



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**IDENTIFICAR LOS POSIBLES DAÑOS EN ELEMENTOS FIJOS Y
MÓVILES DE UN MOTOR DIESEL DEL LABORATORIO DE
INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UTN, EL
CUAL UTILIZA BIODIESEL PARA SU FUNCIONAMIENTO.**

AUTOR:

ANRANGO ENRIQUEZ RICARDO FABRICIO

DIRECTOR:

ING. MAFLA YÉPEZ CARLOS NOLASCO, MSc.

Ibarra, 2021

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En 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 Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es: "IDENTIFICAR POSIBLES DAÑOS EN ELEMENTOS FIJOS Y MÓVILES DE UN MOTOR DIÉSEL DE LABORATORIO DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UTN, EL CUAL UTILIZA BIODIESEL PARA SU FUNCIONAMIENTO" presentado por el señor: Anrango Enríquez Ricardo Fabricio con número de cédula 100356938-9, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del Jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra a 23 días del mes de septiembre.

Atentamente

Ing. Carlos Mafla Yépez MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003569389		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Anrango Enríquez Ricardo Fabricio		
DIRECCIÓN:	Cda. 31 de Octubre, Fernando Pérez 1-02		
EMAIL:	rfanrangoe@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062 925926	TELÉFONO MÓVIL:	+593962903703

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IDENTIFICAR LOS POSIBLES DAÑOS EN ELEMENTOS FIJOS Y MÓVILES DE UN MOTOR DIESEL DEL LABORATORIO DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ DE LA UTN, EL CUAL UTILIZA BIODIESEL PARA SU FUNCIONAMIENTO.
AUTOR (ES):	Anrango Enríquez Ricardo Fabricio
FECHA: DD/MM/AAAA	12 - 08 - 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO

TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Noloasco Mafla Yépez MSc.

2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 12 días del mes de agosto de 2021

ELAUTOR:

(Firma) 

Nombre: Anrango Enriquez Ricardo Fabricio

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo va dedicado a todas las personas que de alguna u otra forma formaron parte de mi vida durante el período académico. Las mismas que supieron demostrarme su comprensión y tolerancia en medio las diferentes situaciones adversas y negativas que fueron parte de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mis familiares siempre estuvieron al pendiente y nunca descuidaron mi formación académica, ya que su ayuda no hubiese sido posible culminar esta etapa de la vida.

Agradezco a los docentes que supieron impartir sus conocimientos de manera sobresaliente a todos sus estudiantes, De manera especial al Ing. Carlos Mafla Msc. que fue un pilar fundamental que compartió su tiempo y experiencia para la elaboración de este proyecto, extendiendo el agradecimiento a los ingenieros Paúl Hernández y Jorge Melo, asesores del presente proyecto que dedicaron paciencia y conocimiento para la conclusión correcta del trabajo de grado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PAGINA
CERTIFICADO	i
AUTORIZACIÓN DE USO DE PUBLICACIÓN	Error! Bookmark not defined.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
1 CAPÍTULO I	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del Problema	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Delimitación de la investigación	2
1.4.1 Temporal.	2
1.4.2 Espacial.	2
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo General	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	3
1.7 MARCO TEÓRICO	5
1.7.1 Los motores Diesel	5
1.7.2 Funcionamiento	5
1.8 Componentes de un motor diésel	8
1.8.1 Block	8
1.8.2 Camisas	8
1.8.3 Cigüeñal	9

1.8.4	Pistón	10
1.8.5	Segmentos o aros	11
1.8.6	Biela	12
1.8.7	Cojinetes	13
1.8.8	Culata	14
1.8.9	Árbol de levas	15
1.8.10	Válvulas	15
1.8.11	Balancines	16
1.8.12	Bujías de precalentamiento	17
1.8.13	Turbo compresor	18
1.8.14	Bomba de aceite	19
1.8.15	Intercooler	20
1.8.16	Cárter	21
1.9	Unidad de bomba inyector	22
1.10	Sistema Common Rail	23
1.10.1	Elementos del sistema de alimentación	24
1.10.2	Galería de combustible	24
1.10.3	Electrobomba de combustible	25
1.10.4	Filtro de combustible	26
1.10.5	Bomba de alta presión	27
1.10.6	Inyectores y Porta inyectores	29
1.10.7	Técnica de inyección en motores diésel	31
1.10.8	Carrera previa	32
1.10.9	Carrera de alimentación y proceso de inyección	32
1.10.10	Picos inyectores	33
1.11	Sensores	34
1.11.1	Sensor de presión del aire de admisión	34
1.11.2	Sensor CKP	35
1.11.3	Sensor de posición de la mariposa	36
1.11.4	Sensor de oxígeno	36
1.11.5	Sensor de detonación	37
1.11.6	Sensor de Temperatura del motor	37
1.11.7	Sensor de flujo de aire	38
1.11.8	Sensor temperatura del combustible	39

2	CAPÍTULO II	40
2.1	MATERIALES Y MÉTODOS	40
2.1.1	Descripción Osciloscopio FSA 500	40
2.1.2	Cómo funciona:	40
2.2	Equipos	43
2.2.1	EPS 100	43
2.2.2	EPS 205:	43
2.2.3	EPS 708:	44
2.2.4	Extractor de inyectores	45
2.3	MÉTODOS	46
2.3.1	Justificación	46
2.3.2	(Diagnostico) de componentes del motor	47
2.4	Revisión de elementos fijos y móviles del motor	49
2.4.1	Reparación del motor	49
2.4.2	Análisis de componentes del motor	49
2.5	Procedimiento	50
2.5.1	Análisis de los elementos exteriores del motor	50
2.5.2	Procedimiento de cambio de cojinetes de biela y bancada	53
2.5.3	Procedimiento de cambio del kit de distribución	57
2.5.4	Reemplazo de bomba de agua	61
2.5.5	Reparación de inyectores	62
2.5.6	Calibración de válvulas	67
3	CAPÍTULO III	70
3.1	RESULTADOS	70
3.2	Señal de funcionamiento del Inyector	70
3.3	Señal del Inyector – Sensor de presión del riel	71
3.4	Señal del Inyector – Regulador de presión (IPR)	72
3.5	Señal del Inyector – Sensor de temperatura del combustible	72
3.6	Señal del Inyector – Sensor de posición del cigüeñal CKP	73
3.7	Señal del Sensor MAP	75
3.8	Señal del Sensor MAF	76
3.9	Señal del Sensor CMP	76

