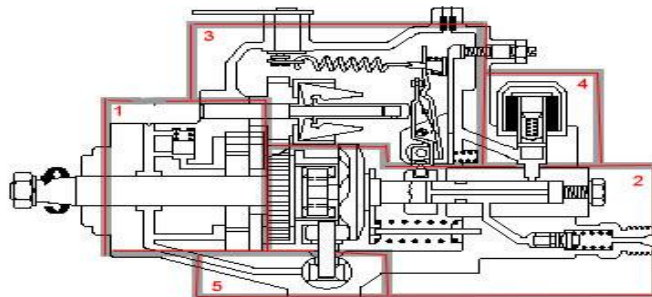


Figura 2.2. Parte interna de la bomba rotativa.
Fuente. (Meganeboy D. , 2010).

2.2.8.3. Estructura

En el cuerpo de la bomba va alojado un eje de accionamiento, sobre éste se ubica una bomba de paletas también conocida como bomba de transferencia. En la parte trancera del eje se ubica el anillo de rodillos, que por medio de un disco de levas que se apoyan sobre estos anillos, se consigue un movimiento rotativo, que se transfiere al émbolo distribuidor,

el cual se guía por una cabeza hidráulica, que se encuentra solidaria al cuerpo de la bomba.

En el cuerpo de la bomba se fijan: el dispositivo eléctrico de parada para cortar la alimentación de combustible, un tapón que contiene un tornillo de purgaje y las válvulas de impulsión. A través de una rueda dentada unida al eje conductor se mueve al grupo regulador de la bomba, éste está equipado con pesos centrífugos y de un manguito de regulación.

El mecanismo regulador es conformado por unas palancas de ajuste, de arranque y palanca tensora, todo va alojado en el cuerpo de la bomba y es giratorio.

Este mecanismo sirve para cambiar la ubicación de la corredera de regulación del émbolo, sobre el mecanismo regulador actúa un resorte de regulación, el que es unido a la palanca de control por medio del eje de ésta. Este eje se aloja en la tapa del regulador, por medio del cual y mediante la palanca de control actúa sobre la función de la bomba.

2.2.9. Bomba de inyección rotativa de émbolo axial

Este tipo de bomba de inyección posee una bomba de paletas que aspira el combustible desde el tanque y lo envía a la cámara de elevación de presión de la bomba, la distribución del combustible es asumido por parte de un émbolo distribuidor. En una vuelta del eje, el pistón o émbolo realiza un número de carreras de acuerdo con el número de cilindros necesario para abastecerlos de combustible. En esta bomba existe un

émbolo que es dirigido por una electroválvula controlada de forma electrónica en lugar de una corredera.

2.2.10. Bomba de inyección rotativa de émbolos radiales

Se caracteriza por tener unos émbolos radiales para generar la alta presión. Pueden tener dos o cuatro émbolos los que son accionados por unas levas, la alta presión es dosificada por una electroválvula, que es controlada por dos unidades de control electrónicas, la primera unidad de control de la bomba y la segunda unidad de control del motor.

2.2.11 Como generan presión las bombas de inyección rotativas

Las bombas rotativas generan la alta presión por medio de un dispositivo de bombeo que dosifica y distribuye el combustible. Cuando el pistón desciende llena la cámara de compresión de combustible.

El dispositivo de alta presión se conforma por: el cilindro o cabezal hidráulico que en su interior se desplaza un pistón. Una serie de orificios sirven de entrada y salida de combustible a los inyectores, los orificios de salida corresponden al número de cilindros del motor.

Un pistón móvil que tiene dos movimientos el uno rotativo y el otro axial. La bomba recibe el movimiento rotativo por parte del árbol de levas de la bomba que está sincronizado con la distribución del motor y es proporcionado al pistón móvil, este movimiento sirve para distribuir el combustible a los cilindros del motor.

El movimiento axial es proporcionado por las levas de la bomba existen el mismo número de levas como número de cilindros

La corredera de regulación tiene la función de dosificar el caudal de combustible que se inyecta. Esta corredera está controlada directamente por el conductor mediante el pedal acelerador, que dosifica la cantidad de combustible a inyectar de acuerdo a las necesidades momentáneas.

2.2.11.1 Bomba mecánica

Este tipo de bombas rotativas no posee elementos electrónicos para su funcionamiento, tiene un regulador mecánico de velocidad que actúa mediante la acción de una fuerza centrífuga combinadas con unas palancas de mando de la bomba, que actúan sobre la corredera de regulación para determinar el caudal que se va a inyectar.

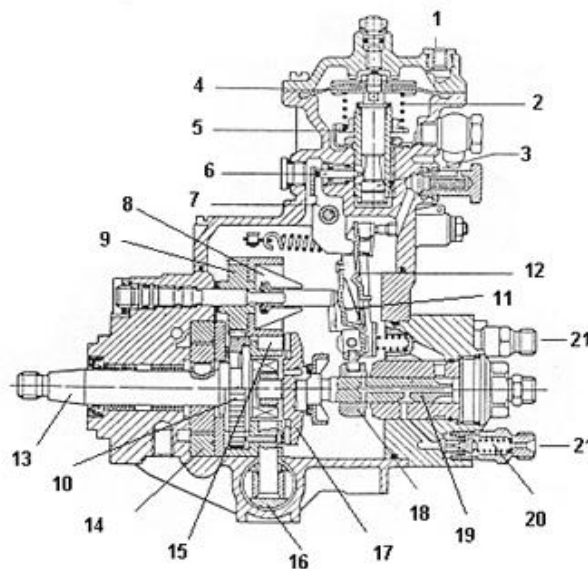


Figura. 2.3. Partes de bomba rotativa mecánica.

Fuente.(Meganeboy, 2011).

- 1- Presión turbo.
- 2- Muelle de compresión.
- 3- Eje de reglaje.
- 4- Membrana.
- 5- Tuerca de reglaje.
- 6- Dedo palpador.
- 7- Palanca de tope móvil.
- 8- Contrapesos conjunto regulador.
- 9- Rueda dentada.
- 10- Rueda dentada.
- 11- Palanca de arranque.
- 12- Palanca de tensión.
- 13- Eje de arrastre.
- 14- Bomba de alimentación.
- 15- Plato porta-rodillos.
- 16- Regulador de avance a la inyección.
- 17- Plato de levas.
- 18- Corredera de regulación
- 19- Pistón distribuidor
- 20- Válvula de re aspiración.
- 21- Salida hacia los inyectores.

2.2.11.2 Bomba de inyección rotativa para motores diesel con gestión electrónica

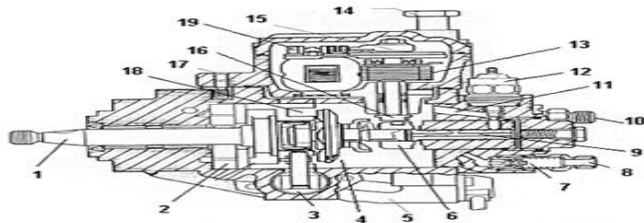


Figura .2.4. Componentes de la bomba mecánica con gestión electrónica.
Fuente.(Meganeboy, 2011).

- 1- Eje de arrastre
- 2- Bomba de alimentación
- 3- Regulador de avance a la inyección
- 4- Plato de levas
- 5- Válvula magnética
- 6- Corredera de regulación
- 7- Válvula de reaspiración
- 8 y 10- Salida hacia los inyectores
- 9- Pistón distribuidor
- 11- Entrada de combustible al pistón
- 12- Electroválvula de STOP
- 13- Servomotor
- 14- Retorno de gas-oil al depósito de combustible.
- 15- Sensor de posición
- 16- Perno de excéntrica
- 17- Entrada de combustible
- 18- Plato porta-rodillos
- 19- Sensor de temperatura de combustible

DESPIECE DE UNA BOMBA ELECTRÓNICA

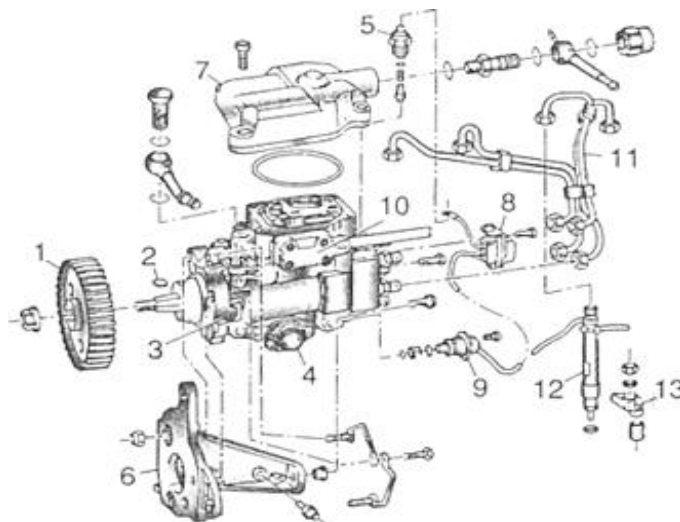


Figura. 25. Componentes de una Bomba Electrónica.

Fuente.(Meganeboy, 2011).

- 1.- Rueda dentada de arrastre.
- 2.- Chaveta.
- 3.- Bomba de inyección.
- 4.- Dispositivo de avance de la inyección.
- 5.- Electroválvula de paro.
- 6.- Soporte de bomba.
- 7.- Tapa.
- 8.- Válvula de caudal.
- 9.- Válvula de principio de inyección.
- 10.- Regulador de caudal.
- 11.- Tubo de inyector.
- 12.- Inyector del cilindro N° 3 con transmisor de alzada de aguja.
- 13.- Brida de fijación.

Dispositivo de parada

Este dispositivo es instalado en la bomba, este dispositivo forma parte de las bombas mecánicas y electrónicas. La función de este dispositivo es abrir o cerrar el circuito de entrada de gasoil al pistón distribuidor, este trabajo lo realiza una electroválvula, permitiendo o impidiendo la inyección de combustible al motor. La válvula se acciona cuando el conductor gira la llave de ignición dejando el paso libre de combustible, se desconecta si se retira la llave de la ignición cerrando así el paso de combustible.

Sensor de temperatura

En el interior de la bomba se encuentra un sensor de temperatura que es necesario mencionar solo se encuentran en bombas electrónicas, ésta envía información a la unidad de control la que calcula la cantidad correcta de combustible que se necesita inyectar.

2.2.11.3 Reglajes de las bombas de inyección

En las bombas mecánicas:

Por el paso del tiempo o cada vez que se desmonte para reparación, es necesario hacer una serie de reglajes en la bomba de alta presión. Los reglajes que se deberían hacer en la bomba de alta presión son: el reglaje de caudal, el reglaje del motor en ralentí, y en plena carga de aceleración.

En las bombas electrónicas:

En las bombas electrónicas no se necesita realizar reglajes ya que no posee mandos mecánicos. El único reglaje que se puede realizar en este tipo de bombas es el valor del caudal que se verifica en el banco de pruebas comparándolo con las mediciones que proporciona el fabricante, en caso de que el valor del caudal sea menor del indicado se debe modificar la posición del mecanismo de ajuste del caudal, golpeándolo ligeramente en dirección a las salidas de alta presión para conseguir un aumento de caudal, si el caudal es mayor se debe golpear cuidadosamente en dirección contraria.

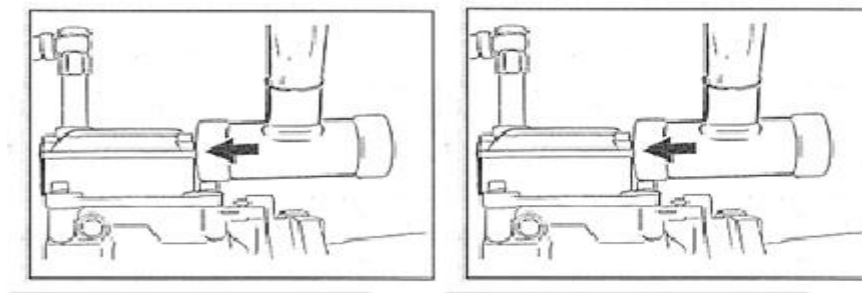


Gráfico 2.4. Servomotor.

Fuente.(Meganeboy, 2011).

2.3 Sistema de inyección de acumulador (common rail CR)

En las inyecciones por acumulador, la generación de presión y la inyección de carburante son realizadas por separado, la alta presión generada está separada de las revoluciones del motor y de la cantidad de carburante inyectado, toda esta presión de combustible está siempre a disposición del motor en el riel acumulador.

La unidad de control electrónico calcula el instante de inyección y la cantidad de carburante que el inyector introduce en cada cilindro mediante una electroválvula de control. El sistema de inyección common rail se compone de una bomba de alta presión que es la encargada de suministrar el carburante a una tubería acumulador común para todos los inyectores, estos inyectores tienen presión de combustible siempre pero solo lo inyectan cuando la unidad de control da la orden por medio de una señal eléctrica.

La bomba CRDi es similar a una bomba rotativa ya que solo posee en su interior varias bombas individuales generadoras de presión sino solamente una sola. Este sistema tiene como función básica el de controlar la inyección del carburante en el momento adecuado con el caudal y la presión necesarias de acuerdo con el funcionamiento del motor.

(Bosch, 2005) El sistema de inyección de acumulador common rail permite integrar el sistema de inyección junto con unas funciones ampliadas en el motor diesel y obtener libertad adicional para regular el desarrollo de la combustión.

El common rail posee una bomba de alta presión que esta sincronizada con la distribución del motor y envía la presión del diesel a una rampa (en inglés rail) y es distribuido a cada inyector por unas cañerías (common que significa común en español).

Los inyectores con los que cuenta este sistema son electromagnéticos y son controlados por una computadora que decide el momento y la cantidad de combustible a inyectarse en el cilindro con unas variaciones en el tiempo y la presión de diesel que estos inyectan, la presión de inyección está entre los 200 y 1500 bares.

Para tener una combustión más completa el sistema permite aplicar una pre inyección de una pequeña cantidad de combustible antes de la inyección principal. Es importante señalar que este sistema puede superar facilmente las más duras pruebas ambientales que se establecen en Europa.

Este tipo de sistema provee al motor excelentes prestaciones en cuestión de potencia y velocidad, ya que aporta al motor un torque elevado que responden desde regímenes muy bajos, y facilita la entrada en acción del turbo ya que se torna imperceptible. Su aceleración es notablemente suave y casi imperceptible similar a un motor atmosférico sin turbo.

2.3.1.- Composición del sistema

La alta presión y la inyección del carburante son separadas por un volumen de acumulador, este volumen que es determinante para la

operación del sistema se compone de un conducto común que distribuye el combustible, unas tuberías y por último se compone de los propios inyectores.

El inyector se encarga de introducir el combustible de forma correcta en la cámara de combustión del motor cuando la unidad de control por medio de una señal que pasa por una electroválvula da la orden el momento correcto de iniciar la inyección.

El common rail se compone de: una bomba de baja presión eléctrica que se sitúa en el tanque de combustible, una bomba de engranajes que impele el combustible hacia la bomba de alta presión, el suministro de alta presión lo suministra una bomba de alta presión sincronizada con la distribución del motor, un acumulador de presión que actúa como depósito de presión y distribuidor del diesel a los inyectores, existen un número de inyectores iguales al número de cilindros del motor, y finalmente un sistema de control electrónico.

2.3.2.- Composición del sistema electrónico de control

El sistema de control electrónico del common rail se conforma de: una computadora, un sensor de presión para medir la presión del riel acumulador, un acelerador controlado electrónicamente, y sensores y actuadores para controlar y dirigir el sistema.

2.3.3.- Como funciona

1.- Una bomba eléctrica envía el diesel desde el tanque hacia la bomba de alta presión.

2.- Una bomba de pre elevación localizada en el cuerpo de la bomba de alta presión impele el combustible hacia la bomba de alta.

3.- La bomba de alta presión eleva la presión del combustible y lo envía al riel acumulador.

4.- El riel acumulador almacena el combustible y lo distribuye a los inyectores.

5.- La unidad de control testea la presión del acumulador y lo suministra a los inyectores.

6.- Un electroimán localizado en el inyector piezoeléctrico abre la válvula para regular la apertura del inyector.

7 – Cuando la inyección termina el electroimán cierra el inyector.

2.3.4.- Las ventajas del sistema

- El CRDi muestra un excelente desempeño y eficiencia en el consumo de combustible.

- El common rail es controlado electrónicamente para cumplir con una combustión óptima de acuerdo a las necesidades operativas del conductor.

- Posee un bajo nivel de emisiones y de ruidos en comparación con sistemas convencionales.

- Es amigable con el medioambiente para responder a todos los reglamentos mundiales sobre emisiones como son el Euro 3 y Euro 4.

- Sus inyectores están ubicados en forma vertical central.

- Cuenta con una inyección piloto que solo es posible con en el Sistema de Inyección de common rail.

2.3.5.- Resultados obtenidos

- 1 –Se aumenta el par motor y la potencia.
- 2 - Reduce el consumo de combustible.
- 3 - Reduce las emisiones de gases contaminantes.
- 4 – Reduce el ruido del motor.
- 5 - Mejora la conducción.

2.4. Regulación electrónica diesel (EDC)

2.4.1. Introducción

La regulación electrónica en motores de inyección directa diesel EDC, se diferencia de los sistemas de inyección anteriores ya que el conductor no influye en la cantidad de combustible inyectado, en este sistema el caudal es determinado por diversas graduaciones como son el deseo del conductor en acelerar o desacelerar, las emisiones de gases contaminantes etc. La regulación electrónica permite también el intercambio de datos con otros sistemas electrónicos del vehículo, lo que consigue una integración de todos los sistemas del vehículo.

2.5. La bomba de inyección de la camioneta Volkswagen Amarok

2.5.1. Antecedentes

La Volkswagen implementó en su pick up Amarok el sistema de inyección common rail. Éste es un sistema de inyección electrónico para motores de inyección directa en donde el gasóleo es impulsado desde el tanque hacia una bomba de alta presión que una vez elevada la presión del combustible lo transporta a un acumulador de presión que lo distribuye a los inyectores. Este sistema en 1998 recibió el premio “Paul PietschPreis” otorgado a Bosch y Fiat como innovación técnica del futuro.

2.5.2. Origen de las bombas de inyección common rail

El common rail fue desarrollado por el grupo Fiat Group, con colaboración de Magnetti Marelli, Para su comercialización se empleó la colaboración de Robert Bosch que patentó este sistema.

El Croma TDi apareció por primera vez en 1986, convirtiéndose en el primer vehículo de inyección directa common rail.

2.5.3. Características de las bombas de inyección de alta presión

Se encarga de suministrar el combustible a un riel común para todos los inyectores, estos inyectores tienen en todo momento presión de combustible, esta solo permiten el paso de combustible al cilindro del motor cuando recibe una señal eléctrica que pasa al inyector.

Estas bombas no tienen internamente varias bombas individuales, sino es una sola. La bomba de alta presión es una versión que cuenta con tres émbolos radiales, que se impulsa conjuntamente con la bomba de pre elevación mediante un eje de accionamiento que es movido por la distribución del motor.