4	CAPITULO IV	78
4.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
4.1.1	Conclusiones	78
4.1.2	Recomendaciones	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NUM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 1	Ciclos del motor	7
Figura 2	Block de motor	8
Figura 3	Camisas de motor	9
Figura 4	Cigüeñal	10
Figura 5:	Pistones.....	11
Figura 6	Aros de pistón	12
Figura 7	Biela.....	13
Figura 8	Cojinetes	14
Figura 9	Culata.....	14
Figura 10	Árbol de levas	15
Figura 11	Válvulas	16
Figura 12	Balancín	17
Figura 13	Bujías de precalentamiento	18
Figura 14	Turbo compresor	19
Figura 15	Bomba de aceite	20
Figura 16	Intercooler	21
Figura 17	Carter de motor.....	22
Figura 18	Unidad bomba inyector.....	23
Figura 19	Sistema Common Rail	24
Figura 20	Riel de combustible	25
Figura 21	Electrobomba de combustible	26
Figura 22	Filtro de combustible	27
Figura 23	Bomba de alta presión	28
Figura 24	Estructura de la bomba de alta presión.....	29
Figura 25	Portainyectores	30
Figura 26	Toberas del inyector Bosch.....	31
Figura 27	Picos de inyectores	33
Figura 28	Sensor MAP	35
Figura 29	Sensor CKP	35
Figura 30	Sensor TPS.....	36
Figura 31	Sensor de oxígeno	37
Figura 32	Sensor KS.....	37
Figura 33	Sensor ECT	38
Figura 34	Sensor MAF.....	39
Figura 35	Sensor Temperatura de combustible	39
Figura 36	Osciloscopio FSA 500	41
Figura 37	Vista posterior FSA 500	41
Figura 38	EPS 100.....	43
Figura 39	EPS 205.....	44
Figura 40	EPS 708.....	45
Figura 41	Extractor de inyectores	45

Figura 42 Probeta de medición de combustible de retorno de los inyectores	47
Figura 43 Bayoneta de medición de aceite	48
Figura 44 Datos obtenidos por el scanner	50
Figura 45 a) Extracción del combustible en mal estado. b) llenado con combustible óptimo.	50
Figura 46 Limpieza de la bomba auxiliar	51
Figura 47 Conducto de retorno de combustible	51
Figura 48 Instalación de las probetas en los conductos de retorno de combustible..	52
Figura 49 Medición del combustible en las probetas	52
Figura 50 Extracción del aceite del motor	53
Figura 51 Desmontaje de bancadas	53
Figura 52 Coladera de aceite	54
Figura 53 Coladera de aceite	54
Figura 54 a) Extracción de los pernos sujetadores b) Bancadas extraídas	55
Figura 55 a) Bancadas y cojinetes. b) Cojinetes de bancada	55
Figura 56 Cojinetes de biela	56
Figura 57 a) Plastigage. b) Cojinetes de biela	56
Figura 58 Plastigage sobre el cojinete	57
Figura 59 Medición de paso de luz con ayuda del plastigage	57
Figura 60 a) Piñones de árboles de levas. b) Piñón de cigüeñal	58
Figura 61 a) templador en buen estado. b) Templador en mal estado	58
Figura 62 a) Bandas de accesorios. b) Banda de distribución	59
Figura 63 a) Bandas de accesorios. b) Banda de distribución	59
Figura 64 Colocación del protector frontal.....	60
Figura 65 a) Extracción de las bandas. b) Retiro del ventilador	61
Figura 66 a) Motor sin bomba de agua. b) Bomba de agua.....	61
Figura 67 Bomba nueva, bomba antigua	62
Figura 68 Cañerías de retorno de combustible	62
Figura 69 Pernos y sujetadores de inyectores	63
Figura 70 Extractor de inyectores	63
Figura 71 a) Limpieza del inyector. b) Inyectores	64
Figura 72 Comprobador manual de inyectores.....	64
Figura 73 Racha especial para desarmar inyectores.....	65
Figura 74 La imagen muestra el desgaste en la arandela de asiento	65
Figura 75 a) Despiece del inyector. b) Partes del inyector	66
Figura 76 Toberas y agujas del inyector.....	66
Figura 77 Tapa de válvulas	67
Figura 78 Tapa de válvulas	67
Figura 79 Calibrador de láminas	68
Figura 80 Marcas de los piñones de los árboles de levas	68
Figura 81 Señal de funcionamiento del inyector	70
Figura 82 Señal de funcionamiento del inyector y el sensor de presión del riel	71
Figura 83 Señal de funcionamiento del inyector y la válvula IPR.....	72

Figura 84 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor de temperatura de combustible.....	73
Figura 85 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor CKP.....	74
Figura 86 Señal de funcionamiento del sensor MAP.....	75
Figura 87 Señal de funcionamiento del sensor MAF.....	76
Figura 88 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor CMP.....	77
Figura 89 Protocolo EPS 200 Inyector No. 1.....	88
Figura 90 Protocolo EPS 200 Inyector No. 2.....	Error! Bookmark not defined.
Figura 91 Protocolo EPS 200 Inyector No. 3.....	Error! Bookmark not defined.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NUM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla 1	Características de los picos inyectores.....	34
Tabla 2	Ficha técnica del motor Mazda BT-50 CRDi.....	46
Tabla 3	Conexiones del FSA500.....	42
Tabla 4	Especificaciones para la calibración de válvulas.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NUM.	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Anexo A	Protocolo EPS 200 Inyector No. 1.....	88
Anexo B	Protocolo EPS 200 Inyector No. 2.....	89
Anexo C	Protocolo EPS 200 Inyector No. 3.....	90
Anexo D	Protocolo EPS 200 Inyector No. 4.....	91

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo el análisis del desgaste de los elementos fijos y móviles del motor WL-C Mazda BT-50 diésel mediante la determinación del funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores. Para ello se realizó una inspección detallada de los diferentes elementos internos: cojinetes, balancines, válvulas y externos: kit de distribución, bomba de agua, inyectores, con la finalidad de determinar aquellos que habían cumplido su tiempo de vida útil. En el caso de los componentes defectuosos fue necesario reemplazarlos o repararlos tomando en cuenta las especificaciones y los manuales del fabricante. Para el análisis del estado de los sensores y actuadores fue necesario utilizar dispositivos de medición electrónica, este estudio se realizó con la ayuda del osciloscopio FSA500 Bosch, con el cual se obtuvo señales de funcionamiento tanto de sensores como de actuadores del motor. Al analizar los datos obtenidos fue posible determinar el voltaje requerido por cada uno de estos elementos a diferentes revoluciones del motor, en el caso de los inyectores el dispositivo permitió una correcta inspección sobre el tiempo que se requiere para el suministro de combustible y el voltaje requerido durante el tiempo de trabajo. Adicionalmente, se determinó la relación que existe entre sensores y actuadores y cómo éstos influyen en el correcto funcionamiento del motor. Entre los componentes esenciales de un motor diésel están los inyectores que durante el proceso de investigación se encontró que presentaban un excesivo desgaste en sus componentes internos tanto fijos como móviles, los cuales fueron reemplazados con elementos Bosch. Con las modificaciones realizadas al motor y sus diferentes componentes se corrigieron problemas electrónicos y mecánicos, para lograr optimizar su funcionamiento.

ABSTRACT

The main objective of this study is to analyse the deterioration of fixed and mobile elements of the engine WL-C Mazda BT50 diesel by determining the performance of its sensors and actuators. A detailed inspection of the internal and external elements was carried out so that it was determined which elements have ended their life. The faulty elements were replaced or repaired, depending on their condition, following the manufacturer guides. The measurement module FSA-500 Bosch was used in this project to examine the condition of the sensors and actuators by analysing their performance signals. The relationship between the required voltage and engine revolutions was determined for all of the elements. In the case of the injectors, the device measured the time required to supply the diesel and the voltage during the performing time. Additionally, the relationship between the sensors and actuators was found out and how they affect the performance of the engine. Those components were replaced with Bosch elements. With these modifications made to the engine, mechanical problems were corrected and its operation was optimised.

INTRODUCCIÓN

El motor es el elemento principal de un vehículo ya que permite su propulsión y autonomía mediante la transformación de energía térmica a energía mecánica. Para obtener un óptimo rendimiento de este elemento es necesario que sus diferentes componentes mecánicos y electrónicos relacionados con el suministro de combustible funcionen de manera adecuada, ya que de la eficacia de estos dependerán el rendimiento y los gases contaminantes que genera un motor.

Mediante la inspección y análisis de los diferentes componentes internos y externos de un motor es posible determinar los elementos que se encuentran en un estado óptimo para su funcionamiento y aquellos que ya han cumplido su tiempo útil. En algunos casos es viable realizar la reparación tomando en cuenta las especificaciones, medidas y tolerancias que sugiere el fabricante. Además, es posible encontrar elementos que necesariamente deben ser reemplazados ya que su aspecto y funcionalidad no son los adecuados.

En el desarrollo de este proyecto se utilizó un analizador de motores FSA 500-osciloscopio para medir y analizar las señales de funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores del motor Mazda BT-50. Entre los sensores analizados están el sensor de posición del cigüeñal (CKP), sensor de posición del árbol de levas (CMP), sensor de presión del riel de combustible (FRP), sensor de presión de aire (MAP), sensor de flujo de aire (MAF). En cuanto a los actuadores el análisis se realizó en la válvula reguladora de presión (IPR) y los inyectores.

Con la información obtenida de los diferentes ensayos y luego del análisis de estos fue posible determinar los componentes del motor a ser reemplazados o reparados y posteriormente se realizan las pruebas para verificar el correcto funcionamiento del motor WL-C Mazda BT-50 CRD-i.

1 CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Desde sus inicios la industria automotriz al igual que otras fábricas nunca permanecieron estática; el ser humano, estuvo obligado a aprovechar los recursos de la naturaleza con destino a generar desarrollo económico; por otra parte, condujo al desorden dentro de la ciudad y a una contaminación ambiental por carencia de políticas y órganos de control eficientes.

Según la Asociación de Empresas Automotriz del Ecuador (2016), “la industria automotriz ecuatoriana ha generado gran desarrollo tecnológico en los últimos 30 años. Esto responde que contribuye al desarrollo nacional con inversiones, capacitación, tecnología y generación de divisas” demuestra interés de las empresas hacer del producto de calidad; INEC (2016), en relación a la matriculación de vehículos motorizados entre el 2010 al 2015 existe el crecimiento del 57% (1,226.349 a 1,925.368), por sí solas las cifras indican un crecimiento y parte de la economía nacional.

Frente a la demanda importante del parque automotriz moderno y tecnológico; la Universidad Técnica del Norte, y la carrera de Ingeniería Automotriz, especialidad en Mantenimiento Automotriz cuenta los equipos y soportes tecnológicos en el laboratorio de motores de combustión destinados a la preparación técnica que permita la identificación de los elementos y partes que conforman el motor del vehículo.

Dentro del estudio del motor de diésel de la Mazda BT-50 es conseguir el mayor estudio con el análisis, comprobación, establecimiento y determinación de las piezas a ser reemplazadas para alcanzar el funcionamiento eficaz del motor, sin desperfectos mecánicos y tecnológicos, así enfrentar a la necesidad de una sociedad innovadora.

1.2 Planteamiento del Problema

La Universidad Técnica del Norte, y la carrera de Ingeniería Automotriz, especialidad en Mantenimiento Automotriz atiende a la población estudiantil del país. Es necesario

describir la situación en que se desarrolla la carrera técnica, los recursos tecnológicos (equipos) y científicos (contenidos) se encuentran diseñados para cubrir las demandas de la población estudiantil, la institución siempre busca el crecimiento de la oferta educativa sustentada en el modelo constructivista en el cual el estudiante construye su propio aprendizaje a través de la práctica.

La separación entre el estudiante y los recursos (motores dañados) limita al enriquecimiento amplio de la parte teórica y práctica por ende a superar la expectativa del educando y de la institución, es el momento de crear una cultura de corresponsabilidad en el uso de los equipos, instrumentos y otros elementos que son parte de la enseñanza – aprendizaje, así llegar a los estándares de calidad propuesto en la carrera como a disposición de la población; los estudiantes, perciban los cambios de rendimiento durante el funcionamiento del motor a diésel de la Mazda BT50 al ser remplazada por piezas adecuadas; durante la vida del desempeño profesional sabrá desenvolver con mucha eficiencia en este tipo de motores en función de garantizar al cliente que es el mejor aliado.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo identificar los posibles daños del motor a Diésel de la Mazda BT50 – CRDI modelo 2012 con los equipos adecuados de la ingeniería automotriz?

1.4 Delimitación de la investigación

1.4.1 Temporal.

El presente estudio se realizó desde el mes de agosto del 2019 – hasta agosto del 2020.