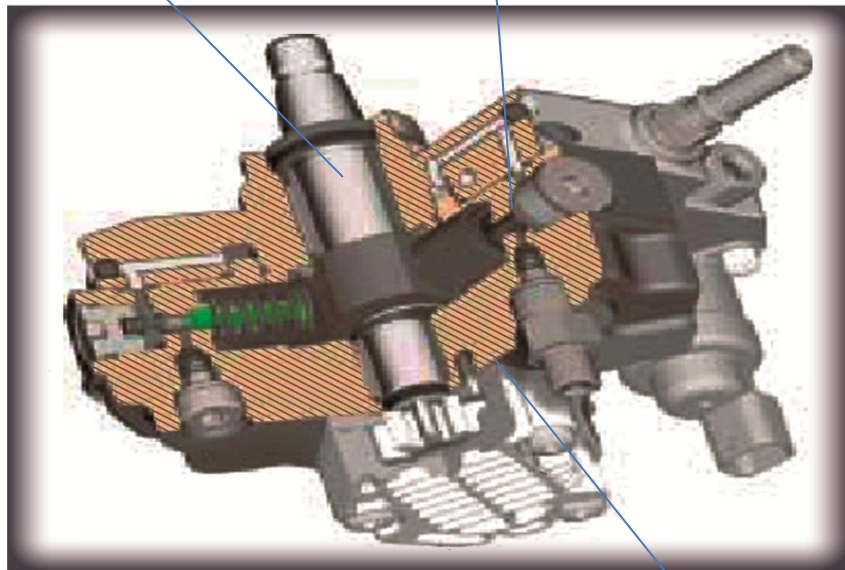
La bomba de alta presión genera la alta presión del combustible que está entre los 1500 y 1600 bares, que son necesarios para la inyección del combustible.

Cuenta con tres émbolos radiales que son ubicados a distancias de 120° , lo que permite que se establezcan cargas uniformes de combustible y se reduce las fluctuaciones en el acumulador de alta presión.

2.5.4 Bomba de alta presión

Esta bomba se compone de tres émbolos radiales, es una versión tricilíndrica. Es impulsada gracias a la distribución del motor por medio de un eje accionador. Esta bomba está diseñada para producir presiones de hasta 1600 bares. Sus tres émbolos ubicados a una distancia de 120° , crean cargas de presión uniformes y no produce fluctuaciones de presión en el riel.

eje de accionamiento bomba de alta presión



bomba de engranajes

Figura 2.6. Bomba de alta presión.
Fuente.(Volkswagen, 2008)

2.5.4.1 Funciones

La bomba está ubicada entre el sistema de baja y alta presión, ésta tiene la misión de mantener siempre la presión de combustible en el sistema durante cualquier estado de servicio del motor y durante toda el tiempo útil del automóvil. La presión de combustible debe existir incluso en el arranque del vehículo.

2.5.4.2 Estructura

La bomba de alta presión se ubica generalmente en el mismo lugar que las bombas rotativas convencionales. Esta es accionada por la distribución del motor cuando se tiene 3000 rpm como máximo, las bombas son lubricadas gracias a la circulación del mismo combustible. Generalmente las válvulas reguladoras de presión son ubicadas en la misma bomba aunque en algunos modelos se ubican por separado. El combustible se comprime dentro de la bomba gracias a sus tres émbolos ubicados a una distancia entre sí de 120° con lo que se tiene un accionamiento uniforme.

El par de giro necesario para esta bomba es de 16Nm que es aproximadamente $1/9$ del par de accionamiento que se necesita en una bomba de inyección rotativa. Por lo que el common rail genera exigencias menores de accionamiento con respecto a los sistemas de inyección convencional. La potencia que necesita para el accionamiento de esta bomba se aumenta equivalentemente a la presión ajustada en el riel y de acuerdo a la velocidad de rotación de la bomba.

Por ejemplo en un motor de 2 litros con un régimen de revoluciones normal y con una presión equivalente a 1350 bares en el riel, esta bomba consume una potencia de 3,8 Kw, en un grado de rendimiento mecánico del motor de aproximadamente 90%.

2.5.4.3. Funcionamiento

La distribución del motor acciona el eje de accionamiento de la bomba esta a su vez tiene una excéntrica, la que actúa por medio de un disco de

elevación el que provoca un movimiento ascendente y descendente en los tres émbolos de la bomba que están ubicados radialmente a 120°.

Carrera aspirante

Al descender el émbolo de la bomba aumenta el volumen de la cámara de compresión, esto hace descender la presión del combustible en esta. Gracias a la presión que genera la bomba de engranajes permite el paso del combustible a través de la válvula de admisión a la cámara de compresión.

Carrera impelente

Cuando el émbolo sube aumenta la presión del combustible en la cámara de combustión de la bomba, produciendo que el disco de la válvula de admisión se oprima y cierre la cámara de compresión de la bomba. El émbolo continúa ascendiendo generando así una elevación en la presión del combustible, cuando la presión de éste en la cámara supera la presión que hay en la parte de alta presión, la válvula de escape se abre y el combustible pasa al riel acumulador.

2.5.4.4. Potencia de suministro

La bomba está diseñada para suministrar grandes cantidades de combustible, por lo que en ralentí y en cargas bajas, el suministro de combustible es excesivo. Este excedente es conducido de nuevo al tanque de combustible por medio de una válvula reguladora de presión, cuando el combustible en exceso llega al tanque su presión disminuye y se calienta con esto disminuye el grado de rendimiento. Una forma de

remediar en parte esto se consigue gracias al desactivador del tercer pistón que es un elemento de desconexión de un émbolo de la bomba.

2.5.4.5 Desconexión de elemento:

Cuando funciona el desactivador del tercer pistón entra en funcionamiento reduce el caudal de combustible que se transporta al acumulador. Esto se consigue gracias a que este desactivador mantiene abierta la válvula de aspiración

Al desconectar un elemento de bomba (émbolo) se reduce el caudal de combustible transportado al acumulador de alta presión. Para ello se mantiene, consiguiendo que el combustible aspirado no pueda ser comprimido. Debido a esto no se eleva la presión ya que el combustible ingresado retorna otra vez al sistema de baja presión. La bomba de alta presión ya no transporta continuamente el combustible al riel sino que lo hace pausadamente debido al trabajo realizado por el desactivador.

2.6. La camioneta Volkswagen Amarok

2.6.1. Antecedentes

La Amarok está a la venta en Ecuador con dos tipos de motores diesel, un 2.0 TDi de 122 CV y un 2.0 TDi con 163 CV turbo alimentados. También se puede encontrar en el mercado una versión a gasolina con un turbo alimentador TSi. Las dos versiones diesel son turbo alimentados en un caso menos potente equipado con un turbo y el más potente con dos turbos alimentadores. Constan de una caja de cambios manual de 6 velocidades.

2.6.2. Otros detalles

Tiene un diseño frontal similar al Volkswagen Polo. Existen dos versiones de tracción, la de tracción total lleva el emblema 4Motion en la parte trasera del vehículo con el número 4 remarcado en color rojo, mientras que la de tracción total permanente no lleva este emblema. Esta pick up se fabrica en Argentina en la provincia de Buenos Aires.

2.6.3. Ayudas electrónicas y mecánicas

La Amarok está implementada con un programa que facilita la conducción por superficies blandas y sin asfaltar (Off – Road) que modifica el funcionamiento del ABS mediante la activación de una tecla de la consola central del vehículo

Otra función que realiza este programa es que maneja un sistema de control de descenso, con lo que se puede mantener de entre 2 Km/h hasta 30 Km/h, ya que interviene los frenos.

2.6.4. Modernos, potentes y muy eficientes:

La Volkswagen Amarok posee dos variantes de motores turbodiesel de alta tecnología. La primera versión está equipada de un potente motor 2.0 TDi de 163 CV o 120 Kw con inyección directa common rail y dos turbo compresores que ofrecen un torque de 400Nm a partir de las 1500 revoluciones.

La segunda versión presenta un motor 2.0 TDi de 122 Cv o 90 Kw de potencia con un turbocompresor, esta variante desarrolla un par motor máximo de 340 Nm a partir de las 2000 revoluciones.

Estos motores producen una extraordinaria potencia y un silencioso funcionamiento a un bajo consumo de combustible. En su versión de 4x4 con motor de 122 Cv consume en promedio tan solo 7,6 litros por cada 100 kilómetros, produciendo una tasa de emisiones de CO₂ de 199 g/Km. El TDi biturbo de 163 CV consume 7,8 litros cada 100 kilómetros y produce 206 g/Km de CO₂ de emisiones.

2.8. MÓDULO DE ENSEÑANZA

(Canarias).Un módulo de enseñanza es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico. Los elementos o componentes instructivos básicos que un módulo debe incluir son:

- Los objetivos de aprendizaje.
- Los contenidos a adquirir.
- Las actividades que el alumno ha de realizar.
- La evaluación de conocimientos o habilidades.

(Canarias).Un módulo está formado por secciones o unidades. Estas pueden organizarse de distintas formas. Los dos criterios básicos para estructurar un módulo en secciones o unidades son optar por una organización en torno a núcleos de contenido, o bien organizar un módulo por niveles de aprendizaje. Los módulos de enseñanza son formas

organizativas (como también lo son las lecciones, las unidades didácticas, o los diseños curriculares) de los distintos elementos del currículo: los objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

2.9. INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se debe elaborar el módulo didáctico para la enseñanza de las bombas de inyección Bosch de alta presión a diesel para alcanzar un verdadero beneficio académico para los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte?

¿Qué aspectos teóricos, técnicos y tecnológicos deberán fundamentarse en el video didáctico, para que sea acertado como recurso didáctico en el proceso de aprendizaje?

2.10. MATRIZ CATEGORIAL

BOMBA DE INYECCIÓN DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL-VOLKSWAGEN	CATEGORÍA	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Common rail consigue presiones de entre 1000 y 1500 bares, con lo que se consigue una mayor eficiencia y rendimiento del motor. Existe un inyector por cada cilindro del motor. Este sistema es utilizado por el grupo Volkswagen en sus motores TDI de segunda generación.</p> <p>MÓDULO DE ENSEÑANZA</p> <p>Se presenta una propuesta organizada de los contenidos o componentes instructivos para que el estudiante desarrolle y adquiera conocimientos específicos en torno a un determinado tema o tópico.</p>	<p>Se alcanzan presiones de inyección muy altas.</p> <p>Mayor eficiencia y rendimiento de un motor</p> <p>Modelos didácticos</p>	<p>Una de las principales ventajas es que el suministro de combustible es controlado mediante una unidad electrónica, consiguiendo así realizar pre-inyección antes de la inyección principal con lo que conseguimos preparar la mezcla para una óptima combustión.</p> <p>Modelo didáctico tradicional</p> <p>Modelo didáctico tecnológico</p>	<p>Genera menos ruido y vibración sonora que el motor convencional.</p> <p>Trabaja a menor velocidad.</p> <p>Regulación de la presión del combustible mediante sensores primarios y secundarios.</p> <p>Regula la entrada a la cámara de combustión a alta presión.</p> <p>Aprovecha al máximo la combustión.</p> <p>Mejor ejecución del funcionamiento de la bomba.</p> <p>Ejecución correcta del mantenimiento.</p>

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo bibliográfica porque se refiere a conocimientos amplios que nos sirvieron como medios de consulta, mediante diferentes tipos de documentos como: los libros, revistas, catálogos e internet.

Además, esta investigación es aplicada, ya que los conocimientos teóricos en las áreas técnica y tecnológica son puestos en la práctica.

3.2. Métodos

Los métodos usados en la presente investigación fueron:

Inductivo – Deductivo.- Los cuales nos ayudaron a estudiar y analizar el funcionamiento y mantenimiento de la bomba de inyección de alta presión Bosch common rail a diesel de la Volkswagen Amarok.

Científico.- Este método fue utilizado en todas las etapas de nuestra investigación para luego llegar a un conocimiento amplio de este tipo de mecanismo.

Sintético.- El cual resumimos la investigación resaltando las ideas esenciales.

CAPÍTULO IV

4.- MARCO ADMINISTRATIVO

4.1. Recursos

Los recursos humanos que se han utilizado para realizar las investigaciones que dan la forma al proyecto, a quien está dirigido el o por quienes se está haciendo este proyecto.

De la misma forma los recursos materiales que hemos recibido el apoyo y colaboración de la universidad a la cual se procedió a investigar el problema que hemos planteado como es en la Universidad Técnica del Norte ya que proporcionaron el préstamo de textos sobre este tema.

4.1.1 Recursos Humanos

El presente trabajo Investigativo fue elaborado por:

ESTUDIANTES:

Armas Pozo. Bolívar David

VacaRosero. Guillermo Daniel

DIRECTOR:

Ing. Carlos Mafla

CAPITULO V

5.1.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS



Gráfico 5.1. Escáner AUTO30SS.

Fuente. (Autores).

Mediante la utilización del escáner se consiguió los valores de funcionamiento de la camioneta Volkswagen Amarok 4X2. Los valores obtenidos son de: la presión de la bomba de alta presión, prioritariamente, acompañados con la descripción del funcionamiento de algunos sensores que influyen en la admisión de aire y combustible, para así dar una lectura con mayor precisión de aquellos datos obtenidos.

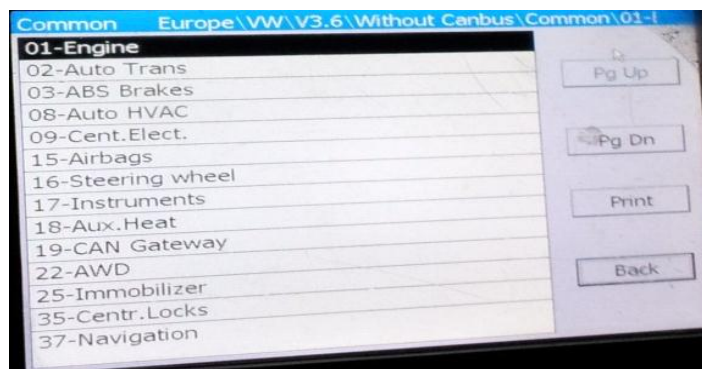


Figura 5.1. Conexión de Escáner AUTO30SS con la camioneta.

Fuente. (Autores).

En la figura 5.1 se aprecia el funcionamiento del escáner mostrando las diferentes funciones a las que puede acceder mediante la conexión con la camioneta, en este caso interesa el funcionamiento del motor y básicamente el funcionamiento de la bomba de alta presión dejando un poco de lado el resto de sistemas a los cuales el escáner tiene acceso.

Name	Value	Unit
ECT: Engine Coolant temperature	83	deg C
Map: Intake Manifold Absolute Pressure	76	Kpa
RPM: Engine RPM	881	RPM
MAF: Mass Air Flow Sensor	11,02	g/s
FRP: Fuel Rail Pressure	58143	Kpa

Tabla 5.1. Valores numéricos de la presión de la bomba.
Fuente. (Autores).

Los valores numéricos reales de la camioneta en funcionamiento que se observan en la tabla 1 son: el 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 está en ralentí.

En estos datos describe que en ralentí la bomba tiene una presión de 58143kpa o 581,43 bar, lo que demuestra que la camioneta presenta un buen funcionamiento de acuerdo con los parámetros establecidos para el funcionamiento en estado del motor.

El funcionamiento del motor y sobre todo de la bomba en media carga es 112960 kpa o 1129,6 bar, para obtener este valor real el conductor aplica una presión al pedal del acelerador para que este se encuentre en la mitad de su recorrido lo que hace que la unidad de control electrónico envíe la señal correspondiente a los sistemas de alta presión.

El punto máximo de mayor presión que la bomba alcanza cuando el conductor oprime el acelerador al máximo el valor que se consigue es de 151210kpa o 1512,1 bar que representaría el funcionamiento a plena carga. Estos valores demuestran que la camioneta tiene un perfecto desempeño en todas las fases del motor.



Gráfico 5.2. Válvula de control de admisión de combustible.
Fuente. (Autores).

La válvula de control de admisión de combustible se conecta a la unidad de control electrónico mediante 2 cables de color azul el que recibe la señal de la unidad de control para su apertura mediante un voltaje de 5V en un intervalo de tiempo de 0,5 ms, el segundo cable de color café solo sirve como masa o tierra y no recibe ningún voltaje.

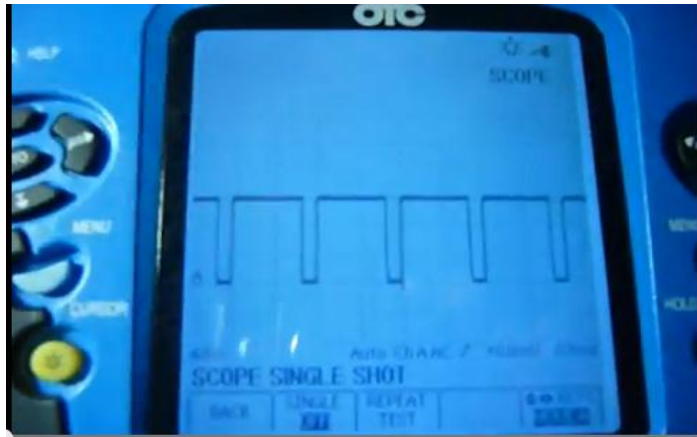


Figura 5.2. Señales de la válvula de control de admisión de combustible en ralentí.
Fuente.(Autores).



Figura 5.3. Señales de la válvula de control de admisión de combustible en altas cargas.
Fuente. (Autores).

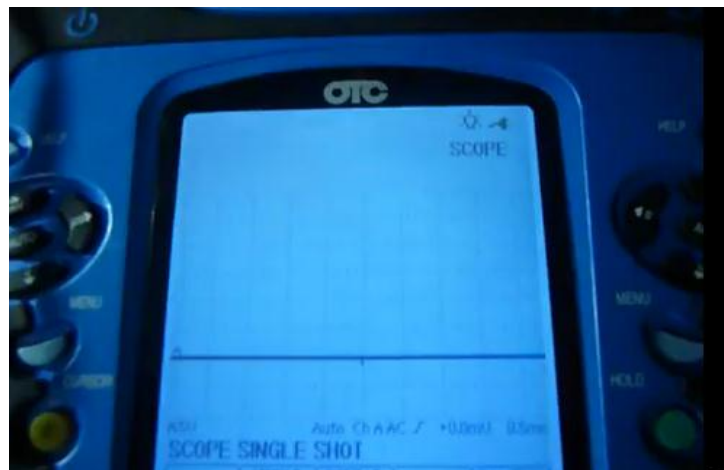


Figura 5.4. Señal del cable de tierra de la válvula de control de admisión de combustible.
Fuente. (Autores).

En las figuras (5.2; 5.3; 5.4) muestran las señales PWM que envía la UCE a la válvula de control de admisión de combustible para su funcionamiento tanto en estado de ralentí como de altas cargas. Se observa que en ralentí tiene un ancho de pulso menor que en altas cargas comprendiendo así la operación de esta válvula.

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

**MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE INYECCIÓN DE
ALTA PRESIÓN COMMON RAIL – DE LA CAMIONETA
VOLKSWAGEN AMAROK 4 x 2.**

INTRODUCCIÓN

La Universidad Técnica del Norte en especial la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, tienen el objetivo de proporcionar a la comunidad profesionales competentes y capaces de accionar de acuerdo con las nuevas tecnologías automotrices; creando posibilidades de mejorar el actual mundo en el que vivimos

En calidad de estudiantes de la carrera antes citada, se ha visto necesario que, aprovechando la oportunidad de presentar el plan de tesis, en la rama de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se propuso el diseño y elaboración de un módulo didáctico sobre la bomba de inyección de alta presión diesel common rail; propuesta que tiene la finalidad de poner al alcance de los docentes y estudiantes una herramienta técnico pedagógico que mejore cada uno de los procesos de enseñanza aprendizaje; dando mayor énfasis a la práctica del conocimiento técnico.

El presente módulo didáctico está distribuido en cuatro capítulos, que van desde la historia y apareamiento del sistema common rail hasta la utilización de tecnologías sofisticadas para la identificación y solución de problemas o fallas mecánicas del sistema.

Este módulo contiene objetivos, procesos, contenidos, imágenes, explicaciones, talleres de aplicación de conocimientos y evaluación en cada una de las unidades planificadas.

Esta propuesta va en beneficio directo, para mejorar la imagen de la carrera; este trabajo está integrado en cuatro unidades, cada una sobre los componentes de la bomba de inyección del vehículo Volkswagen Amarok, para las clases que imparten los docentes y reciban los estudiantes sea basado en los últimos avances tecnológicos a nivel de vehículos.

6.1. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

En los últimos cuatro años, la población de la provincia de Imbabura, ha crecido a ritmo muy acelerado, pero inversamente proporcional al desarrollo, técnico, socioeconómico y planificado; lo que hace indispensable que se busquen nuevas estrategias apropiadas para asegurar a la población una vida con todos los componentes necesarios para un eficiente desempeño, porque el progreso de esta ciudad, provincia y del país, depende de la capacidad, innovación, creatividad y potencialidad de todas las personas que habitan en este maravilloso lugar, por lo que, es justo que, a partir de la capacitación y educación, donde se creará la base para orientar de mejor manera el trabajo, el desarrollo integral y técnico de las futuros profesionales en esta rama

técnica, y, más que nada respondiendo a cada una de las exigencias y necesidades de nuestra sociedad carente de estrategias técnicas, organizativas, planificadas y administrativas.

En el ámbito técnico automotriz se destaca que los talleres que frecuentemente nuestros docentes emplean, así como a los que los propietarios de vehículos buscan, no tienen el nivel técnico que de testimonio de un proceso de actualización y modernización en el manejo de herramientas y equipos para garantizar un adecuado y óptimo trabajo en las bombas de inyección de alta presión de la Volkswagen Amarok. Del análisis preliminar indica en primera instancia que no existen jóvenes profesionales en esta área que se hayan preparado adecuadamente.

Por estos antecedentes es importante describir que la provincia de Imbabura en especial la ciudad de Ibarra, sería un lugar adecuado para establecer nuevos talleres automotrices con una visión técnica de competencia, partiendo del gran nivel de aceptación y del incremento de aficionados que tienen en su poder autos de gran nivel técnico y confort como son las camionetas doble cabina Amarok a diesel que viene incorporada con la bomba de inyección de alta presión common rail.

Si bien la base de la propuesta del diseño de un módulo didáctico de las bombas de inyección de alta presión common rail, para vehículos Volkswagen, está ambientada en una institución de educación superior como es la Universidad Técnica del Norte, se justifica ampliar el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y otros que permitan preparar autos de ésta marca y dar un servicio eficiente de alta calidad. Por lo tanto, se propone en esta carrera la implementación del módulo

didáctico, incorporado en este documento la camioneta doble cabina a diesel, como aporte de nuestra investigación.

Para la implementación del presente módulo, se cuenta con la predisposición de las autoridades, docentes y estudiantes; los cuáles han aportado con sus iniciativas y la capacitación y desarrollo técnico – práctico del joven profesional, direccionado al manejo adecuado de los materiales, equipos y demás componentes necesarios para conocer el funcionamiento de la bomba de inyección; que permitan mejorar los niveles de conocimientos de los futuros profesionales en ésta área de formación profesional. Además, se ha evidenciado la necesidad de la población estudiantil, en insertarse en el mundo de los motores de alta potencia y que garanticen eficiencia en el ámbito mecánico, que tengan los suficientes conocimientos para que sean capaces de preparar adecuadamente los componentes de éste tipo de autos.

6.2. OBJETIVOS

6.2.1. Objetivo General

Diseñar y proponer un módulo didáctico de enseñanza aprendizaje para la formación profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y establecer una guía de actividades prácticas en el funcionamiento de la bomba de inyección de alta presión common rail, de la camioneta Volkswagen Amarok a diesel doble cabina

6.2.2. Objetivos Específicos

- Conocer el desarrollo de los sistemas de inyección common rail, para la mejor comprensión de los elementos que lo componen, detallados en el módulo didáctico.
- Determinar cada una de las partes tanto de la bomba de pre elevación de presión, como de la válvula dosificadora de combustible; para comprender su funcionamiento.
- Comprender la operación de la bomba de alta presión common rail, con el propósito de permitir la capacitación teórica – práctica necesaria en los nuevos profesionales.
- Seguir los pasos recomendados para dar un mantenimiento adecuado al sistema de alta presión.

6.3. JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta de implementación técnica, didáctica y física de un módulo de entrenamiento en el funcionamiento de la bomba de inyección de alta presión, para camionetas doble cabina Volkswagen Amarok a diesel, tiene su importancia en que permitirá una mejor preparación académica de los nuevos profesionales.

El diseño del módulo didáctico, sobre los componentes y elementos de la bomba de inyección de alta presión, para camionetas doble cabina Volkswagen Amarok a diesel, propuesto, permitirá complementar adecuadamente la teoría con la práctica, permitiendo corregir las fallas y las generalizaciones que se presentan frecuentemente en los textos o fuentes de teoría.

Es importante resaltar la importancia de la implementación de éste módulo y de las prácticas y talleres propuestos, ya que permitirán obtener un conocimiento que faculte al nuevo profesional alternar en un campo automotriz que es altamente competitivo y exige solo resultados positivos, como es el mundo de las nuevas versiones de autos con motores de mayor potencia y de mayor fuerza.

El módulo de entrenamiento práctico en el nivel de estudios superiores con un enfoque de desarrollar al máximo las competencias, les permitirá visualizar nuevas fuentes de trabajo, las cuales tienen su respaldo en la demanda de los propietarios de las empresas de vehículos modernos, que están en condiciones de invertir altos costos, para poder ensayar sus excelentes innovaciones tecnológicas.

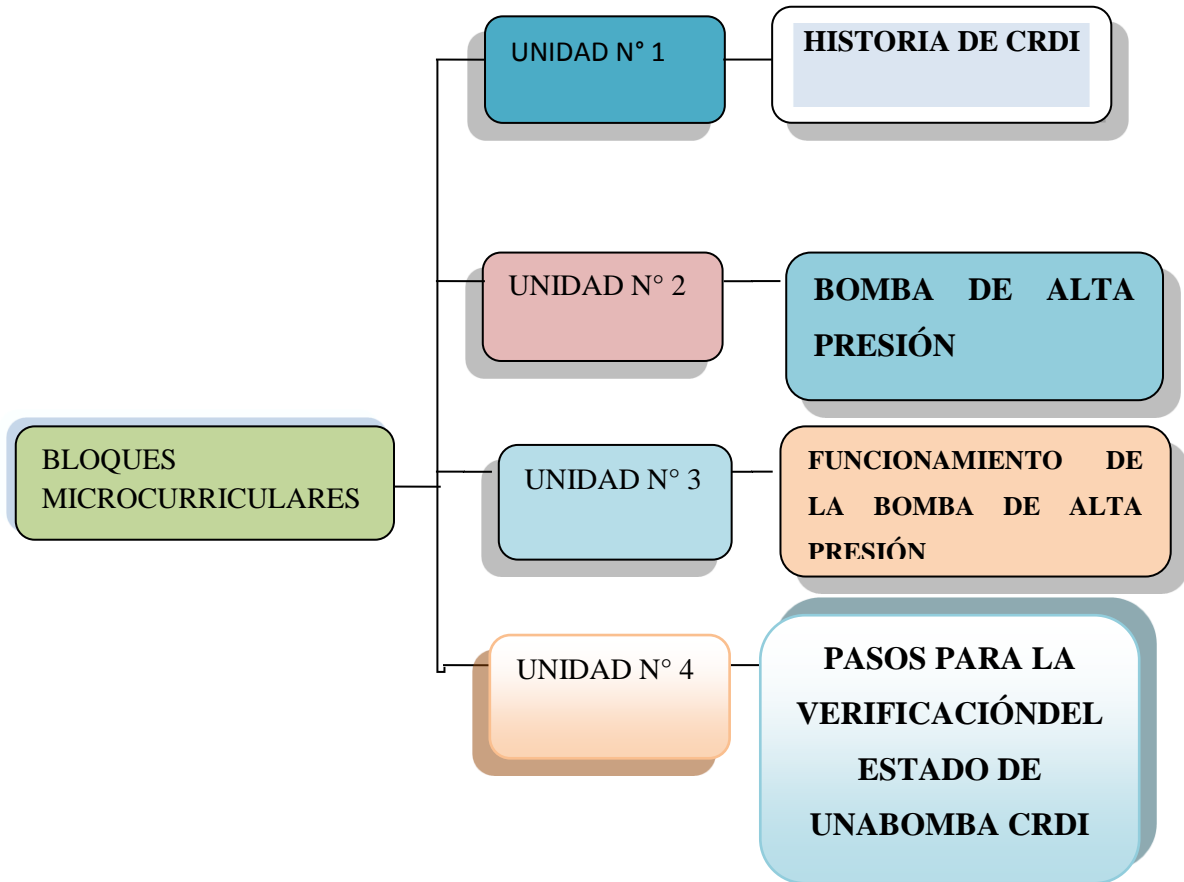
Con la debida orientación a los estudiantes de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, se podrá motivar para que al final de su preparación académica se pongan como meta planificar, estructurar y ejecutar sus propios talleres y administrar su microempresa con miras a tener preparado la futura demanda de esta clase de autos.

El estructurar el taller automotriz de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, con un alto nivel técnico motivará para que los futuros estudiantes puedan también crear sus propios talleres con características competitivas, y se obligue en forma indirecta a que los demás propietarios de los talleres de autos de actualicen, se capaciten y realicen la transferencia de tecnología adecuada, mejorando el nivel de sus servicios y optimizando el servicio mecánico que se ofrece en ésta ciudad y provincia.

6.4. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La investigación se realizó en la ciudad de Ibarra, con la participación de los ingenieros, estudiantes y mecánicos tanto de la carrera como de los talleres dónde hemos tenido contacto para asesorarnos y recibir el conocimiento adecuado sobre este tipo de mecanismos.

6.5. MAPA DE UNIDADES CONCEPTUALES



6.6. DESARROLLO DE UNIDADES

UNIDAD N° 01

HISTORIA DEL DESARROLLO DEL CRDi COMMON RAIL

I.- OBJETIVO

Propiciar en los procesos de enseñanza aprendizaje un conocimiento sobre la historia del desarrollo del sistema de inyección diesel common rail.

II.- CONTENIDOS

1.- Desarrollo del CRDi

La marca Fiat fue la primera en implementar el sistema common rail en motores de inyección directa diesel. El Croma TDi apareció por primera vez en 1986, convirtiéndose en el primer vehículo de inyección directa common rail. Gracias a la implementación de este tipo de vehículos, otros fabricantes optaron por implementar este sistema en sus vehículos, ya que se garantizaba mayores prestaciones y un menor consumo de combustible.

Este sistema tenía un problema el cual era el excesivo ruido, para lo cual se desarrolló el sistema de inyección unijet que es un sistema más evolucionado que disminuía el ruido considerablemente, y teniendo unas mejores ventajas como son un mejor rendimiento y un menor consumo de combustible.

Para eliminar el ruido excesivo contaban con dos opciones, la primera de ellas era aislar el motor para amenorar las ondas sonoras, y la segunda opción y la mejor de estas era trabajar en el desarrollo de un sistema que sea capaz de reducir el ruido del funcionamiento del motor. Es así que los científicos de Fiat se centraron en el desarrollo del sistema

common rail después de probar y descartar la utilización de otros sistemas de inyección para motores diesel.

Los investigadores de la Universidad de Zúrich, se basaron en un sistema simple e ingenioso, el cual introduce una cantidad de combustible en un depósito de forma continua, en el que se genera presión dentro de él convirtiéndose en un acumulador hidráulico (riel); así se cuenta con una cantidad de presión de combustible de forma rápida.

Magnetti Marelli desarrolló en 1990 el sistema de inyección unijet que es en base al sistema de funcionamiento del common rail, proceso que culminó en 1994 con la asociación con Robert Bosch que se encargó de la parte final del proyecto es decir de su conclusión, desarrollo y distribución en el mercado automotriz.

Once años después de la aparición del Croma TDi, tuvo su aparición un automóvil implementado con un turbo alimentador, el cual se convirtió en un vehículo récord era el Alfa 156 JTD. Estos vehículos eran comparados con los de gasolina ya que contaba con prestaciones de servicio que para esa época se convertían en el mejor en sistemas diesel, sus motores son silenciosos y con respecto a un sistema de inyección convencional de pre-cámara muestran una notable mejoría media de sus prestaciones de hasta un 12% y en reducción del consumo de combustible en un 15%. El Alfa 156 JTD tuvo un éxito inmediato en el mercado, lo que hizo que Fiat Auto utilice este tipo de motores en otros modelos de autos, y también fue implementado por otras marcas automotrices.

Gracias al desarrollo de los motores JTD tuvo su aparición el sistema de inyección multijet que a diferencia del sistema unijet que introduce el combustible en dos fases la primera inyección piloto o preinyección que eleva la temperatura y la presión en el cilindro antes de la inyección principal permite un funcionamiento más silencioso del motor, éste aprovecha la electrónica para efectuar un número de inyecciones de combustible mayor que el unijet. Es así que la cantidad de combustible inyectada es la misma en las dos pero en el multijet la inyección es dosificada en más partes lo que hace que la combustión sea mejor. El éxito del multijet está basado en su diseño de la unidad de control y sus inyectores que permite inyectar el combustible de en series más próximas entre sí. Este proceso de inyección asegura un mejor control de presiones, más altas temperaturas en la cámara de combustión, y mejor aprovechamiento del aire introducido.

1.2. Comparación del sistema CRDi con respecto a otros

En sistemas de inyección con bombas lineales y rotativas la elevación de presión del combustible y la dosificación de éste van unidos directamente en el mismo dispositivo lo que provocan inconvenientes los cuales son:

- Que la presión de inyección del combustible aumente conjuntamente con el n° de revoluciones del motor y el caudal de inyección.
- Cuando se produce la inyección aumenta la presión, pero hasta el final de la inyección disminuye otra vez al valor de la presión de cierre de inyector.

Esto tiene como consecuencias:

- En flujos de inyección pequeños se inyecten con unas presiones de combustible más bajas.
- La presión tope es mayor a el doble que la presión de inyección media.
- Cuando se desarrolla la inyección es aproximadamente triangular (figura 6.1).

Esto no sucede en el common rail ya que la dosificación del combustible está separada de la generación de presión del mismo, lo que sin duda es una ventaja al contar con una presión de inyección constante ya que este sistema no depende del número de revoluciones del motor. Cuenta también con un mayor grado de libertad de avance o retraso de la inyección, lo que hace a este sistema muy elástico y desarrollan todo su potencial en todas las fases de funcionamiento del motor. El common rail tiene tres fases de funcionamiento inyección previa, inyección principal, e inyección posterior teniendo así un mejor aprovechamiento del combustible.

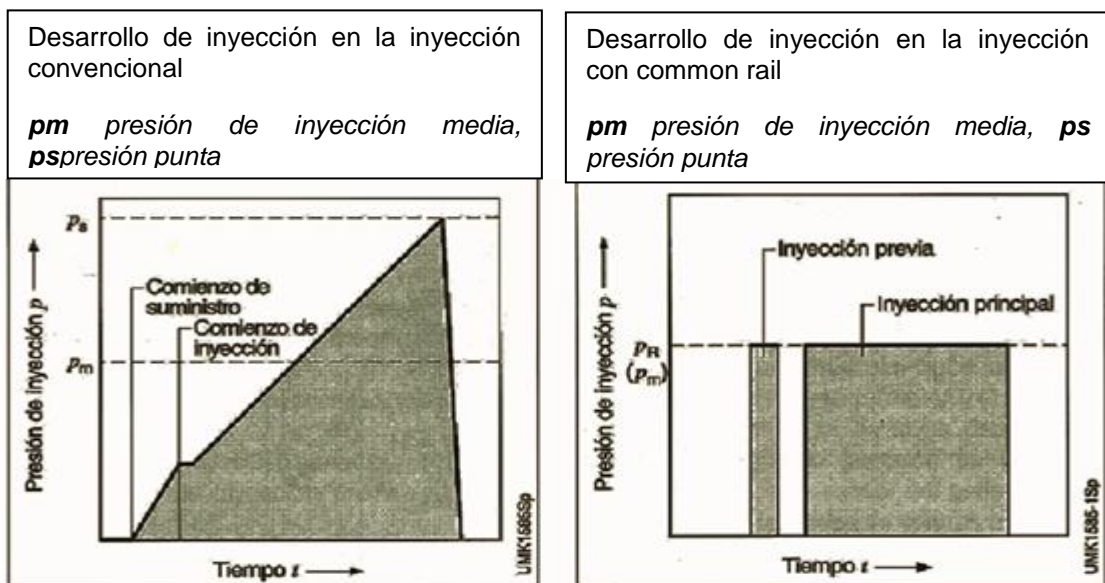


Figura 6.1. Desarrollo de la presión de inyección
Fuente.(Celani, 2007).

1.2.1 Inyección previa

En la inyección previa el sistema introduce en la cámara de combustión una pequeña cantidad de combustible (1...4 mm³), originando una preparación previa en la cámara de combustión, mejorando así el grado de aprovechamiento de la combustión y teniendo los siguientes efectos:

- La presión de compresión aumenta sutilmente mediante una combustión parcial.
- Disminuye el retardo de encendido de la inyección principal.
- Cuenta con una combustión más suave.

Los efectos mencionados reducen notablemente el ruido producido por la inyección, el consumo de diesel y en muchos casos las emisiones de gases contaminantes.

1.2.2 Inyección principal

Esta inyección proporciona la energía necesaria para que el motor realice su trabajo. También es responsable de generar el par motor. El volumen de la presión de inyección de combustible es casi constante durante todo el proceso de inyección. (figura 6.2).