1.4.2 Espacial.

La investigación se realizó en los talleres de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Demostrar los posibles daños en elementos fijos y móviles del motor a Diésel de la Mazda BT50 - CRDI modelo 2012, mediante la aplicación de todos los procesos de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz para lograr el funcionamiento eficiente.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar los elementos de inyección del motor y determinar su reemplazo o reparación.
- Definir el correcto procedimiento de montaje y desmontaje de los componentes del motor
- Seleccionar y demostrar las pruebas que se realizaran a los elementos de inyección del motor para comprobar su correcto funcionamiento.
- Efectuar pruebas de funcionamiento de sensores, actuadores y comprobar su correcto funcionamiento una vez instalado en el motor.

1.6 Justificación

Las empresas dedicadas a la producción del parque automotor se encuentran en constantes innovaciones, este crecimiento está de acuerdo a las demandas y épocas para satisfacer las necesidades de la población económicamente activa, con características de comodidad, seguridad, confort, rapidez, elegancia y de menor contaminación al ambiente etcétera.

Los objetivos de la matriz energética del Buen Vivir, están diseñados para involucrar la participación de la diversidad poblacional de forma democrática, aprovechar las bondades intelectuales y recursos naturales; el proyecto está sustentado en el objetivo 4, “Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía” el aprendizaje es infinito donde participa la educación formal e informal.

La carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, cuenta con un taller equipado con instrumentación de punta para el diagnóstico de motores a diésel, posterior arreglo y funcionamiento del motor, así hacer de la práctica en un aprendizaje significativo para la vida.

Al momento el taller cuenta con algunos motores sin uso por fallas producidas durante el proceso de las prácticas, esto conlleva a efectuar la repotenciación de motores a diésel de la marca Mazda BT 50 para aprovechar las bondades de este tipo de modelo y volver a usar en posteriores análisis automotrices.

La sustitución de piezas obsoletas por nuevas en cada una de las etapas del motor permite identificar los cambios de rendimiento y por determinar las alternativas de solución de esta manera orientar a un trabajo mediante una comprensión objetiva; los favorecidos directos por la repotenciación son los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.7 MARCO TEÓRICO

1.7.1 Los motores Diesel

Un motor de combustión interna es una máquina capaz de transformar algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica para realizar un trabajo. Según el número de ciclos del motor, los motores de combustión interna se pueden clasificar en motores de cuatro tiempos y motores de dos tiempos. Los motores de cuatro tiempos son los más usados en la actualidad, en la industria automotriz (carros y motos). (Cerpa, R. et al., 2016, pág. 3).

Los motores de combustión están diseñados con la finalidad de aprovechar la energía de combustibles fósiles y transformarlos en energía mecánica, dependiendo de los ciclos de funcionamiento se clasifican en dos tiempos y cuatro tiempos.

1.7.2 Funcionamiento

“Realizan las cuatro fases en cuatro carreras del pistón, es decir, completan un ciclo por cada dos vueltas de giro del cigüeñal” (Gonzales, 2018, pág. 4) .

La energía de motores de combustión interna se obtiene por medio del giro del cigüeñal, para completar un ciclo de trabajo, el pistón debe realizar cuatro carreras al interior del cilindro: admisión, compresión, expansión, equivalentes a dos vueltas del cigüeñal.

1.7.2.1 Admisión

Se realiza el proceso de admisión. El pistón se separa del punto muerto Superior (PMS) descendiendo por el cilindro. Esto genera una depresión en un cilindro que permite su llenado con masa fresca, sin quemar. Las válvulas de admisión están abiertas y las de escape cerradas (Rovira, A. y Muñoz, M., 2015).

Durante el ciclo de admisión se abre la válvula de entrada de aire al cilindro, por medio de la succión que realiza el pistón dentro del cilindro absorbe aire que previamente pasa los filtros de depuración. Este proceso se realiza sin mariposa que límite la cantidad de

aire que ingresa, ya que dicha cantidad debe ser siempre la máxima posible, con la finalidad de que el cilindro quede completamente lleno de aire puro.

1.7.2.2 Compresión

Después de alcanzar el pistón el extremo inferior, y una vez se cierran las válvulas de admisión, el cilindro inicia su ascenso comprimiendo el aire hasta llegar al punto más alto de la carrera. La relación de compresión varía entre 14 y 22 (Yepez, V, 2021).

Al subir el pistón comprime todo el aire que se encuentra dentro del cilindro lo que provoca una reducción de volumen de entre 12 y 22 veces. En esta fase de compresión la temperatura del aire dentro del cilindro se eleva permitiendo una combustión instantánea del gasoil, lo cual da paso al proceso de expansión

1.7.2.3 Combustión

“La elevación de temperatura (440° C) que acompaña la compresión permite una combustión espontánea al inyectar el combustible. Con las válvulas cerradas, la expansión del gas obliga al pistón a descender hasta el punto muerto inferior (PMI)” (Yepez, V, 2021).

Por medio del inyector que se encuentra colocado directamente al interior del cilindro se realiza la dosificación de combustible con un pequeño chorro, la misma que es controlada por el pedal de aceleración, este proceso se lleva a cabo según la cantidad de combustible necesaria por el cilindro. Debido a la enorme presión en la cual debe trabajar la inyección el gasoil es pulverizado en partículas muy finas (niebla).

Las primeras partículas de combustible que tienen contacto con el aire caliente empiezan a inflamarse lo que provoca que todo el combustible se quemara y se transforme en trabajo. El calor desarrollado expande los gases que provocan una presión interna de entre 50 a 90 kilogramos, todo esto dependiendo de la forma de la culata.

1.7.2.4 Escape

“ (Rovira, A. y Muñoz, M., 2015) El pistón vuelve a desplazarse desde el PMI hacia el PMS. Las válvulas de escape continúan abiertas, por lo que el movimiento del pistón permite expulsar los gases quemados hacia la atmosfera” (pág.27).

El ciclo de escape, se abre la válvula por la cual los gases son expulsados hacia el exterior permitiendo que la cámara se encuentre completamente vacía antes de volver a realizar el ciclo de trabajo.

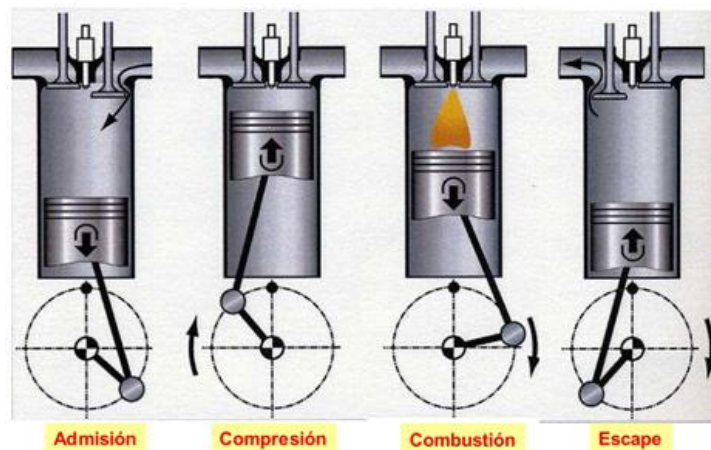


Figura 1 Ciclos del motor

Fuente: (Mecánica, 2015).