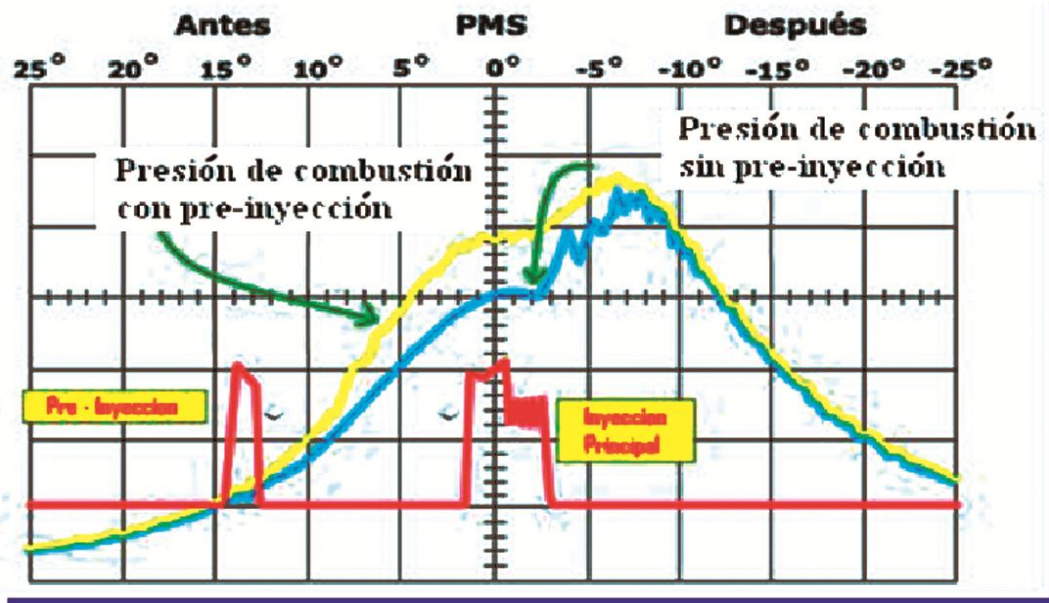


Figura 6.2. Inyección previa y principal.

Fuente.(Celani, 2007).

1.2.3 Inyección posterior

La inyección posterior se encuentra luego de la principal, hasta 200° de giro del cigüeñal después del PMS, introduce en los gases de escape una cantidad de combustible exactamente dosificada, para que mediante la retroalimentación de gases de escape sea conducido una vez más una parte del combustible a la combustión y actúe como una inyección previa muy avanzada. El diesel en los gases de escape ayuda a reducir el óxido de nitrógeno en catalizadores NOx apropiados.

1.2.4. Presión de inyección de diferentes sistemas

El common rail posee una rampa de aumento más rápida que otros sistemas de inyección convencionales y mantiene constante la presión de combustible. En comparación con el sistema inyector bomba que tiene

una mayor presión de inyección pero solamente a mayores regímenes de motor y decrece cuando el motor funciona con cargas bajas. (figura 6.3).

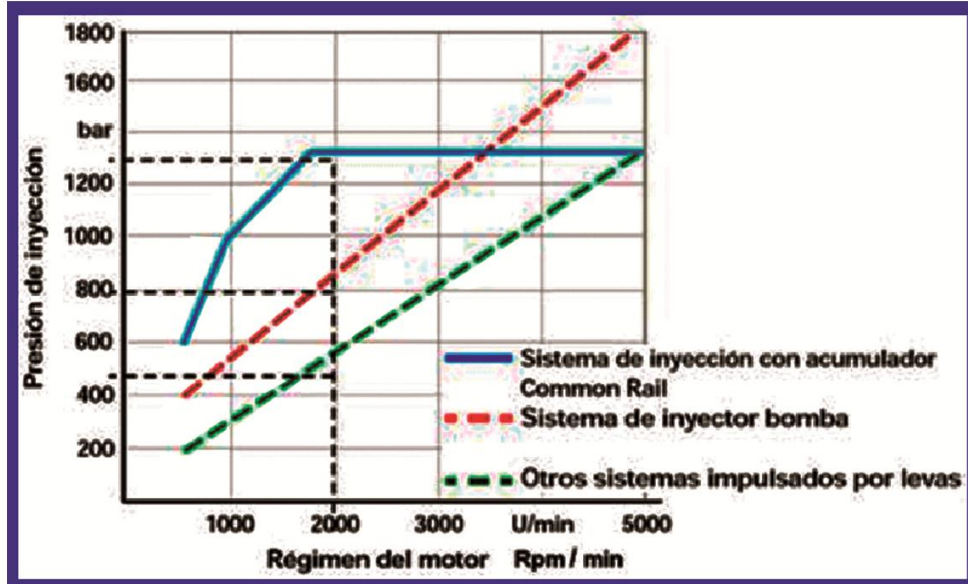


Figura 6.3. Comparación presión de inyección.

Fuente.(Celani, 2007).

1.2.5 Comparación entre CRDi e inyección con pre-cámara

Tabla 1. Comparativa de potencia.

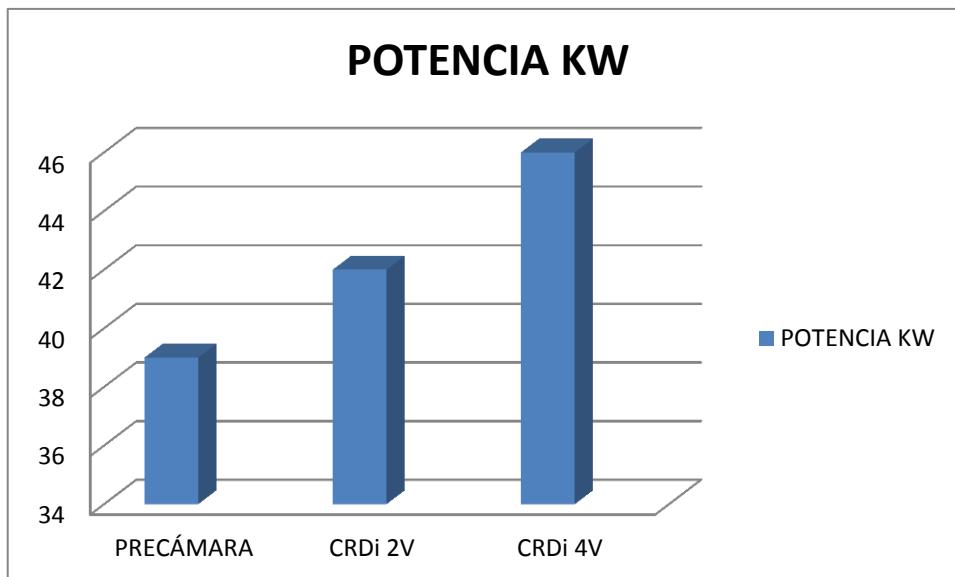


Tabla 2. Comparativa de torque

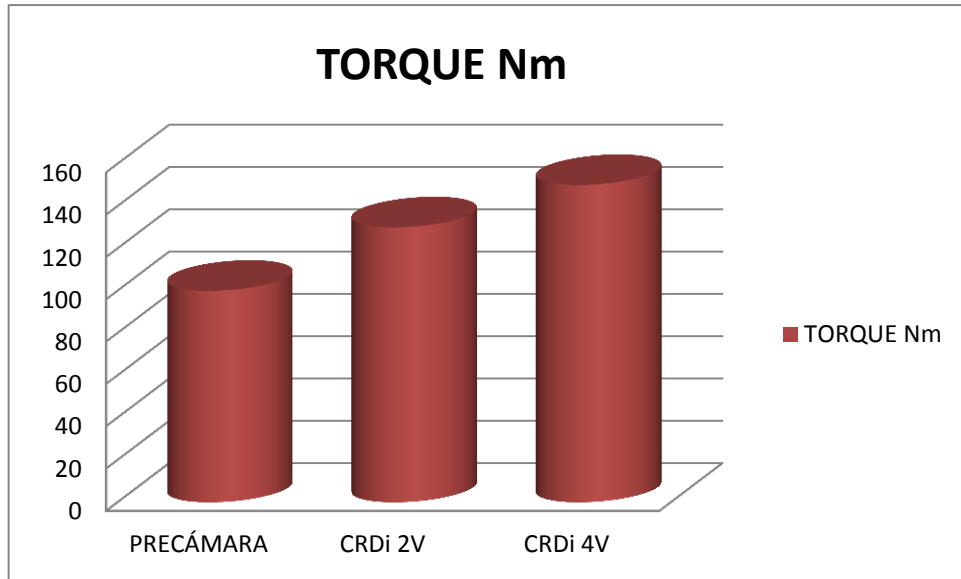
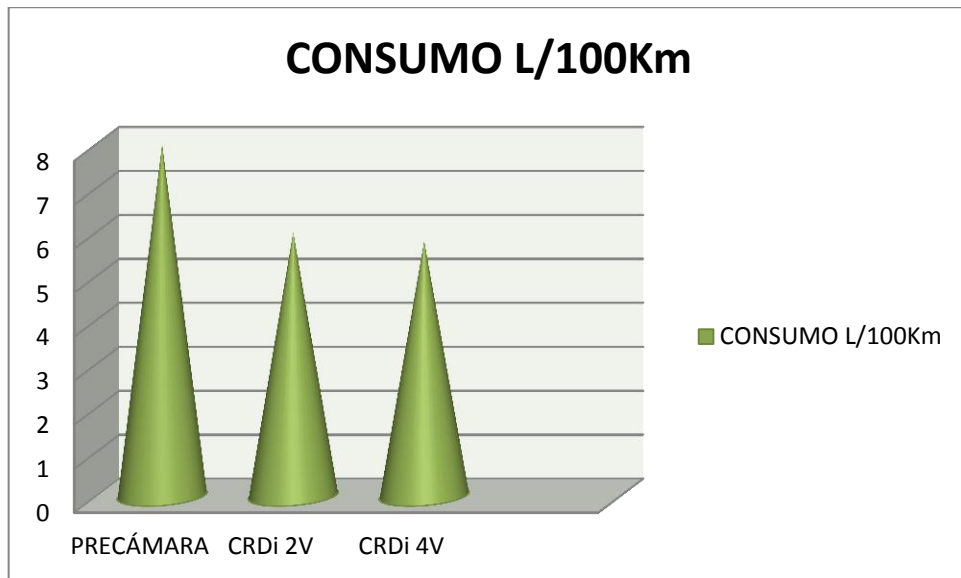


Tabla 3. Comparativa de consumo.



Fuente.(Autores).

1.2.6 Ventajas del sistema de inyección CRDi

- El CRDi muestra un excelente desempeño y eficiencia en el consumo de combustible.

- El common rail es controlado electrónicamente para cumplir con una combustión óptima de acuerdo a las necesidades operativas del conductor.

- Posee un bajo nivel de emisiones y de ruidos en comparación con sistemas convencionales.

Responde a todos los reglamentos mundiales sobre emisiones como son el Euro 3 y Euro 4.

- Sus inyectores están ubicados en forma vertical central.

- Cuenta con una inyección piloto que solo es posible con en el sistema de inyección de common rail.

1.3. Función del sistema CRDi

En comparación con sistemas propulsados por levas el common rail muestra una flexibilidad mucho mayor para que el sistema de inyección se adapte al funcionamiento del motor. La presión de inyección no depende directamente del número de revoluciones del motor ni del caudal de inyección. La presión de inyección está siempre a disposición en el acumulador de alta presión.

La unidad de control electrónico calcula a partir de su programación interna, el momento y la presión de inyección, a continuación el inyector introduce el combustible en cada cilindro del motor, a través de una electroválvula. El CRDi gracias a su control electrónico facilita el control individual del avance de tiempo y la cantidad de combustible inyectado, permitiendo un control preciso en la combustión sobre cada cilindro del motor. También la presión de inyección es ajustada sobre una amplia escala de valores de acuerdo con las condiciones de operación del vehículo.

- Cuando el motor trabaja en ralentí y en carga baja, las presiones de la inyección son de aproximadamente 200 bares lo que permite obtener razones de inyección bajas y contar con un ajuste muy exacto de la cantidad de combustible inyectada.

- En altas cargas o cargas completas, las presiones de la inyección son de cerca de 1300-1600 bares para sistemas CRDi de 1ra generación o CP1; 1750 bares para 2da generación o CP2 y de 2050 bares en sistemas de 3ra generación o CP3 esto asegura una atomización muy fina del combustible.

1.3.1. Funciones básicas

En el common rail las funciones básicas son las encargadas de controlar la inyección del combustible en el momento y con el caudal de presión precisos de acuerdo con el funcionamiento del motor.

1.3.2 Funciones adicionales

Estas funciones son utilizadas para la reducción de las emisiones de gases del escape y el consumo del diesel, o también sirven para aumentar en seguridad y confort en el automóvil. El CAN-BUS posibilita el intercambio de datos con otros sistemas electrónicos del vehículo como puede ser: el ABS, los sensores y actuadores entre otros. Mediante una interfaz de diagnóstico permite evaluar el sistema el cual almacena los datos del mismo en una memoria, cuando se realiza la inspección del vehículo.

III.- Desarrollo de talleres (Práctica)

TALLER N ° 1

Tema: HISTORIA DEL DESARROLLO DEL SISTEMA CRDi BOSCH

Objetivo: Emplear los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, para captar cual es la historia del desarrollo del sistema CRDi Bosch.

Actividades

1.- Se forman grupos de cinco estudiantes, si el número de estudiantes es inferior a 40 se formaran grupos de menor número de personas.

2.- Una vez conformado los grupos, se nombrará una persona que será el encargado de hacer la exposición del tema en forma expositiva y aplicada.

3.- Los temas serán sujetos de debate con las ponencias de cada integrante, todas las ponencias de los miembros del grupo, serán redactadas en memorias para la exposición práctica final.

4.- La evaluación de cada uno de los grupos será en base a resultados, es decir de los conocimientos teóricos adquiridos en clase sobre la historia del desarrollo del sistema CRDi.

IV - Evaluación de la Unidad N° 1

Cuestionario

1.- ¿Cuál marca automovilística fue la primera en utilizar el sistema CRDI en motores diesel de inyección directa y en qué año?

2.- Explique la diferencia entre la inyección unijet y multijet.

.....
.....

3.- Esquematice el desarrollo de la presión de inyección.

Desarrollo de la presión de Inyección, en la inyección convencional.

Desarrollo de la presión de inyección, en la inyección common rail.

4.- Realice una tabla comparativa de consumo

UNIDAD N° 2

**BOMBA DE ENGRANAJES Y VÁLVULA
DOSIFICADORA DE COMBUSTIBLE.**

I.- OBJETIVO

Compartir dentro del proceso de enseñanza aprendizaje los elementos que conforman la bomba de engranajes y la válvula dosificadora de combustible.

II.- CONTENIDOS

2.1. Bomba de alta presión con bomba de engranajes

En la bomba de alta presión se encuentra ubicada una bomba de engranajes, esta se encarga de transportar el combustible desde la parte de alimentación hacia la parte de alta presión. Las dos bombas son accionadas por un eje de rotación que es impulsado por el árbol de levas gracias a una correa dentada.

2.1.1. Funcionamiento

Cuando el conductor introduce la llave de encendido la unidad de control electrónico recibe la primera señal la cual es procesada y es enviada a un relé a la bomba de combustible ubicada en el tanque, este relé activa el sistema de baja presión para proporcionar combustible al circuito de alta presión con una presión aproximada entre 6 y 7 bares. Esta bomba eléctrica está formada de una envoltura cilíndrica, posee un filtro que purifica el combustible, un motor eléctrico, una válvula de alivio de presión y una turbina para la aspiración del diesel. La presión en el sistema de baja es constante durante el funcionamiento del motor. Pero esta presión debe mantenerse en el circuito cuando el motor no está en funcionamiento, esto se obtiene gracias a una válvula de retención que está ubicada a la salida de la bomba.

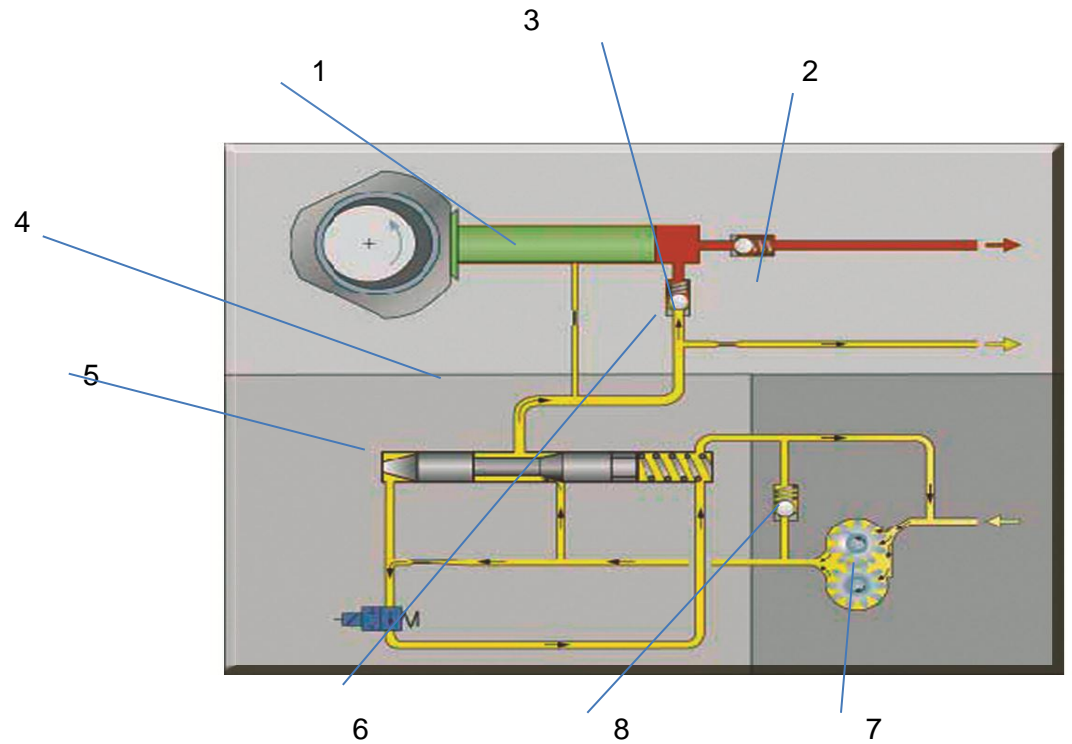


Gráfico 6.1. Elementos.
Fuente.(Volkswagen, 2008).

- 1.- Émbolo de la bomba.
- 2.- Válvula de admisión.
- 3.-Válvula de escape.
- 4.- Émbolo regulador.
- 5,- Válvula de dosificación del combustible.
- 6.-Taladro de estrangulación.
- 7.- Bomba de engranajes.
- 8.- Válvula de seguridad.

2.2. Bomba de engranajes

Una vez que el combustible es enviado desde el circuito de baja hacia el circuito de alta presión, la bomba de engranajes incrementa la presión del combustible que fue enviada desde el tanque por parte de la bomba eléctrica. Así asegura la alimentación con diesel a la bomba de alta

presión en cualquier condición de funcionamiento. Esta bomba trabaja mecánicamente solidaria con la bomba de alta presión gracias al eje de accionamiento, sirve también para eliminar la existencia de aire en el sistema.

2.2.1. Arquitectura

La bomba de engranajes se ubica en la bomba de inyección de alta presión, una carcasa recoge dos piñones que giran en forma contraria el uno con respecto del otro. Uno de estos piñones es impulsado por el eje de accionamiento, permitiendo el giro rotativo de los piñones, esto permite que el combustible pase al circuito de alta presión y evita que el diesel fluya de retorno.

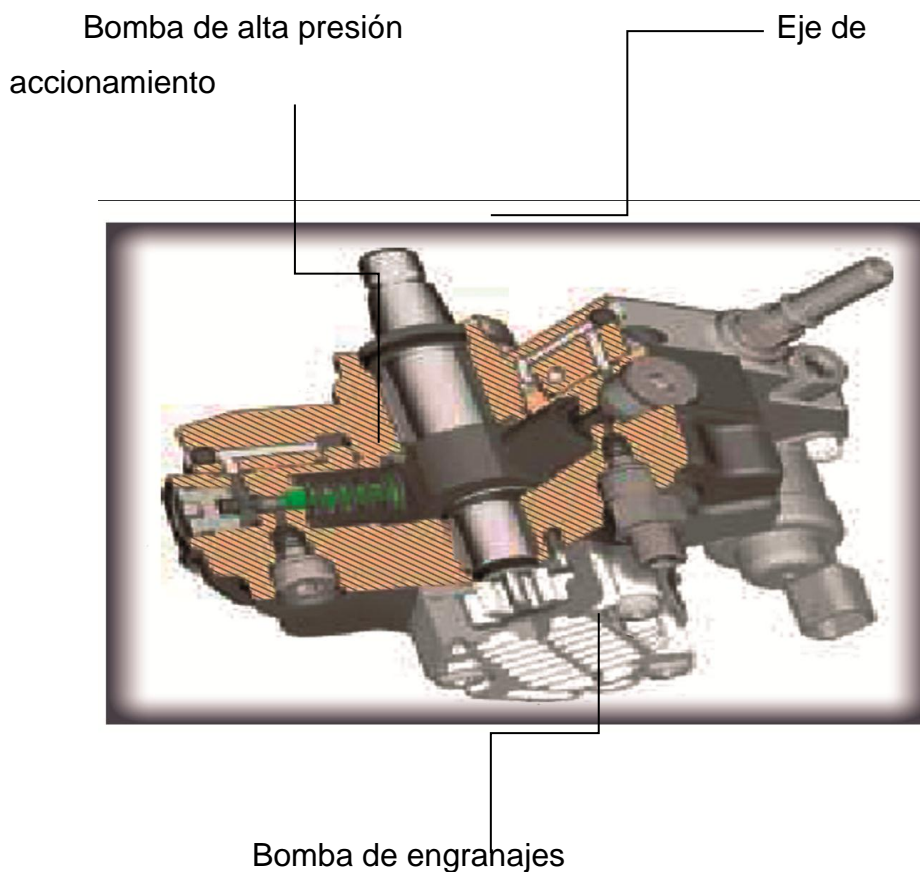


Figura.6.4. Partes externas de la bomba de alta presión
Fuente. (Volkswagen, 2008).

2.2.2 Funcionamiento de la bomba de engranajes

Cuando los piñones giran impulsan el combustible entre los huecos que se encuentran entre los dentados de dichos piñones a lo largo del interior de la bomba hacia el lado impelente. Desde allí se conduce el combustible hasta la bomba de alta presión, ya que los dos piñones se encuentran engranados impide que el combustible se filtre de retorno.

Una válvula de seguridad abre si la presión de combustible supera los 5,5 bares, para que el combustible sea devuelto al lado aspirante de la bomba de pre elevación.

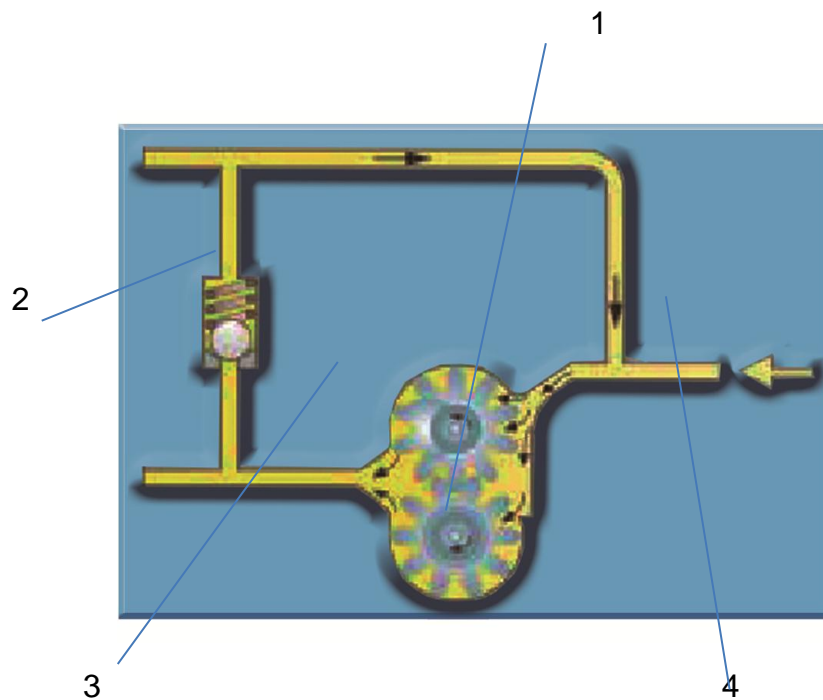


Gráfico 6.2 Funcionamiento de la bomba de engranajes.
Fuente.(Volkswagen, 2008).

- 1.-Piñón de accionamiento.
- 2.-Válvula de Seguridad.
- 3.-Lado impelente.
- 4.-Lado aspirante

2.3. Válvula de dosificación del combustible

Esta válvula está integrada en la bomba de alta presión, es la encargada de regular la presión de combustible en la parte de alta presión de acuerdo con las necesidades de funcionamiento del vehículo.

Al dosificar la cantidad de combustible que se dirige a la bomba de alta presión, supone una ventaja la cual es que la bomba de alta presión solamente genera la presión que necesita en cada situación de funcionamiento requerida en ese momento, con esto reduce la potencia de absorción de la bomba y se evita también que se caliente el combustible innecesariamente.



Gráfico 6.3. Válvula dosificadora de combustible.
Fuente.(Autores).

2.3.1 Funcionamiento de la válvula de dosificación del combustible – sin corriente

Cuando la válvula de dosificación de combustible no recibe una corriente de 5 voltios, esta se encuentra abierta. Un émbolo es desplazado por la fuerza del muelle hacia la izquierda con lo que libera

una sección mínima de paso hacia la bomba de alta presión, lo que provoca que pase solo una pequeña cantidad de combustible a la cámara de compresión de la bomba.

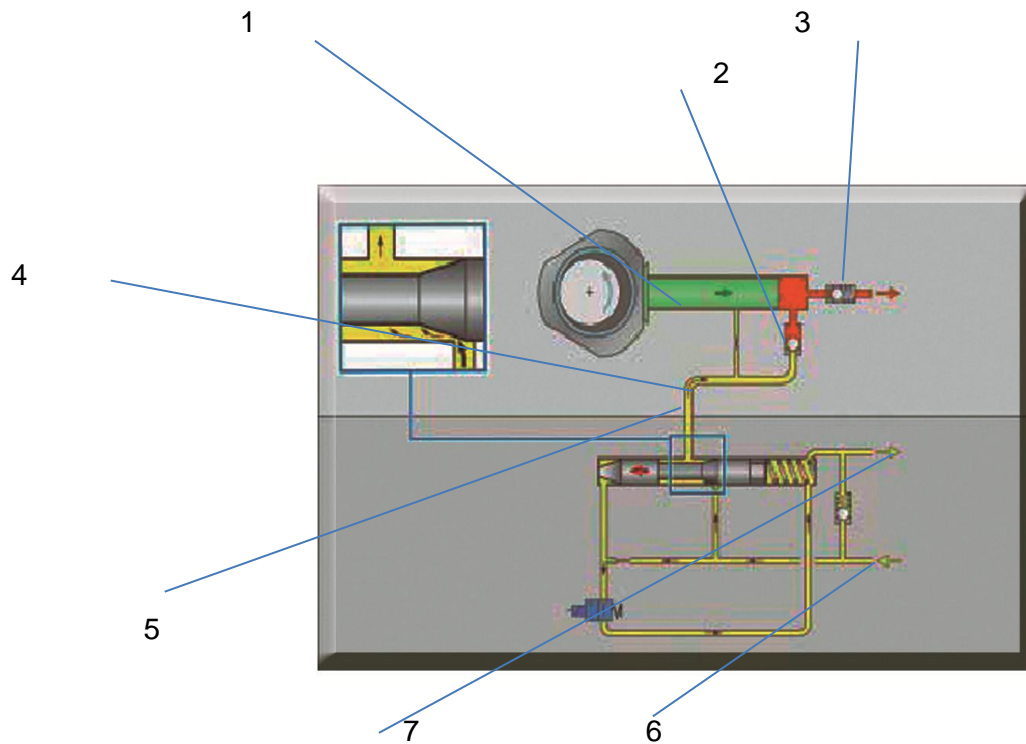


Gráfico 6.4. Esquema de la propagación del combustible en la bomba de alta presión.
Fuente. (Volkswagen, 2008).

- 1.- Émbolo de bomba.
- 2.- Válvula de admisión hacia el acumulador.
- 3.- Válvula de escape.
- 4.- Émbolo regulador.
- 5.- Válvula de dosificación de la combustible.
- 6.- Alimentación de la bomba de engranajes.
- 7.- Retorno hacia la bomba de engranajes.

2.3.2 Funcionamiento de la válvula de dosificación de combustible– excitada

Gracias a una señal emitida por la unidad de control la válvula de dosificación de combustible recibe un voltaje de 5 voltios lo que permite que se cierre de forma periódica lo que genera una presión detrás de la válvula, lo que actúa sobre el émbolo regulador. Esto se consigue gracias a una señal modulada de anchura de impulsos conocida también como señal PWM. Si la unidad de control hace variar el ritmo de estas señales se modifica la posición del émbolo. Cuando la presión decae el émbolo se desplaza a la derecha, esto hace que aumente la cantidad de combustible que se dirige hacia la bomba de alta presión.

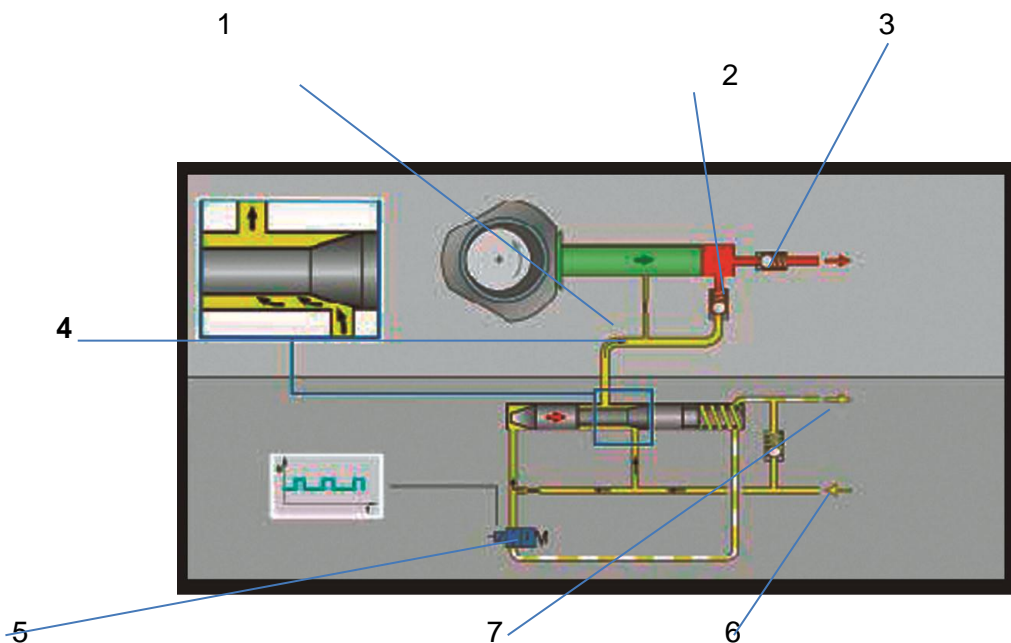


Gráfico 6.5. Sinopsis de la propagación del combustible en la bomba de alta presión.
Fuente. (Volkswagen, 2008).

- 1.- Émbolo de bomba.
- 2.-Válvula de admisión hacia el acumulador.
- 3.-Válvula de escape
- 4.- Émbolo regulador.
- 5.-Válvula de dosificación de la combustible.
- 6.- Alimentación de la bomba de engranajes.
- 7.- Retorno hacia la bomba de engranajes.

3.3.3 Efectos en caso de avería

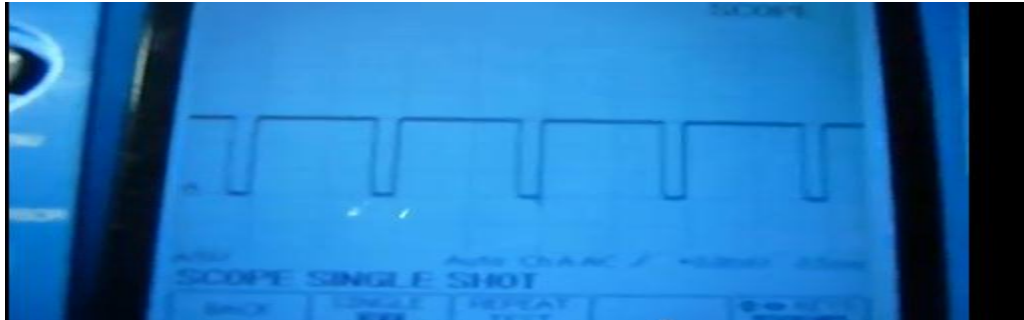
En caso de existir avería en el circuito de alta presión, la potencia del motor se va reduciendo y la electrónica del motor del vehículo pasa a la operación de marcha de emergencia para facilitar al conductor poder llegar a un taller mecánico.

Señales PWM

Las señales PWM son señales moduladas en anchura de los impulsos, son señales rectangulares con un tiempo de activación que es variable y con una frecuencia de funcionamiento constante. Mediante la variación del tiempo de activación de la válvula de dosificación del combustible se puede variar la presión de control y con esto la posición del émbolo regulador.

En la figura (6.5) se muestran señales PWM en la que un corto ancho de impulso describe que el motor se encuentra funcionando en cargas bajas y no necesita mucha cantidad de combustible y cuando el ancho de impulso es mayor el motor está funcionando en marcha alta por lo que necesita mayor cantidad de combustible.

Anchura corta del impulso = baja cantidad de combustible alimentada



Gran anchura del impulso = alta cantidad de combustible alimentada



Figura 6.5 Señales PWM
Fuente:(Autores).

III- Desarrollo de talleres (Práctica)

TALLER N ° 2

Tema: BOMBA DE COMBUSTIBLE DE BAJA PRESIÓN Y VÁLVULA REGULADORA DE COMBUSTIBLE

Objetivo: Demostrar que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, les permita describir y explicar el funcionamiento de la bomba de baja presión y la válvula dosificadora de combustible en forma práctica y aplicada.

Actividades

1.- Considerando que los temas expuestos son la bomba de baja presión y la válvula dosificadora de combustible, se formarán 2 grupos de trabajo para que cada grupo tome un tema.

2.- Una vez conformado los grupos, se nombrará una persona que será el encargado de hacer la exposición del tema en forma expositiva y aplicada, debiendo los demás integrantes estar preparados para responder a cualesquier pregunta de los demás estudiantes.

3.- Los temas serán sujetos de debate con las ponencias de cada integrante, todas las ponencias de los miembros del grupo, serán redactadas en memorias para la exposición práctica final.

4.- La evaluación de cada uno de los grupos será en base a resultados, es decir de los conocimientos teóricos sobre el funcionamiento del tema expuesto.

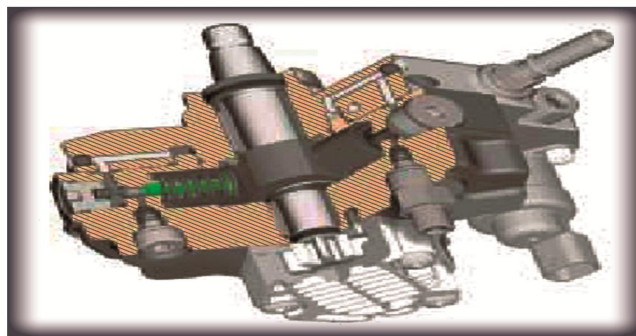
IV.- Evaluación de la Unidad N° 2

Cuestionario

1.- Explique cuál es la función de la bomba de baja presión y de engranajes.

.....
.....

2.- Indique en el gráfico la bomba de engranajes y la válvula dosificadora de combustible.



Fuente. (Volkswagen, 2008).

3.- Esquematice el funcionamiento de la válvula de dosificación del combustible – excitada.

4.- Defina con sus propias palabras el funcionamiento de la válvula de dosificación del combustible – sin corriente.

.....
.....



UNIDAD N° 3

**BOMBA DE ALTA
PRESIÓN**

I.- OBJETIVO

Incorporar dentro del proceso de enseñanza aprendizaje el funcionamiento de la bomba de alta presión del sistema common rail.

II.- CONTENIDOS

3. Bomba de alta presión

Se encarga de suministrar el combustible a un riel común para todos los inyectores, estos inyectores tienen en todo momento presión de combustible, esta solo permiten el paso de combustible al cilindro del motor cuando recibe una señal eléctrica que pasa al inyector. Estas bombas no tienen internamente varias bombas individuales, sino es una sola. La bomba de alta presión es una versión que cuenta con tres émbolos radiales, que se impulsa conjuntamente con la bomba de pre elevación mediante un eje de accionamiento que es movido por la distribución del motor.

La bomba de alta presión genera la alta presión del combustible que está entre los 1500 y 1600 bares, que son necesarios para la inyección del combustible. Cuenta con tres émbolos radiales que son ubicados a distancias de 120°, lo que permite que se establezcan cargas uniformes de combustible y se reduce las fluctuaciones en el acumulador de alta presión.

eje de accionamiento bomba de alta presión

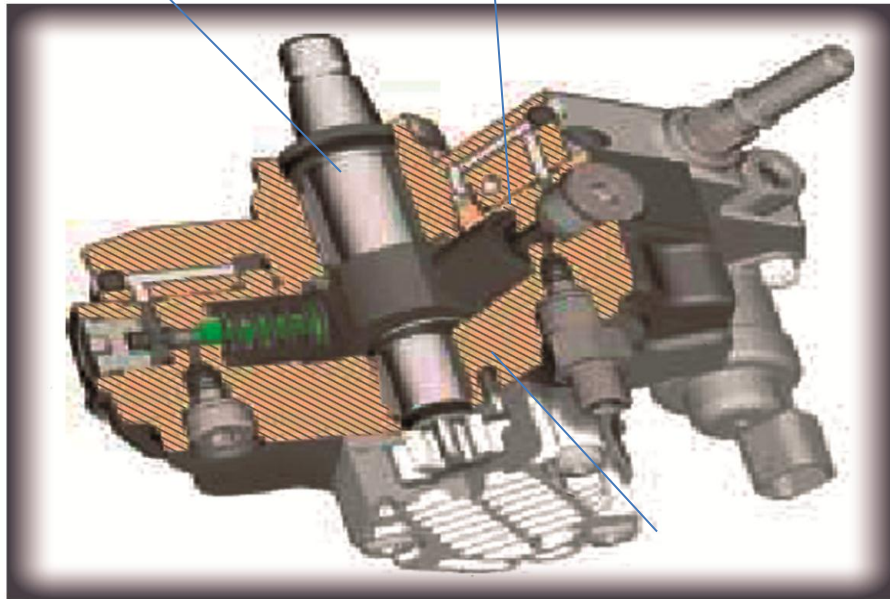


Figura 6. 6. Bomba de alta presión con bomba de engranajes.