- Motores diésel deben su rendimiento a la elevada presión de trabajo que se produce dentro de los cilindros, es importante que los componentes como: camisas, pistones, bielas y culata que deben ser construidas con materiales muy resistentes, robustos y pesados.
- El golpeteo en este tipo de motor es mucho más notable que los motores gasolina sobre todo cuando se encuentra en ralentí.
- La detonación es la aproximadamente del doble de los motores de gasolina, pero cabe recalcar que el combustible no se quema rápidamente, el gasoil se va quemando a medida que va ingresando en la cámara de combustión.

1.8 Componentes de un motor diésel

1.8.1 Block

Este elemento se caracteriza por ser el objeto principal del motor, ya que en él se encuentran alojados todos los elementos que lo conforman, el bloque del motor es un fragmento hecho de hierro fundido y aleaciones especiales para que sea más liviano y disipe con mayor eficacia el calor (Reid, 2008 citado en Otero, S., 2017, pág. 48).

Se considera la estructura básica de los motores donde están alojados los cilindros, cigüeñal, pistones, culata. Según su disposición pueden ser lineales o en v, tienen algunas aberturas en donde van insertados los empujadores (OHV), mecanismos para las válvulas, conductos para el líquido de refrigeración, cojinetes bancadas apuntalados y formando un solo conjunto.



Figura 2 Block de motor

Fuente: (Rodríguez, 2021).

1.8.2 Camisas

Son piezas cilíndricas del tipo seca, mojada y aletada. Tiene como principales funciones: proporcionar un sistema cerrado para la expansión de los gases de la combustión y efectuar el intercambio de calor con el líquido de enfriamiento que circula por las galerías del bloque (camisa mojada) o con el aire del medio ambiente (camisa aletada). También permite el reaprovechamiento/recuperación del bloque en algunos casos (camisas secas) (Mahle, 2012, pág. 4).

Camisa del pistón es un elemento cilíndrico dentro del cual se desplazan los pistones durante el trabajo. Una de las características principales de estos elementos es poseer una superficie lisa la cual permitirá reducir la fricción con los anillos del pistón durante la carrera al interior los cilindros.



Figura 3 Camisas de motor

Fuente: (Motorservice, 2021).

1.8.3 Cigüeñal

El cigüeñal de un motor de combustión interna alternativo es el elemento de la máquina que más sollicitaciones recibe dado que es la pieza encargada de transformar el movimiento lineal de los pistones en un movimiento de rotación que acabará siendo transmitido a las ruedas por medio del sistema de transmisión. Por lo tanto, recibe la energía procedente de la explosión originada en las cámaras de combustión una vez el pistón ha alcanzado el punto muerto superior (GÓMEZ, S., 2018, pág. 10).

Es el componente encargado de cambiar el movimiento longitudinal en movimiento rotativo. Se encuentra alojado por medio de bancadas unidas al block, este elemento utiliza una serie de cojinetes para disminuir la fricción y a la vez realizar la lubricación, la cantidad de manivelas del cigüeñal está determinada por el número de pistones que contenga el motor. La distancia entre la biela y el pistón es aquella que determina la carrera de los pistones.

En el cigüeñal se pueden distinguir algunas partes básicas, por ejemplo:

- Muñequillas para el apoyo en la bancada.
- Muñequillas para el acoplamiento de las bielas.
- Contrapesos y manivelas.
- Engranajes de Mando y platos.
- Taladros para el engrase.



Figura 4 Cigüeñal

Fuente: (AutoMexico, 2019).

1.8.4 Pistón

El pistón se mueve hacia arriba y hacia abajo y es una parte vital del cilindro. Cada uno tiene de dos a cuatro segmentos, el segmento superior es el de la compresión, y sirve para evitar fugas de gases. El segmento inferior es el de engrase y sirve para limpiar las paredes del pistón de aceite cuando se realiza la carrera descendente. (Roshfrans, 2020)

El pistón es uno de los componentes que forma parte del mecanismo de funcionamiento de un motor, también conocido como émbolo, se trata de un elemento que se mueve de forma alternativa dentro de un cilindro, interactúa con un fluido que su función principal es la de constituir una capa lubricante.

La energía de los gases de la combustión se transmite al cigüeñal mediante un movimiento alternativo de los pistones y bielas dentro del cilindro.



Figura 5: Pistones

1.8.5 Segmentos o aros

Son elementos circulares elásticos con elevada fuerza de expansión. Tiene como principales funciones: promover el sellado de los gases en la cámara de combustión, hacer el control de la película de aceite lubricante en la pared del cilindro y servir como elemento de transmisión de calor del pistón hacia el cilindro (Mahle, 2012, pág. 4).

Un anillo de pistón es un aro con abertura que encaja en los surcos del diámetro exterior del pistón. La mayoría de los pistones llevan tres anillos: dos para sellado de compresión y uno para lubricación de aceite. Su función primaria es la de formar un sellado entre el pistón y las paredes del cilindro. Estos anillos mantienen un sellado muy preciso en el interior del cilindro para evitar que haya fugas de calor y presión, también previenen que el aceite suba hacia la cámara de combustión.

Los aros nuevos tienen pequeñas irregularidades que desaparecen durante el asentamiento de motor. Para obtener un mejor sellado los anillos pueden tener una pequeña capa de material poroso que es más suave, generalmente hierro colado, con lo cual se acelera el asentamiento.



Figura 6 Aros de pistón

Fuente: (NITRO, 2021).

1.8.6 Biela

La biela es una parte imprescindible en todo motor a combustión, el origen etimológico de mismo proviene de una palabra francesa denominada 'bielle'. La biela es una pieza en forma de barra que presenta articulaciones en ambos extremos y se encuentra presente tanto en los motores de combustión interna como también en los compresores. La misma ha sido diseñada para conectar dos piezas internas, el pistón por un lado y el cigüeñal por el otro” (Motoryracing, 2019, pág. 1).

La biela está constituida por:

- El pie de biela.
- El cuerpo de la biela.
- La cabeza de la biela.

El pie de biela se articula con el pistón mediante un pasador llamado bulón. En su parte interior del extremo que conecta con el pasador del pistón posee un casquillo de bronce, que tiene la función de facilitar el movimiento circular o vaivén de la biela.

El cuerpo de la biela o vástago de biela posee canales para la lubricación y tienen la forma de su perfil en H.



Figura 7 Biela

Fuente: (motor.es, sf).

1.8.7 Cojinetes

Los cojinetes de la biela unen la bielas con el cigüeñal, los semicojinetes pueden distinguirse en el lado de la barra y en el lado de la tapa, donde los semicojinetes del lado de la barra se someten a un esfuerzo considerablemente mayor que los del lado de la tapa. Mediante estos se conduce al cigüeñal la fuerza de ignición generada durante la combustión (KS Kolbenschmidt GmbH, 2017, pág. 6).

Ningún motor puede funcionar sin cojinetes, estos elementos son utilizados para proteger y soportar las piezas rotatorias, permitiéndoles que giren libremente. La biela debe ser capaz de girar libremente en el cigüeñal, este a su vez debe ser capaz de girar libremente en el bloque de cilindros.

Los metales de biela y bancada son del tipo dividido lo cual significa que constan de dos mitades. En los cojinetes de bancada, la mitad superior se coloca en una sección maquinada en la caja de bancada; la mitad inferior se coloca en la tapa de bancada la cual se atornilla en el bloque. En los cojinetes de biela la mitad superior se coloca en la cabeza de biela y la mitad inferior en la tapa de biela.

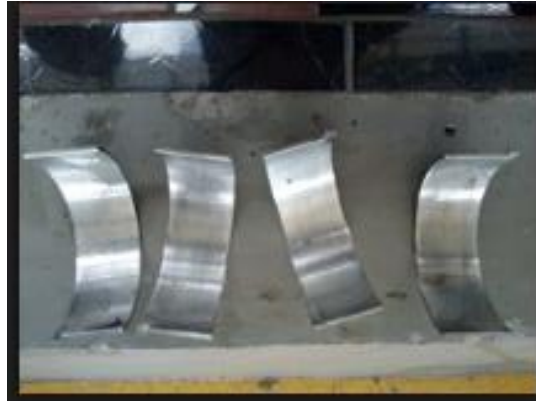


Figura 8 Cojinetes

1.8.8 Culata

Es un elemento del motor, montado en la parte superior del bloque, que cubre los cilindros y forma la cámara de compresión con la cabeza del pistón. Sirve como tapa de los cilindros, y como alojamiento del mecanismo de válvulas y de la cámara de combustión. Se fija al bloque por medio de tornillos o espárragos (SENATI, 2018, pág. 2)

La culata conocida también como cabeza de motor es un elemento metálico fabricado generalmente en hierro fundido o aluminio en aleación, la función principal es alojar las válvulas, árbol de levas y sellar la parte superior de los cilindros con la finalidad de impedir fugas al momento de la compresión.



Figura 9 Culata

Fuente: (ActualidadMotor, sf).

1.8.9 Árbol de levas

Los ejes de levas están fabricados generalmente en aceros de medio contenido de carbono, con el fin de realizarles temple superficial por inducción u otros métodos similares en las superficies de las levas y obtener altos valores de dureza que asegure la resistencia al desgaste pero que no sean muy duros al maquinar (Télles, 2009, pág. 1).

El árbol de levas es un elemento de hierro fundido que regula y controla el movimiento de las válvulas de admisión y de escape el cual está formado por un eje en el cual se colocan distintas levas en cuanto a formas y tamaños estas a su vez están orientadas en maneras diferentes para así activar diferentes mecanismos en intervalos repetitivos.

El árbol de levas es un temporizador mecánico cíclico sus partes son las siguientes:

- Tronco.
- Muñones de apoyo.
- Piñón de accionamiento del distribuidor.



Figura 10 Árbol de levas

Fuente: (motor.es, sf).

1.8.10 Válvulas

Actualmente las válvulas para motores de combustión interna se obtienen a partir de tres pasos reformado a partir de la varilla trefilada forjado en caliente de la proforma en matriz cerrada y un proceso de mecanizado final para lograr alcanzar la tolerancia indicada (Nazareno, Pérez, & Pizano , 2017).

Las válvulas realizan su trabajo con la ayuda del giro que realiza el árbol de levas. La función de estos elementos se basa en abrir y cerrar los conductos de admisión y escape, por los cuales se realiza el ingreso de aire y expulsión de gases de la combustión. Constantemente están sometidos a esfuerzos elevados tanto mecánicos como térmicos, al ser su construcción metálica tienden a sufrir corrosión.

Las válvulas están formadas por la cabeza, el asiento y el vástago. La función de la cabeza de válvula es impedir la fuga de fluido dentro de la cámara de combustión, los tipos de estas son: planas, cóncava y convexa.

El asiento tiene por función realizar un sellado total con el conducto del cabezote, el vástago se puede determinar como el cuerpo de la válvula, su forma alargada y sirve como eje de esta, además de alojar las gargantas de sujeción.



Figura 11 Válvulas

Fuente: (Oryx Parts, 2021).

1.8.11 Balancines

Elemento de la distribución que transmite el movimiento de la leva o de la varilla a la válvula, aprovechando el principio de la palanca. El balancín está generalmente apoyado en un punto intermedio actuando como una palanca de primer grado; pero puede también estar apoyado en un extremo y en tal caso se le llama balancín «tipo dedo» (MotorGiga, 2021).

Los balancines son elementos que forman parte de la distribución y cuya función es transmitir el movimiento de los árboles de levas hacia las válvulas de manera suave de tal forma que eviten el desgaste por contacto entre estos elementos.



Figura 12 Balancín

Fuente: (EUautorecambios, 2021).

1.8.12 Bujías de precalentamiento

Las **bujías de precalentamiento** son parte del sistema eléctrico utilizado en el arranque de los coches con motores diésel. Precalientan la cámara donde sucede la combustión del carburante en cada cilindro, antes y en el momento de arrancar el vehículo, es lo que se conoce como ‘post-heating’ o post-calentamiento (Toyota, 2018).

Las bujías incandescentes se utilizan en motores diésel con inyección directa, el sistema nace para mejorar el arranque en frío y para disminuir las emisiones contaminantes de motores diésel cuando están a baja temperatura.

El filamento calefactor presenta una resistencia casi independiente a la temperatura el filamento regulador tiene un coeficiente positivo PTC, las bujías de hoy en día se caracterizan por alcanzar con mayor rapidez la temperatura necesaria para el encendido 850 grados en tan sólo 4 segundos, la bujía de incandescencia puede continuar funcionando hasta 3 minutos después del arranque.