Fuente. (Volkswagen, 2008).

3.1 Estructura

La bomba de alta presión se ubica generalmente en el mismo lugar que las bombas rotativas convencionales. Esta es accionada por la distribución del motor cuando se tiene 3000 rpm como máximo, las bombas son lubricadas gracias a la circulación del mismo combustible. Generalmente las válvulas reguladoras de presión son ubicadas en la misma bomba aunque en algunos modelos se ubican por separado. El combustible se comprime dentro de la bomba gracias a sus tres émbolos ubicados a una distancia entre sí de 120° con lo que se tiene un accionamiento uniforme. El par de giro necesario para esta bomba es de 16Nm que es aproximadamente $1/9$ del par de accionamiento que se necesita en una bomba de inyección rotativa. Por lo que el common rail genera exigencias menores de accionamiento con respecto a los sistemas de inyección convencional.

La potencia que necesita para el accionamiento de esta bomba se aumenta equivalentemente a la presión ajustada en el riel y de acuerdo a la velocidad de rotación de la bomba. Por ejemplo en un motor de 2 litros con un régimen de revoluciones normal y con una presión equivalente a 1350 bares en el riel, esta bomba consume una potencia de 3,8 KW, en un grado de rendimiento mecánico del motor de aproximadamente 90%.

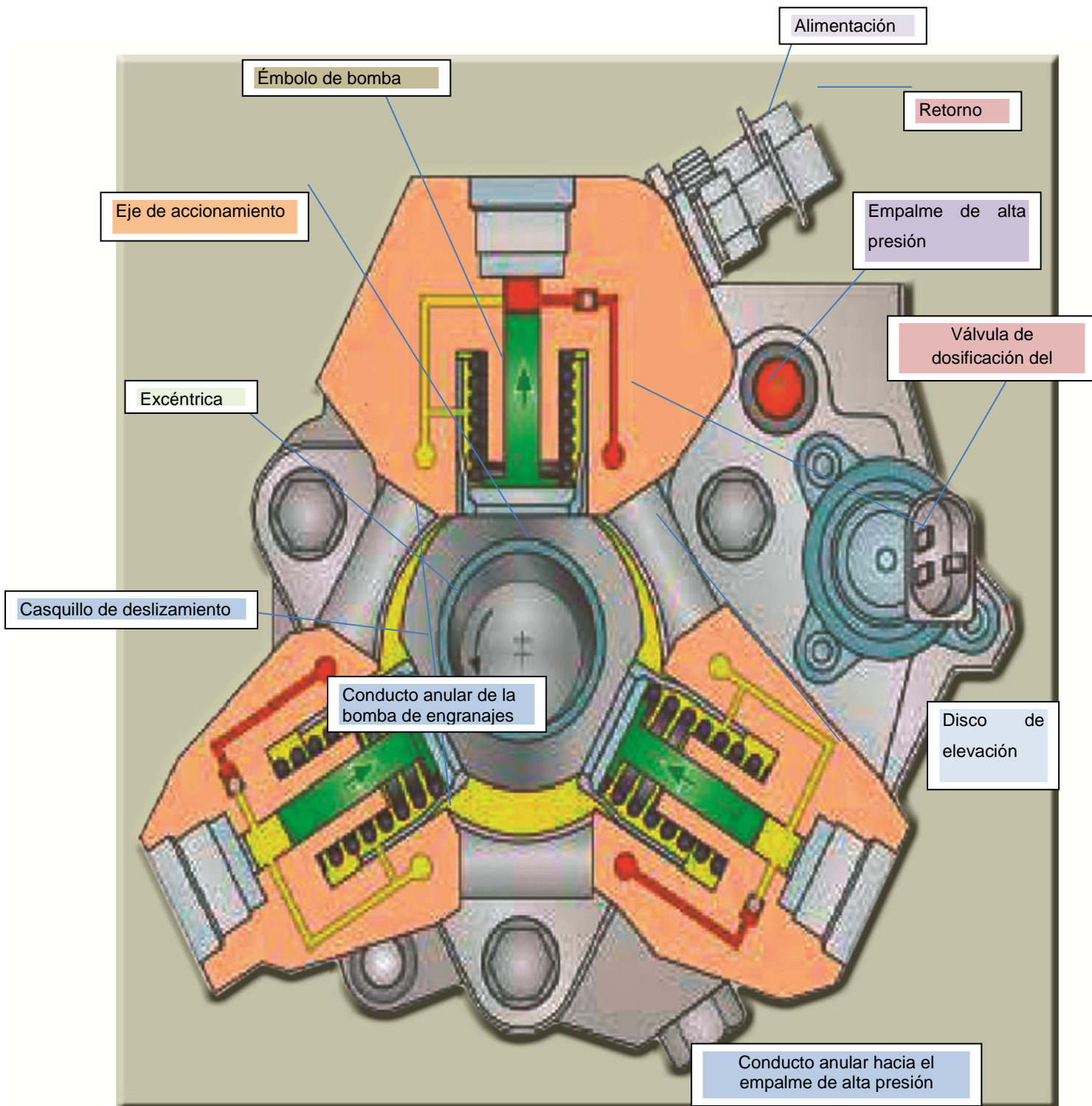


Figura 6.7. Partes de la bomba de alta presión.

Fuente. (Volkswagen, 2008)

3.2 Funcionamiento de la bomba de alta presión

La distribución del motor acciona el eje de accionamiento de la bomba esta a su vez tiene una excéntrica, la que actúa por medio de un disco de elevación el que provoca un movimiento ascendente y descendente en los tres émbolos de la bomba que estan ubicados radialmente a 120°.

3.2.1 Carrera aspirante

Al descender el émbolo de la bomba aumenta el volumen de la cámara de compresión, esto hace descender la presión del combustible en la cámara de compresión. Gracias a la presión que genera la bomba de engranajes permite el paso del combustible a través de la válvula de admisión a la cámara de compresión.

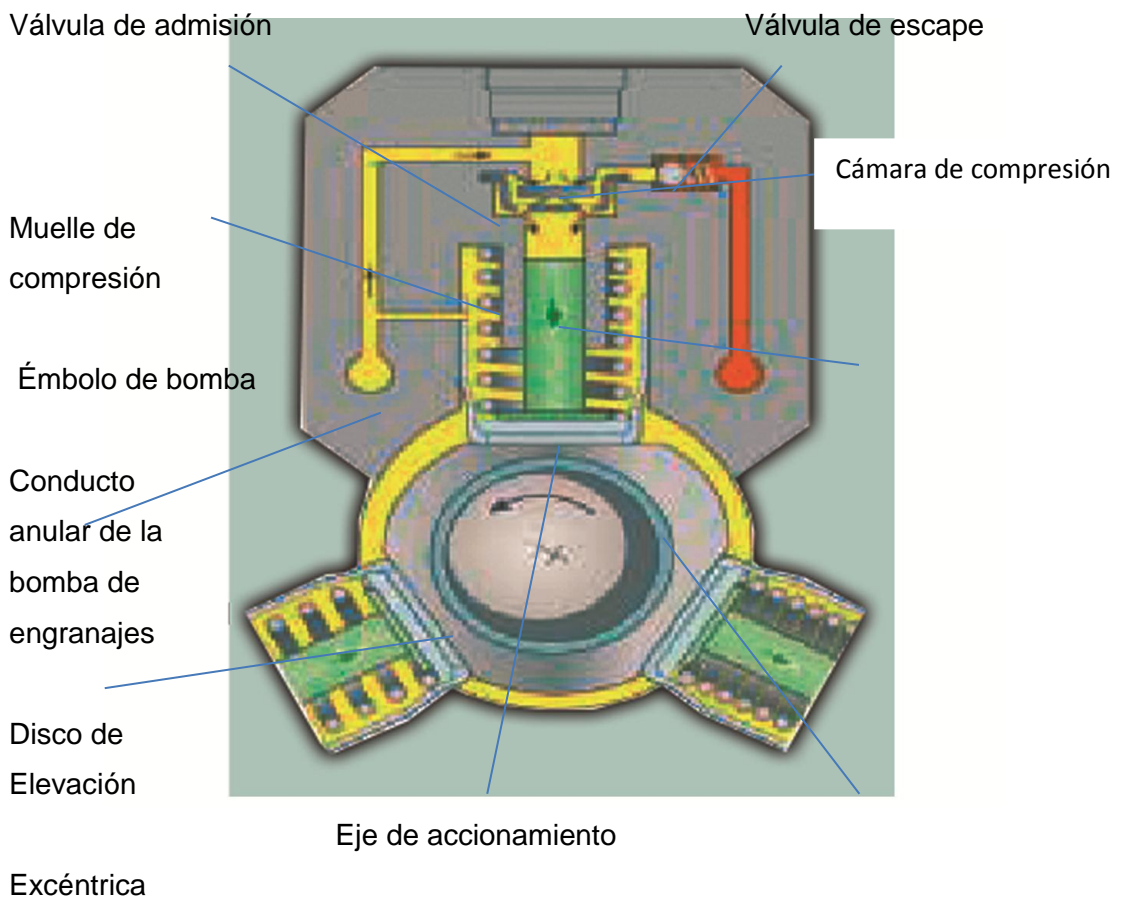


Figura 6.8 Funcionamiento de la bomba common-rail carrera aspirante
Fuente. (Volkswagen, 2008).

3.2.2 Carrera impelente

Cuando el émbolo sube aumenta la presión del combustible en la cámara de combustión de la bomba, produciendo que el disco de la válvula de admisión se oprima y cierre la cámara de compresión de la bomba. El émbolo continúa ascendiendo generando así una elevación en la presión del combustible, cuando la presión de éste en la cámara supera la presión que hay en la parte de alta presión, la válvula de escape se abre y el combustible pasa al riel acumulador.

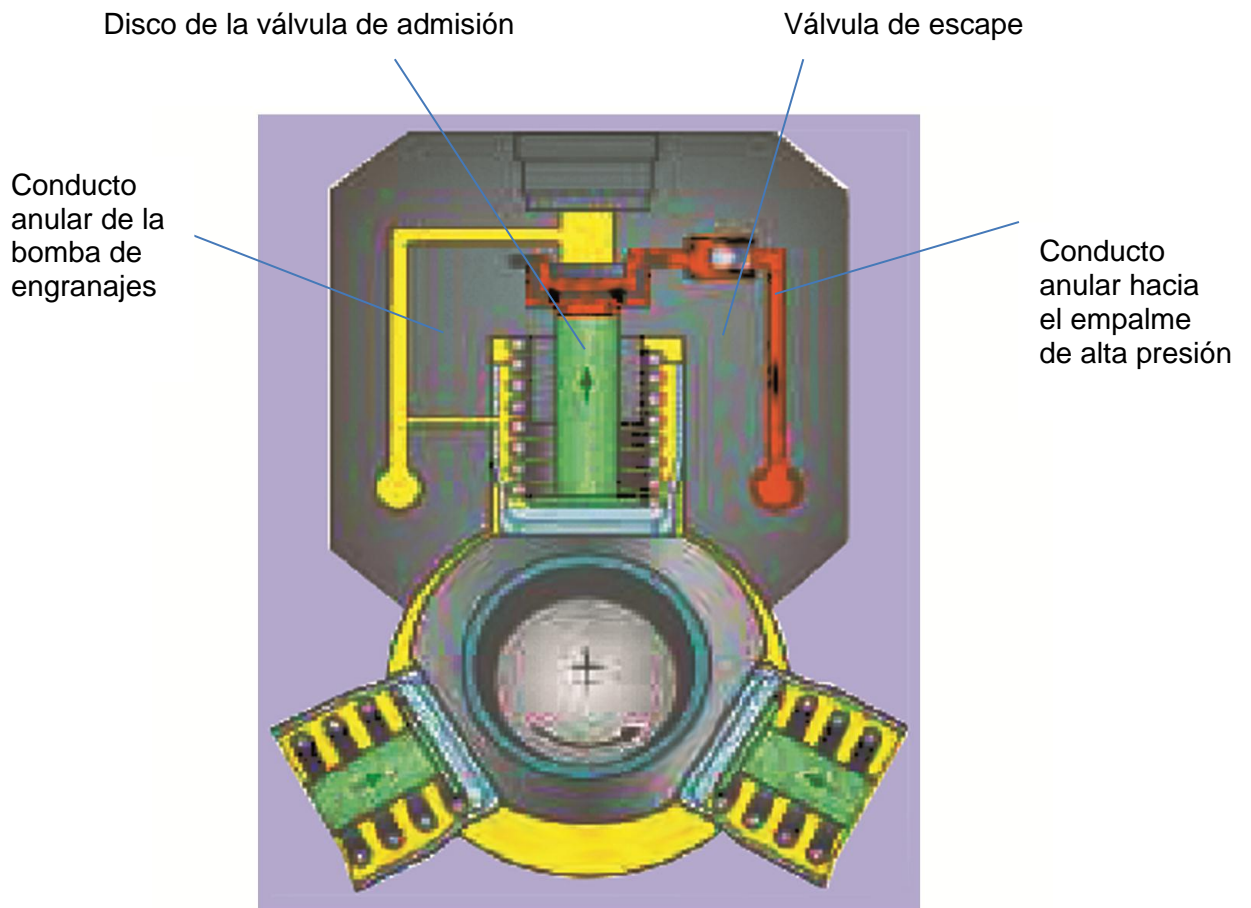


Figura 6.9. Funcionamiento de la bomba common-rail, carrera impelente.
Fuente.(Volkswagen, 2008).

3.3. Electroválvula reguladora de presión

Esta electroválvula está incorporada en la propia bomba de alta presión. Ésta se compone de un electroimán, posee un núcleo de hierro y una válvula de bola metálica. Mediante un resorte la bola de la válvula es empujada sobre su asiento en la entrada de alta presión en el electroimán. Este electroimán ejerce una fuerza adicional a la válvula de bola por medio de su núcleo.

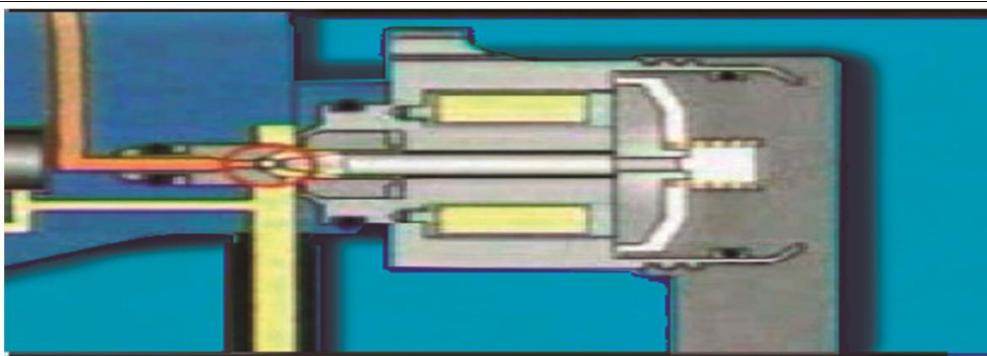


Gráfico 6.6. Válvula reguladora de presión.

Fuente:(SENATI, 2012).

3.3.1. Funcionamiento

Antes de ingresar el combustible al riel de alta presión pasa por el regulador de alta presión que tiene la función de ajustar la presión de funcionamiento en el riel de inyectores; la regulación se consigue por medio de un muelle que carga sobre la válvula de bola, cuando la presión de combustible supera la fuerza del muelle de 100 bares la válvula abre el ducto de retorno liberando el diesel sobrante al depósito.

La compresión de cada uno de los pistones y la apertura de los inyectores provoca vibraciones de presión que pueden alterar el funcionamiento del sistema sin embargo dichas vibraciones son amortiguadas por el efecto de anti vibración producido en la válvula y el

muelle pero como se indicó antes la bomba puede alcanzar valores de presión de entre 200 y 1400 bares esto se consigue por la acción del regulador y la unidad de control.

El regulador además del muelle y la válvula dispone de un núcleo magnético que se desplaza por una bobina conectada a la unidad de control. Para conseguir un elevado valor de presión la unidad de control mediante una serie de impulsos hace pasar una determinada intensidad de corriente por la bobina efecto que provoca el desplazamiento del núcleo sobre la válvula.

La fuerza ejercida sobre esta será igual a la suma del muelle y del campo magnético aumentando por tanto la presión del combustible. Si las necesidades de funcionamiento del motor requieren una presión inferior de combustible la unidad de control reducirá la emisión de impulsos y por tanto la intensidad de corriente y el campo magnético en este caso la fuerza ejercida sobre la válvula será menor y la presión de combustible disminuirá.

3.4. Desactivador del tercer pistón

Otro de los componentes de la bomba es el desactivador del tercer pistón este elemento se encarga de anular uno de los tres grupos de presión disminuyendo así la potencia absorbida por la bomba cuando el vehículo funciona con baja carga. El desactivador está formado por una bobina y un eje accionado por el interior de esta debido a la acción del campo magnético.

En posición de reposo la unidad de mando mantiene interrumpido el circuito de mando en este caso la válvula de admisión abre para permitir la entrada de combustible y durante la expulsión se cierra para que el combustible salga por la válvula de envío. Cuando es necesaria la desactivación del tercer pistón la unidad de mando cierra circuito a masa el campo magnético generado desplaza al eje y este provoca la apertura de la válvula de admisión impidiendo que la presión aumente.

El desactivador permanece en reposo principalmente en la fase de ralentí, o cuando el pedal del acelerador supera los dos tercios de su recorrido, la activación por el contrario se produce cuando el motor supera las 1100 revoluciones, cuando el acelerador se encuentra a media carga y siempre que la temperatura del combustible supere los 105 grados centígrados.

III.- Desarrollo de talleres (Práctica)

TALLER N ° 3

Tema: DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL.

Objetivo: Demostrar que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, les permita describir y explicar el funcionamiento de la bomba de inyección de alta presión common rail, en forma práctica y aplicada.

Actividades

1.- Se formarán grupos de 5 estudiantes; cada uno de los grupos debatirán sobre el funcionamiento de la bomba de inyección de alta presión common rail.

2.- Una vez conformado los grupos, se nombrará una persona que será la persona encargada de debatir con los demás representantes de los otros grupos.

3.- Se nombrará dos personas con mucha experiencia sobre el funcionamiento de las bombas de inyección de alta presión, mismos que actuarán en calidad de moderadores del debate.