Figura 13 Bujías de precalentamiento

Fuente: (NGKNTK, sf).

1.8.13 Turbo compresor

Los grupos turbo aprovechan parte de la energía que se desperdicia por los gases de escape para impulsar el aire que entra a través de la admisión. Ese es el resultado de interponer una turbina en la línea de escape conectada a través de un eje con un turbocompresor interpuesto en la tubería de admisión de aire (Llanos, L, 2015, pág. 13).

Está compuesto por un eje con una rueda de turbina en un extremo y una rueda de compresor en el otro extremo, los gases quemados dan el movimiento a la turbina compresora, de esta manera la turbina se impulsa por energía cinética debido a que la rueda de la turbina y la rueda de compresor comparten el mismo eje.

Además, para mejorar el rendimiento, los motores turbo comprimidos suelen contar con un radiador denominado **intercooler**. Lo que hace este radiador es enfriar el aire de admisión tras su paso por el turbo, que ha aumentado de temperatura al comprimirse, perdiendo densidad de oxígeno (Highmotor, sf).

Un turbocompresor sólo funciona de manera eficiente si otros componentes forman parte de todo el sistema debido a que el aire se calienta cuando se comprime, por lo tanto, el intercambiador de calor enfriara el aire caliente procedente del compresor asegurando que más oxígeno llegué al motor, eso hace que el motor sea mucho más eficiente.

La válvula de descarga se utiliza para desviar los fluidos quemados de la turbina cuando hay exceso de gases de escape, por lo tanto, limita la velocidad de rotación de la rueda de la turbina.



Figura 14 Turbo compresor

Fuente: (Motor, 2015)

1.8.14 Bomba de aceite

El aceite lo introducimos por la parte superior del motor que por la ley de gravedad circula hacia abajo siendo depositado en la parte inferior del motor en un recipiente llamado cárter. Al poner en marcha un motor para que funcione de manera adecuada el aceite depositado en el cárter debe recorrer todo el interior del motor y eso se logra gracias a la bomba de aceite.

La bomba es mandada por un engranaje, desde el eje de levas hace circular el aceite a través de pequeños conductos en el bloque. El flujo principal del aceite es para el cigüeñal, que tiene unos taladros que dirigen el lubricante a los cojinetes de biela y a los cojinetes principales. Aceite lubricante es también salpicado sobre las paredes del cilindro por debajo del pistón (mecanicadieselive, 2012).

La bomba de aceite se considera como una especie de corazón que bombea el fluido y lo hace llegar a todos los recovecos. Generalmente está ubicada en el interior del cárter sumergida en el propio aceite, succiona el fluido enviándolo a través del filtro de aceite y luego a todo el motor. La bomba es la encargada de mantener el caudal y la presión

constante por todo el circuito de lubricación, es importante estar pendiente del funcionamiento normal.



Figura 15 Bomba de aceite

1.8.15 Intercooler

El intercooler es, literalmente, un intercambiador de temperatura y sirve para enfriar el calor que pasa por el turbocompresor. El intercooler es una de las seis partes en las que se divide el turbo y una de las más importantes, ya que es imprescindible reducir la temperatura del aire que pasa por esta parte del motor, ya que está expuesto a temperaturas de hasta 700 grados (kilometrosquecuentan, 2020).

Intercooler es un elemento de aluminio, un panel de aluminio con los conductos donde van conectadas las líneas del turbo, este intercooler es de tipo aire –aire. Su funcionamiento es similar a la del radiador del refrigerante, su función es disminuir la temperatura del aire generado a presión por medio del turbo y enviarlo los conductos de admisión.



Figura 16 Intercooler

Fuente: (Repuestoscoches24, 2021).

1.8.16 Cárter

El cárter es un recipiente de aleación de aluminio o acero cuya finalidad es la de ser el recipiente del aceite lubricante del motor, también aísla y sella el bloque del motor en la parte inferior. Esta función la realiza por efectos de la gravedad, al iniciar la bomba del aceite se encarga de suministrar el aceite a todo el conjunto del motor (TalleresyRepuestos, 2021).

Es el contenedor que guarda el agente encargado de lubricar al motor, este objeto también tiene otro uso de importancia y cuál es el área que está en contacto del bloque del motor para prevenir la entrada de contaminantes del exterior ya que dicho bloque contiene componentes esenciales como son el cigüeñal, los pistones y las bielas, fue desarrollada por el británico J Harrison Carter de dónde procede su nombre.

1. Cuerpo del cárter: es el encargado de acumular o contener el lubricante que necesitan los elementos móviles del conjunto motor, además sella el bloque de cilindros por la parte inferior.
2. Juntas del cárter: la función de la junta de cárter es proporcionar un sellado para que no existan fugas del aceite lubricante.
3. Tapón de vaciado: este dispositivo se emplea para realizar el cambio de lubricante cuando el aceite del motor ha cumplido su tiempo óptimo de trabajo.

4. Tornillos de sujeción: estos elementos se encargan de unir y fijar al cuerpo del cárter con el bloque de cilindros por la parte inferior del motor.



Figura 17 Carter de motor

1.9 Unidad de bomba inyector

Cada inyector-bomba se tiene asignado un cilindro en la culata y el árbol de levas del motor acciona los inyectores-bomba, este accionamiento se realiza por medio de unos balancines de rodillo que disponen de un tornillo de regulación para ajustar el juego entre el balancín y el inyector **EUI**. Es necesario reglar este proceso ya que aseguramos que el recorrido del inyector es el suficiente para controlar el caudal e inicio de inyección (TecnoDiésel Murcia, 2019).

La bomba y el inyector forman una unidad completamente sellada, para cada cilindro que posea el motor es necesario ubicar una unidad de inyección, la misma que va a ser accionada por medio de un elemento empujador mediante los balancines ubicados dentro de este elemento, el árbol de levas activa el movimiento de los componentes de inyección.

La presión de inyección de este tipo de bombas llega a alcanzar 2000 bares de presión, por lo general si es que está unido a la parte mecánica y electrónica se puede realizar una dosificación más correcta y disminuir la cantidad de contaminantes. En este proceso la bobina del electroimán se desconecta y la electroválvula es abierta luego de un tiempo determinado llamado también tiempo de retardo.