4.- La evaluación de cada uno de los grupos será en base a resultados, es decir de los conocimientos teóricos sobre el funcionamiento de la bomba de alta presión common rail.

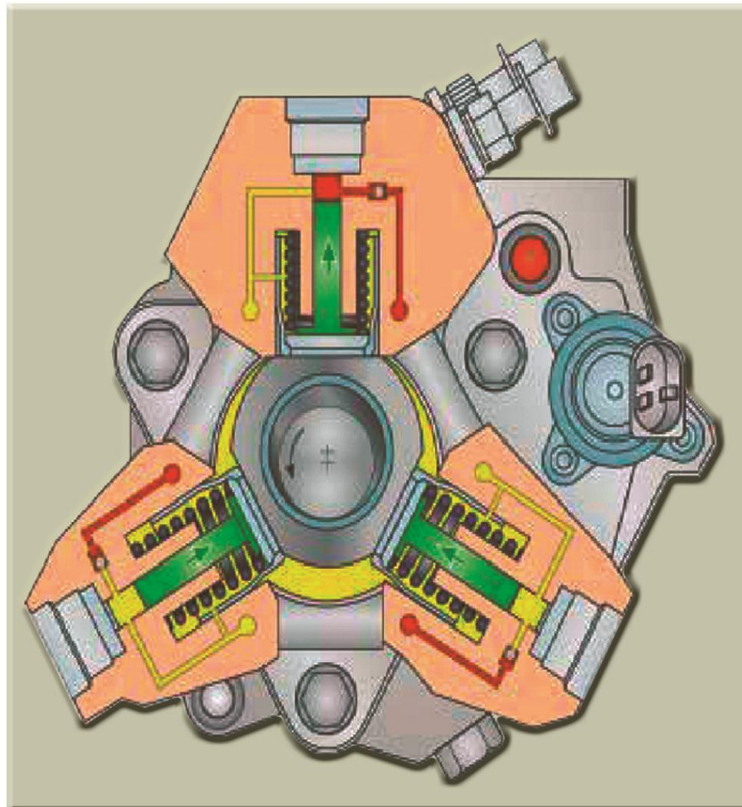
IV- Evaluación de la Unidad N° 3

Cuestionario

1.- De forma resumida explique que es la bomba inyector de alta presión.

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

2.- Indique en el gráfico las partes que labomba de alta presión.



Fuente. (Volkswagen, 2008).

3.- Explique cuál es el funcionamiento de los siguientes elementos de la bomba de Inyección de alta presión.

Embolo de la bomba.-

Válvula de admisión.-

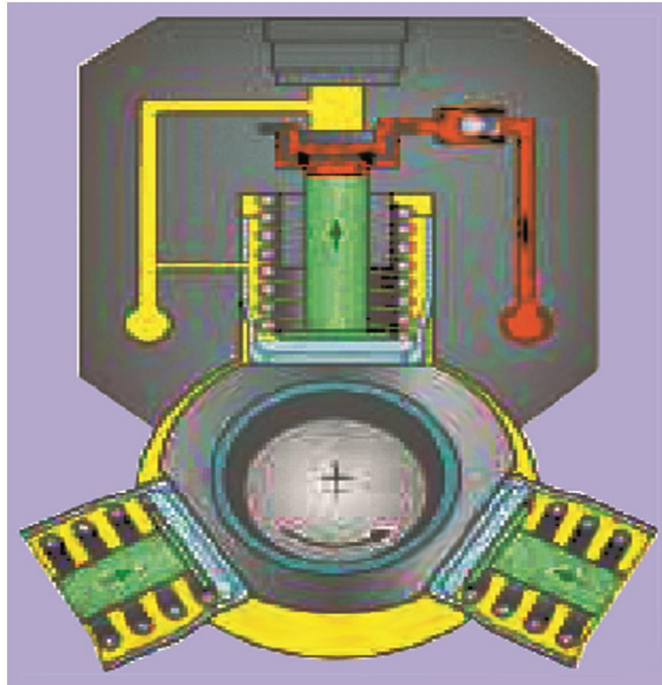
Carrera de aspiración.-

Carrera impelente.-

4.- Defina con sus propias palabras cuáles son las funciones que cumple la electroválvula reguladora de presión de una bomba de inyección de alta presión.

.....
.....

5.- Señale las partes internas de la bomba common rail e indique si el esquema es de carrera de aspiración o de carrera impelente.



Fuente.(Volkswagen, 2008).

UNIDAD N° 4

PASOS PARA LA VERIFICACIÓN DEL ESTADO DE UNA BOMBA CRDI

I.- OBJETIVO

Identificar y compartir con los estudiantes, el funcionamiento de los procesos para la verificación de la bomba de inyección CRDI

II.- CONTENIDOS

4.1. Precauciones previas a la realización del trabajo

4.1.1 Consejos básicos para las operaciones

Para realizar cualquier tipo de trabajo automotriz se debe implementar con un atuendo adecuado como es ropa de trabajo limpia, también debe utilizarse una gorra y calzado de seguridad para evitar cualquier tipo de contratiempos. El vehículo debe ser cubierto, los asientos, y las partes que no vayan a ser intervenidas en el trabajo a realizarse evitando así que estas partes se ensucien.

Seguridad en las operaciones

- Es recomendable que en caso de trabajar más de una persona, cada una de ellas debe estar atenta a la seguridad de las demás para evitar accidentes de trabajo.
- Si se va a realizar trabajos con el motor en marcha, es necesario asegurarse de que el taller esté bien ventilado para no exista aglomeración de gases de escape.
- Cuando se trabaje a altas temperaturas o presiones elevadas, con partes que se encuentren rotando, o vibrando, se debe utilizar equipos de seguridad adecuados y es recomendable tener especial cuidado en evitar lesiones personales.

Preparación de herramientas y medidores

Antes de iniciar el trabajo procure tener toda la herramienta necesaria e la mano, así como los instrumentos de medición como son escáneres, multímetros entre otros instrumentos de medición que sean necesarios para la realización del trabajo sin olvidar también contar con grasas, aditivos, y las piezas de repuesto.

4.1.2. Operaciones de extracción, instalación, montaje y desmontaje

- Se debe realizar los procesos de medición adecuados, para obtener un análisis preciso del problema que presenta el vehículo. Antes de proceder a la extracción de cualquier pieza se recomienda verificar el estado general del ensamble, sin olvidar prestar especial atención a deformaciones y daños del mismo.
- En caso de encontrarse con desmontajes complicados de debe tomar nota de por ejemplo el número de pernos desmontados, el total de conexiones; en el caso de desmontar la bomba de alta presión no se debe olvidar señalar los puntos ubicados en la distribución del motor.
- No olvide trazar marcas de unión para asegurarse de colocar correctamente los componentes en su ubicación de origen. Una vez extraída las piezas limpie y lave si es necesario y ensámblelas luego de realizar una minuciosa inspección para detectar daños, si se detectase alguno sustituya la pieza defectuosa.

Piezas extraídas

- Las piezas extraídas deben ser colocadas en un recipiente separado para no confundir con las piezas nuevas. Las piezas que no son reutilizables como, empaques, retenes, y anillos deben ser sustituidos.

- Por si el cliente quisiera inspeccionar las piezas se recomienda guardar las piezas extraídas.

Extracción e instalación del terminal de la batería

- Antes de empezar cualquier trabajo en el sistema electrónico del vehículo, desconecte el cable negativo de la batería para evitar cortos accidentales que puedan dañar tanto cables como sensores y actuadores. Al desconectar el cable de la batería, primero apague el motor y retire la llave del encendido, verifique que el interruptor de encendido de luces se encuentre apagado, luego de esto afloje la tuerca de sujeción del cable. Realice esta operación teniendo la precaución de no retorcer ni estropear el terminal del cable. Seguidamente desconecte el cable.

Manipulación de piezas electrónicas

- En ningún momento abra la caja de la UCE, a menos que sea rigurosamente necesario ya que si se tocan los terminales de esta, la electricidad estática podría estropear el circuito electrónico.
- Es recomendable no tirar directamente de los cables si no tomar del conector para poder extraerlo. En caso de que los componentes electrónicos se caigan sobre una superficie dura estos deben ser sustituidos por unos nuevos ya que el golpe producen averías.
- Al limpiar el motor con vapor, o agua se debe proteger los componentes electrónicos, los filtros, y las piezas del sistema de emisión. Nunca se debe utilizar llaves de impacto como por ejemplo un martillo para extraer o instalar interruptores o sensores de temperatura.

Instrucciones de seguridad para la manipulación en sistemas common rail

- Para la manipulación en sistemas common rail se prohíbe rigurosamente fumar o comer mientras se trabaja en este sistema. Es primordial desconectar la batería antes de desmontar o desarmar cualquiera de los componentes del sistema common rail.

Nota

- Está totalmente prohibido trabajar en el circuito de alta presión con el motor puesto en funcionamiento. Antes de hacer cualquier trabajo en el circuito de combustible debe leerse con la ayuda de herramientas de diagnóstico en este caso el escáner la temperatura y la presión del diesel con el motor funcionando.

- El desmontaje del circuito de alta presión sólo se lo debe hacer cuando la temperatura del diesel sea menor a 50° Centígrados o 122 ° Fahrenheit, y si la presión en el riel acumulador esté cerca de 0 bares. En caso de no poder comunicarse con la unidad de control se deberá esperar 5 minutos con el motor apagado para poder empezar cualquier trabajo en el circuito.

- Si se va a trabajar con la bomba de alta presión se debe tomar en cuenta que existen elementos que nunca deben ser desmontados como es el caso del desactivador del tercer pistón (figura 6.10), ya que no tiene posibilidad de recambio por que se fabrica conjuntamente con la bomba a la que pertenece, lo mismo sucede con la válvula reguladora de presión (figura 6.11).

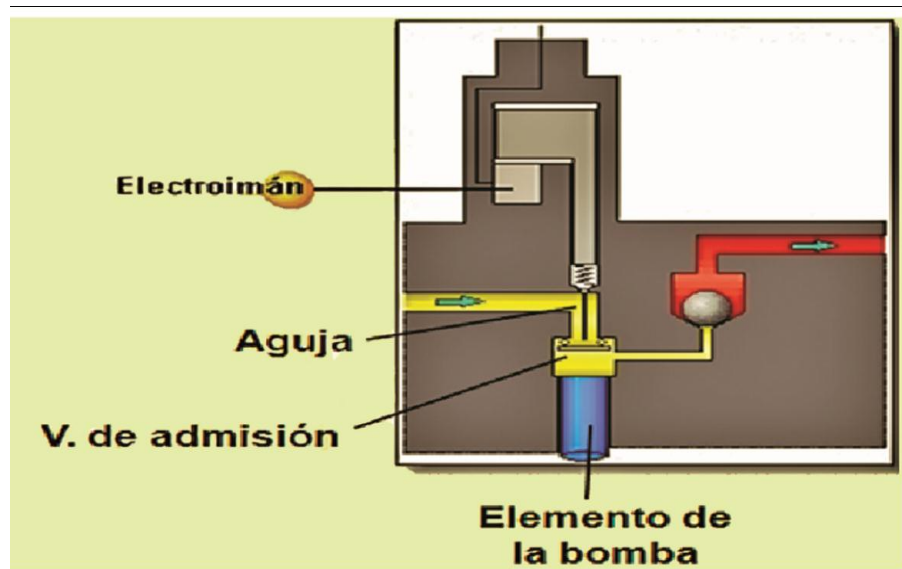


Figura 6.10. Electroimán desactivador del tercer pistón.
Fuente. (De Castro, 2006).

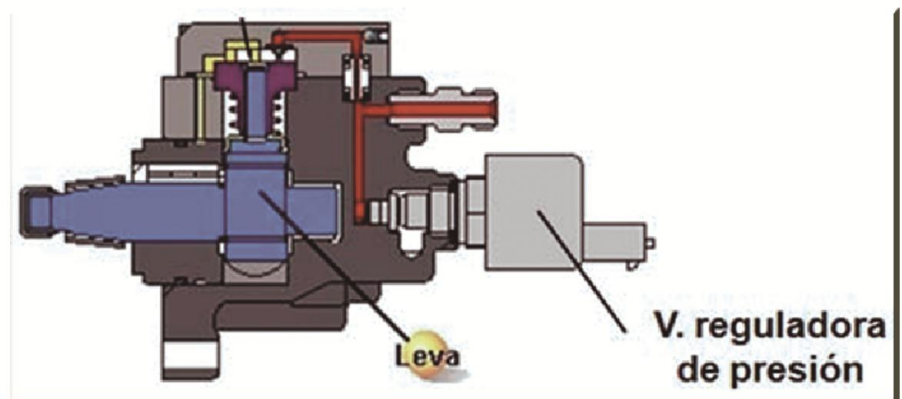


Figura 6.11. Regulador de presión.
Fuente.(De Castro, 2006).

4.1.3. El equipo de diagnóstico

Para poder realizar un correcto diagnóstico en el sistema de alta presión de inyección common rail se necesita un equipo de diagnóstico

compuesto por un osciloscopio, un lector de códigos, un multímetro digital, un vacuómetro, un compresímetro, acompañado con un escáner digital.

4.1.4. El opacímetro

Estos equipos se encargan de medir y analizar las emisiones de gases de escape de los vehículos para determinar si produce gases contaminantes.

Se compone de dos partes muy bien diferenciadas estas son: una cámara de medición que se coloca cercana al vehículo, y una manguera con una sonda de medición que se pone en el tubo de escape.

Proceso de medición

La medición de los gases sigue un protocolo en el que se necesita adquirir los valores de la temperatura del aceite se obtiene este valor mediante la utilización de una sonda específica que se encuentra entre los componentes del opacímetro, la medición se la realiza con el objetivo de determinar si se encuentra dentro de los trabajos de trabajo normales.

Otros valores requeridos para tener un diagnóstico preciso son las revoluciones a las cuales trabaja el motor. En muchos osciloscopios están incorporados los valores límite a los que el vehículo debe funcionar, con lo que se facilita poder dar un diagnóstico.

4.1.5. Multitéster o multímetro

Una corriente eléctrica circula de una manera invisible a través de los cables, lo que hace imposible su comprobación de una manera física, por lo que se hace indispensable un aparato de medición que nos indique no solamente que circula una corriente por un circuito sino también que nos muestre el valor de la tensión, resistencia y también su intensidad.

Un voltímetro y un ohmímetro nos dan estos valores separadamente, pero la facilidad del multímetro de prestar la funcionalidad del voltímetro y el ohmímetro en un solo aparato resulta más práctico ya que este cumple todas estas funciones. Se debe tomar en cuenta que se debe cuidar las escalas de funcionamiento, las más utilizadas son la de 20 V para los 12V de funcionamiento de la batería.

Los multímetros digitales facilitan leer sin dificultad las fracciones de décimas de voltio, estos multímetros tienen una gran precisión al indicar fracciones.

El escáner

La complejidad de los sistemas eléctricos y electrónicos con la que cuentan los vehículos modernos hace necesaria la utilización de equipos de verificación que permitan facilitar la medida de las diferentes medidas de prueba, es así que mediante el escáner podemos apreciar un sinnúmero de componentes con los que cuenta el vehículo y permite diagnosticar de una manera más exacta su funcionamiento y en caso de existir alguna avería se detecta fácilmente.

Así tenemos en el mercado diferentes tipos de marcas de scanner, fabricas como Bosch ha creado la serie de KTS. La serie KTS posee un software con lo que identifica las unidades de mando, lee los valores reales actuales, y los compara con los valores especificados por el fabricante. El desarrollo extenso selectivo del KTS presenta un adaptador para bluetooth USB con un alcance de hasta 100 metros. Además este software posee la configuración para una búsqueda de datos automático, con lo que la disposición de diagnóstico es mucho más instantánea.



Gráfico6.7. KTS series, un nuevo módulo para el sistema de diagnóstico.
Fuente.(GD800, 2012)

Comprobador de sistema hidráulico CRDi

Este comprobador permite diagnosticar de una manera más fácil en caso de que exista alguna avería. El desmontaje del sistema common rail significa un elevado costo y necesita mucho tiempo para su reparación. Por esta razón se desarrolló un comprobador CRDi, con lo que se puede detectar las causas del mal funcionamiento del motor.









Ventajas









- Al realizar un diagnóstico del problema de mal funcionamiento se puede evitar errores de reparación
- Con este comprobador se puede realizar un mantenimiento preventivo y conlleva a un ahorro de gastos innecesarios.
- Se puede realizar una medición directa en el sistema aplicando un manómetro que indica las presiones con la que está operando el motor.

Composición del comprobador

TABLA 4 Elementos del equipo de comprobación para CRDi

Nombre de la pieza	Figura
Caja de herramientas	
Válvula reguladora	
Tapón (para Delphi) M 14mm	
Tapón (para Bosch) M 12mm	
Adaptador para Bosch	

Frasco y soporte	
Tubo visible	
Adaptador manguera de retorno del inyector	
Tapón manguera del inyector	
Guardapolvo	
Indicador de alta presión	
Conector del adaptador (para Delphi antiguo)	
Conector del adaptador (para Delphi nuevo)	
Conector del adaptador	

(para Bosch)	
Cable de control para la PRV	
Indicador de vacío	
Indicador de baja presión	
Tubo de conexión del indicador	
Adaptador de conexión	
Adaptador de conexión con manguera	
Manual del usuario	

Fuente. (Nextek, 2009).

Equipamiento para la comprobación de las bombas common rail

En la actualidad los sistemas de inyección modernos en nuestro medio se han incrementado de una forma acelerada. Bosch desarrolló el banco de pruebas de bombas de inyección de alta presión para sistemas common rail, con lo que resulta posible la revisión del estado de funcionamiento de estas bombas. La ventaja de este banco de pruebas es que una vez que la bomba desmontada se conecta al banco de pruebas, los pasos de las pruebas que se realiza a las bombas se ejecutan automáticamente. Pudiendo observarse pruebas de caudal y de presión.

Tablas de diagnóstico sistemas CRDi

Tabla 5. El motor no arranca.

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
El motor no arranca	Batería en mal estado o baja de carga.	Verificar estado y carga de la batería.	Llenar los vasos con electrolito, cargar la batería, o cambiar en caso de ser necesario.
	Interruptor de corte por inercia.	Verificar el cableado del mismo.	Reparar el cableado o cambiar el interruptor inercia.
	Inmovilizador (si lleva).	Conectar un aparato de diagnosis y verificar el sistema del inmovilizador.	Reparar el cableado, cambiar la unidad de mando inmovilizador o sustituirlo.
	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.
	Sistemas de precalentamiento.	Verificar los calentadores y el tiempo de precalentamiento.	Reparar cableado, sustituir calentadores, o relé de precalentamiento.
	Comprobar la	Conectar un manómetro	Reparar la posible fuga

El motor no arranca	presión de cebado de la bomba de alta presión.	de presión en el circuito de alimentación de combustible de la bomba de alta presión y comprobar la misma y la bomba alimentadora.	de combustible, el cableado de la bomba de alimentación.
	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sensor de posición del árbol de levas.	Verificar que la señal que le llega a la unidad de mando motor de este sensor es la correcta.	Reparar el cableado o cambiar el sensor.
	Sensor de posición del pedal acelerador.	Verificar su buen funcionamiento mecánico, que no esté cortocircuitado, cortado y que la señal entregada a la unidad de mando motor sea la correcta.	Reparar el cableado, realizar el reglaje o cambiar el sensor
	Sensor de posición del cigüeñal.	Verificar que no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o cambiar el sensor.

	Señal de los inyectores.	Verificar que los inyectores no estén cortados o cortocircuitados y que la señal que les llega es la correcta y en el tiempo de inyección correcto.	Limpiar los inyectores, reparar el cableado o sustituirlos.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.

Tabla 6. Falla de potencia.

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
Falla de potencia	Batería en mal estado o baja de carga.	Verificar estado y carga de la batería.	Llenar los vasos con electrolito, cargar la batería, o cambiar en caso de ser necesario.
	Falta de presión de compresión en el motor.	Comprobar la presión de compresión.	Reparar el motor.
	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sensor de posición del pedal acelerador.	Verificar su buen funcionamiento mecánico, que no esté cortocircuitado, cortado y que la señal entregada a la unidad de mando motor sea la correcta.	Reparar el cableado, realizar el reglaje o cambiar el sensor.
	Sensor de posición del pedal de freno.	Verificar su buen funcionamiento mecánico, que no esté cortocircuitado, cortado y que la	Reparar el cableado, realizar el reglaje o cambiar el sensor.

Falla de potencia		señal entregada a la unidad de mando motor sea la correcta.	
	Señal de los Inyectores.	Verificar que los inyectores no estén cortados o cortocircuitados y que la señal que les llega es la correcta y en el tiempo de inyección correcto.	Limpiar los inyectores, reparar el cableado o sustituirlos.
	Sensor de flujo de masa de aire aspirado.	Verificar el cableado y comprobar el sensor.	Reparar el cableado y/o sustituir el sensor.
	Sensor de presión absoluta del colector de admisión.	Verificar que la señal de presión que envía a la unidad de mando sea la correcta y coincide con la presión existente.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sistema de limitación de la presión del turbo.	Comprobar la válvula y la electroválvula de limitación del turbo, su alimentación en tensión y realizar una prueba del turbocompresor.	Reparar el cableado o sustituir la válvula y/o la electroválvula.

	Sensor de temperatura del motor.	Verificar que el sensor no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sistema de recirculación de gases de escape EGR.	Comprobar la válvula y la electroválvula EGR y su alimentación en tensión.	Reparar el cableado o sustituir la válvula y/o la electroválvula.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.
	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.

Tabla 7 Humo negro.

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
Humo negro	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.
	Falta de presión de compresión en el motor.	Comprobar la presión de compresión.	Reparar el motor.
	Sistema de recirculación de gases de escape EGR.	Comprobar la válvula y la electroválvula EGR y su alimentación en tensión.	Reparar el cableado o sustituir la válvula y/o la electroválvula.
	Sensor de flujo de masa de aire aspirado.	Verificar el cableado y comprobar el sensor.	Reparar el cableado y/o sustituir el sensor.
	Sensor de temperatura del motor.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sensor de temperatura de aire	Verificar que el sensor no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la	Reparar el cableado o sustituir el sensor

Humo negro		correcta.	
	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Señal de los inyectores.	Verificar que los inyectores no estén cortados o cortocircuitados y que la señal que les llega es la correcta y en el tiempo de inyección correcto.	Limpiar los inyectores, reparar el cableado o sustituirlos.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.

Tabla 8 Humo blanco/azul.

AVERÍA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
Humo blanco/azul	Consumo de aceite.	Comprobar el nivel de aceite del motor.	Reparar y llenar de aceite el motor.
	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.
	Fuga en los cilindros.	Realizar una prueba de fuga en los cilindros.	Reparar el motor.
	Sensor de presión absoluta del colector de admisión.	Verificar que la señal de presión que envía a la unidad de mando sea la correcta y coincide con la presión existente.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sistema de recirculación de gases de escape EGR.	Comprobar la válvula y la electroválvula EGR y su alimentación en tensión.	Reparar el cableado o sustituir la válvula y/o la electroválvula.
	Sensor de temperatura del motor.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.

Tabla 9 Falsas explosiones del motor.

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
Falsas explosiones del motor	Batería en mal estado o baja de carga.	Verificar estado y carga de la batería.	Llenar los vasos con electrolito, cargar la batería, o cambiar en caso de ser necesario.
	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.
	Sistema de recirculación de gases de escape EGR.	Comprobar la válvula y la electroválvula EGR y su alimentación en tensión.	Reparar el cableado o sustituir la válvula y/o la electroválvula.
	Sensor de temperatura del motor.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.

Falsas explosiones del motor	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no esté cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Señal de los inyectores.	Verificar que los inyectores no estén cortados o cortocircuitados y que la señal que les llega es la correcta y en el tiempo de inyección correcto.	Limpiar los inyectores, reparar el cableado o sustituirlos.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.

Tabla 10 Variaciones al ralentí.

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
Variaciones al ralentí	Calado de la Distribución.	Verificar el calado de la correa de distribución.	Realizar de nuevo el calado de la distribución.
	Sensor de flujo de masa de aire aspirado.	Verificar el cableado y comprobar el sensor.	Reparar el cableado y/o sustituir el sensor.
	Sensor de presión de combustible.	Verificar que el sensor no este cortado o cortocircuitado y que la señal que envía a la señal de mando es la correcta.	Reparar el cableado o sustituir el sensor.
	Señal de los inyectores.	Verificar que los inyectores.	Limpiar los inyectores.
		No estén cortados o cortocircuitados y que la señal que les llega es la correcta y en el tiempo de inyección correcto.	Reparar el cableado o sustituirlos.
	Electroválvula de corte del 3ª pistón (Bomba de alta presión).	Verificar su buen funcionamiento mecánico, que no esté cortocircuitado, cortado y que la señal entregada a la unidad de mando	Reparar el cableado, o cambiar la bomba.

		motor sea la correcta.	
	Comprobar la presión de cebado de alta presión.	Conectar un manómetro de presión en el circuito de alimentación de combustible de la bomba de alta presión y comprobar la misma y la bomba alimentadora	Reparar la posible fuga de combustible, el cableado de la bomba de alimentación.
	Unidad de mando del motor.	Verificar que las alimentaciones y las masas lleguen correctamente.	Reparar el cableado, codificar la unidad de mando motor o sustituirla.

Fuente. (Autores).

Mantenimiento preventivo que se realiza al sistema CRDi

Un mantenimiento preventivo al sistema de alta presión puede asegurar un tiempo de vida largo al circuito antes mencionado. Dado que el combustible en Ecuador no tiene estándares de calidad altos es recomendable realizar los cambios de filtros de acuerdo con lo recomendado por el fabricante. Es recomendable que la cantidad de combustible no baje menos del $\frac{1}{4}$ del nivel ya que si esto sucede no solo puede presentar avería en la bomba eléctrica que está en el tanque sino que puede perjudicar a la bomba de alta presión ya que el combustible sirve como refrigerante de ésta. Con un buen mantenimiento preventivo se puede conseguir un largo tiempo de vida de los sistemas que componen el circuito de alta presión.

III.- Desarrollo de talleres (Práctica)

TALLER N ° 4

Tema: PROCESOS PARA LA VERIFICACIÓN DE LA BOMBA CRDI BOSCH

Objetivo: Demostrar que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula, les permita describir y explicar cuáles son los procesos para la verificación de la bomba CRDI, en forma práctica y aplicada.

Actividades

1.- Se formarán 3 grupos de estudiantes; cada uno de los grupos debatirán sobre un proceso de verificación de la bomba.

2.- Una vez conformado los grupos, se nombrará una persona que será la persona encargada de exponer los resultados del análisis y descripción de cada uno de los procesos de verificación.

3.- La evaluación de cada uno de los grupos será en base a resultados, es decir de los conocimientos teóricos sobre los procesos para la verificación de la bomba CRDI.

IV.- Evaluación de la Unidad N° 4

Cuestionario

1. ¿Qué cuidados debe tener antes de realizar las operaciones de extracción, instalación, montaje y desmontaje?

.....

2.- Indique las instrucciones de seguridad para la manipulación en sistemas common rail.

.....

3.- Explique cuál es el funcionamiento de los siguientes equipos de diagnóstico.

Multímetro.-

Osciloscopio digital.-

Opacímetro.-

Vacuómetro.-

Scanner.-

Compresímetro.-

4.- Complete el cuadro

AVERIA	POSIBLE CAUSA	COMPROBACIÓN	SOLUCIÓN
VARIACIONES AL RALENTÍ	Electroválvula de corte del 3ª pistón (Bomba de alta presión)
	Comprobar la presión de cebado de alta presión
	Unidad de mando del motor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Mediante los procesos de investigación requeridos para la elaboración del manual didáctico hemos podido recopilar una serie de información que nos ayuda a realizar las siguientes conclusiones.

1. La válvula dosificadora de combustible se conecta a la unidad de control electrónico mediante señales PWM. Cuando está abierta permite el retorno del combustible en caso de no estar recibiendo una señal de 5V. Cuando la presión varía (aprox. 1mm a 1500bar) se produce un cambio de resistencia a través del puente de resistencias para 5 V. Este cambio de la tensión es del orden de 0 a 70mV (en función de la presión) y luego se amplifica por el circuito de evaluación de 0.5a 4.5V para que la válvula se cierre y envíe el combustible hacia el pistón compresor de la bomba de alta presión.

2. La bomba de alta presión presenta valores de 58143KPa o que también es 581, 43 Bar de presión de combustible, cuando el motor de la camioneta se encuentra en ralentí; en mediana carga es decir cuando el pedal del acelerador se oprime a la mitad de su recorrido la bomba presenta presiones de 112960 Kpa o también 1129,6 Bar; y cuando el pedal acelerador es oprimido al máximo lo que también se conoce como altas cargas la bomba envía al riel de inyectores valores de presión de 151210 Kpa o también 1512,1Bar.

3. Cuando se realice cualquier tipo de operación en el sistema de alta presión se debe tomar en cuenta que está estrictamente prohibido trabajar en dicho sistema con el motor funcionando y que el desarme del circuito de combustible sólo puede realizarse cuando la temperatura del diésel sea menor de 50°C (122 ° F) y la presión del riel esté cerca de 0 bares. Además cuando se trata de trabajar con la bomba de alta presión,

hay que tener en cuenta que algunas de sus partes no deben ser desmontados, por ejemplo, el desactivador del tercer pistón.

RECOMENDACIONES

1. Mediante la utilización del escáner, el osciloscopio que se encuentran en los talleres de mecánica de la Universidad Técnica del Norte sugerimos que se realice un diagnóstico periódico al sistema de alta presión de la camioneta Amarok que se encuentra en dicho taller. Dicha práctica además de saber el estado de funcionamiento de la camioneta, ayudará a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz a conocer el funcionamiento del sistema antes mencionado.

2. Es recomendable implementar en el taller de la carrera un escáner KTS de Bosch ya que mediante éste se puede obtener información real del estado del sistema de alta presión de la camioneta, lo que garantizará que el mantenimiento realizado sea el correcto.

3. Para realizar un diagnóstico correcto del estado de funcionamiento del sistema de alta presión se recomienda la implementación de un banco de pruebas Bosch para bombas de alta presión common rail en el taller de la carrera, con ello se obtendrá los datos exactos ya que este banco es la herramienta de control del sistema que recomienda el fabricante.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Bosch, R. (2005). Manual de la técnica del automóvil 4 edición. Alemania. Código 629 287 V35.

Canarias, G. d. (s.f.). Obtenido de <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/udg/pro/Redveda/profesor/formac/tutoria1/modulo03/conc-mod.htm>

Ceac, E. (2003). Manual ceac del automóvil. Barcelona: Ceac. Código 629 629 G55.

Celani, V. (2007). Curso de inyección electrónica common rail. Argentina.

De Castro, M. (2006). Sistemas electrónicos de la inyección diesel. Barcelona, España: CEAC.

GD800, A. (2012). Obtenido de es.aliexpress.com/item/2012-Newly...Autosnap.../536895468.html.

Meganeboy, D. (2011). Bombas de inyección rotativas. Obtenido de http://www.aficionadosalamecanica.net/bombas_de_inyeccion.htm.

Meganeboy, D. (2012). Aficionados a la mecánica. Obtenido de Sistemas de inyección diesel Bosch. <http://www.aficionadosalamecanica.net/diesel-sistemas.htm>.

Nextek. (2009). www.NEXTEK.COM. Obtenido de www.nex-tek.com SLT ALEX.

SENATI. (2012). Manual de inyección electrónica. Obtenido de www.senati.edu.pe/web/sites/default/files/publicaciones/senati_boletin_59_0.pdf.

Volkswagen. (2008). Service Training Programa didáctico. 351 Sistema de inyección Common Rail del motor 3,0 I V6. Diseño y funcionamiento.

Chuchon, C. P. (s.f.). Curso_ inyectores_ CRS – Diesel _ Art _ Perú.

Jiménez, D. G. (2010). Proyecto de ingeniería.

José, B. (2010). Volkswagen Amarok.

S.A. (s.f.). Historia del Volkswagen. Obtenido de www.avwc.org/castella/historiavw.htm.

soribd. (2010). diesel-bomba de inyección rotativa. Obtenido de www.soribd.com/doc/motor.

Vicente, C. (2007). Curso de inyección electrónica common rail. Argentina.

.

Bellinati, L. (2005). Corso Sistema di inizione elettronica diesel unijet. Roma.

Meganeboy, D. (2010). Historia del common rail. Obtenido de [www.mecanicavirtual.com/historia common rail](http://www.mecanicavirtual.com/historia%20common%20rail).

Toyota. (2007). GSIC Centro mundial de información Toyota. Obtenido de www.eumed.net/jjrr/pdf/18.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Socialización del trabajo de grado al 10º año.

Fuente. (Autores).



Foto 2. Socialización del trabajo de grado al 10º año.

Fuente. (Autores).



Foto 3. Socialización del trabajo de grado al 10º año.

Fuente. (Autores).



Foto 4. Socialización del trabajo de grado al 10º año.

Fuente. (Autores).



Foto 5. Socialización del trabajo de grado al 10º año.

Fuente. (Autores).

ANEXO. 2 CERTIFICADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología

Ibarra, 16 de Mayo de 2013

CERTIFICADO

Yo Ing. CARLOS MAFLA certifico que los estudiantes ARMAS POSO BOLIVAR DAVID Y VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL, 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 "Modulo Didáctico de la Bomba de alta presión de la camioneta Volkswagen Amarok 4X2" el mismo que fue expuesto a los estudiantes del décimo nivel de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, desarrollado el día jueves 16 de Mayo de 2013, a partir de las 16:00.

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

Atentamente.



Ing. Carlos Mafla
Tutor

16 Mayo / 13 12:00

NOMBRE	CEDULA	FIRMA
Marcos Grancluisa	100880892-3	
Santiago Jimenez	040158692-0	
Luis Lopez	040166046-9	
Diego Andres Guzman Pozo	100298048-8	
CHAYAZA JORGE H.	1003094073	
Carlos Obispo V.	0401395454	
Guillermo David	100330163-1	
Carlos Pajero	844022576-0	
Cristian Molina	040151862-6	
Alvaro Villota	0401633044	
HENRY CHAUCA	100369854-3	
JCEL OBAJDO	00263066-5	
Oscar Pedrera	040160868-2	
Manuel Pozo	040156162-6	
William Jacome	100312775-9	
Anibal Molina	1003303862	
Samuel Cumbalema	100350926-0	
Patricio Frias	040135663-8	
Guamielomá Klexar	040164309-8	

16 Mayo / 13 17:00

NOMBRE	CFDULA	FIRMA
Ruiz Espino D	100293182-2	
CHRISTIAN TALONE	040130069-5	
Sergio Martin Siles Zúñiga	100304707-1	
Alex Tulcanaz	040174702-6	
Stalin I. Gueiroz	040152191-9	
Thordan Céspedes Fajardo	040130050-4	
Diego Haro	100318801-6	
Ana Paredes	040169076-3	
Nadia Falconi	100317668-0	
Bladimir Guacha	040166882-7	
Álvaro Toro	040181534-5	
Damián Vargas	100239867-4	
Fabian Madera	040164662-5	
David Lima	100287962-1	
JEFFERSON ESTÉVEZ ANDRADA	100333222-6	
LUIS PINTO NYALA	100356792-0	
Carlos Ortiz	100322957-0	
Eduar Pastor Wenger	100270712-1	

Tamba Bladimir 100248417-5

Rubén Pacheco 100314531-3

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

Ibarra, 16 de Mayo de 2013

CERTIFICADO

Yo Ing. CARLOS MAFLA certifico que los estudiantes ARMAS POSO BOLIVAR DAVID Y VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL, 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 "Modulo Didáctico de la Bomba de alta presión de la camioneta Volkswagen Amarok 4X2" el mismo que fue expuesto a los estudiantes del décimo nivel de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, desarrollado el día jueves 16 de Mayo de 2013, a partir de las 16:00.

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

Atentamente.



*Ing. Carlos Mafla
Tutor*



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:	040144200-9		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID		
DIRECCIÓN:	IBARRA-RAMÓN ALARCÓN Y AV. JAIME ROLDÓS		
EMAIL:	david.armas@imbauto.com.ec		
TELÉFONO FIJO:	2956338	TELÉFONO MÓVIL:	099580106

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK"
AUTOR (ES):	ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL
FECHA: AAAAMMDD	2013-10-10
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafía

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Armas Pozo Bolívar David, con cédula de identidad Nro. 040144200-9, 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 manifiesta 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 el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de OCTUBRE del 2013

EL AUTOR:

(Firma) 

Nombre: ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID
C.C.: 040144200-9

ACEPTACIÓN:

(Firma) 

Nombre: Ing. Betty Chávez

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, Armas Pozo Bolívar David, con cédula de identidad Nro. 040144200-9, 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 denominado: "MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero 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.

(Firma) 
Nombre: ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID
Cédula: 040144200-9

Ibarra, a los 10 días del mes de OCTUBRE del 2013



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

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

4. 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:	100314476-1		
APELLIDOS Y NOMBRES:	VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL		
DIRECCIÓN:	IBARRA – LUIS A. MARTÍNEZ Y JORGE E. ADUM		
EMAIL:	dannyyacar@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2632018	TELÉFONO MÓVIL:	0997630745

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK"
AUTOR (ES):	ARMAS POZO BOLÍVAR DAVID VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL
FECHA: AAAAMMDD	2013-10-10
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafía

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD


Yo, VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL, con cédula de identidad Nro. 100314476-1, 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.

6. CONSTANCIAS


El autor manifiesta 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 el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de OCTUBRE del 2013

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL
C.C.: 100314476-1

ACEPTACIÓN:

(Firma) 
Nombre: ING. Betty Chávez
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, VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL, con cédula de identidad Nro. 100314476-1, 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 denominado: "MÓDULO DIDÁCTICO DE LA BOMBA DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL DE LA CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK", que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero 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.

(Firma).....
Nombre: VACA ROSERO GUILLERMO DANIEL
Cédula: 100314476-1

Ibarra, a los 10 días del mes de OCTUBRE del 2013