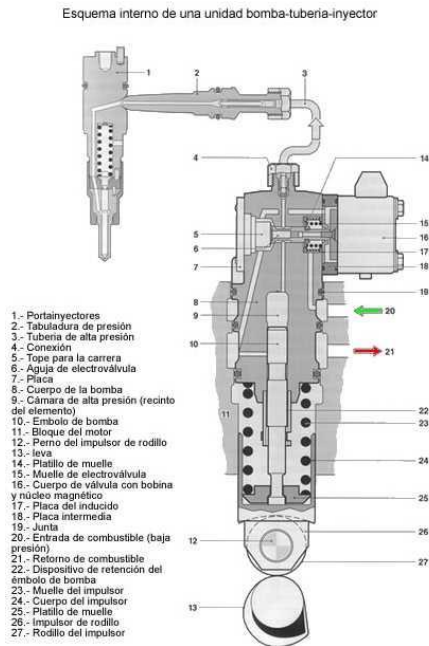


Figura 18 Unidad bomba inyector

Fuente: (Automóviles, 2018).

1.10 Sistema Common Rail

En el sistema Common Rail, la generación y la inyección de presión se realizan por separado, lo que significa que el combustible está siempre disponible y con la presión necesaria para su inyección. La generación de presión se lleva a cabo en la bomba de alta presión. La bomba comprime el combustible y lo envía hasta el riel mediante un conducto de alta presión para todos los inyectores (Bosch, 2020).

La presión de combustible que va a ser enviada dentro de los cilindros se realiza de manera separada; la presión se genera de manera independiente del régimen al cual esté trabajando el motor, además el caudal de inyección está ubicado dentro de un riel común, en el momento que se necesite el caudal una unidad electrónica calcula y envía la presión adecuada y la dosificación correcta controladas mediante una válvula de control electrónico.

Ventajas:

- Una inyección de combustible limpia y muy eficiente debido a las altas presiones inyección y a la inyección múltiple.

- Una alta potencia del motor y un buen funcionamiento, con un bajo nivel de consumo y emisiones.
- Se puede utilizar con todos los modelos de vehículos gracias a su diseño modular (Bosch, 2020).

Según la empresa Bosch, gracias a la elevada presión de inyección de combustible y la inyección múltiple la combustión dentro de los cilindros será óptima y eficiente, dando mayor potencia al motor, además las emisiones de gases de escape serán menos nocivas.

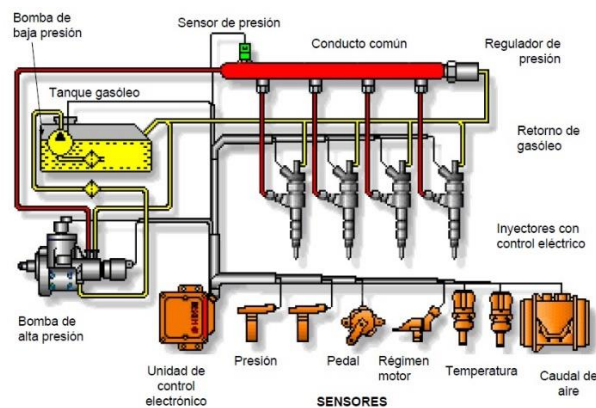


Figura 19 Sistema Common Rail

Fuente: (Autoytécnica, 2017).

1.10.1 Elementos del sistema de alimentación

1.10.2 Galería de combustible

A diferencia del sistema de inyección mecánica en los sistemas de inyección electrónica Common Rail no es necesario un conducto independiente para cada inyector acoplado a la bomba de alta presión. “En el sistema Common Rail, la generación y la inyección de presión se realizan por separado, lo que significa que el combustible está siempre disponible y en la presión necesaria para su inyección” (Talleres Cuenca, 2018).

El sistema Common Rail se diferencia de la inyección mecánica principalmente por poseer un riel común para cada todos los inyectores del motor, los cuales realizan la dosificación de combustible de manera independiente.

La generación de presión se lleva a cabo en la bomba de alta presión. La bomba comprime el combustible y lo envía hasta el orificio del raíl mediante un conducto de alta presión, que actúa como acumulador de alta presión común para todos los inyectores (a él se debe el nombre de «common rail», raíl común). Desde ahí, el combustible se distribuye en cada inyector que, a su vez, lo inyecta en la cámara de combustión del cilindro (Talleres Cuenca, 2018).

La bomba de alta presión de combustible envía el diésel con una elevada presión hacia el riel común que es el encargado de acumularlo para su posterior inyección según los requerimientos y régimen del motor controlados por la ECU.



Figura 20 Riel de combustible

Fuente: (Railcommon.blogspot, 2008).

1.10.3 Electrobomba de combustible

Las bombas de combustible eléctricas de Bosch han sido desarrolladas para el tipo de motor específico y se producen según estrictos estándares de calidad. Deben cumplir con los requisitos principales de operación, el tamaño, la generación de ruido y la vida útil (Bosch, 2020).

Se aplica únicamente en turismos y vehículos industriales ligeros. Junto a la función de suministrar combustible para la bomba de alta presión, tiene además la función de interrumpir el suministro de combustible en caso necesario, dentro del marco de una supervisión del sistema.

La electrobomba de combustible funciona continuamente y de forma independiente del régimen del motor. La bomba transporta así el gasoil continuamente desde el depósito de combustible a través de un filtro hacia la bomba de alta presión. El diésel excedente retorna al depósito a través de una válvula de descarga.



Figura 21 Electrobomba de combustible

Fuente: (Bosch, 2015).

1.10.4 Filtro de combustible

Los elevados requisitos a que se ven sometidos los filtros de combustible de los motores de las nuevas generaciones exigen la utilización de elementos filtrantes especiales, compuestos por varias capas sintéticas y celulosa. Estos elementos filtrantes utilizan un efecto de prefiltrado fino y garantiza una capacidad de acumulación de partículas máxima mediante la separación de las partículas en las respectivas capas filtrantes (Bosch, 2005, pág. 25).

Existe cierta diferencia entre los filtros para motores diésel y motores a gasolina debido al tipo de combustible que utilizan para su funcionamiento. La principal característica es un elemento en el cual el agua que pueda contener el combustible sea retenida.

La función del filtro es doble, de un lado debe impedir el acceso de partículas sólidas al motor y de otro debe evitar que el agua pase a la cámara de combustión. Esta doble función la desarrolla el filtro separador de agua y combustible (Baitra, 2021).

Este tipo de motor trabaja con presiones mucho más elevadas en relación de los motores a gasolina, para realizar la inyección es necesario que no exista presencia de agua ya que

es imposible pulverizarla por los inyectores lo q provoca daños internos en los elementos de inyección.

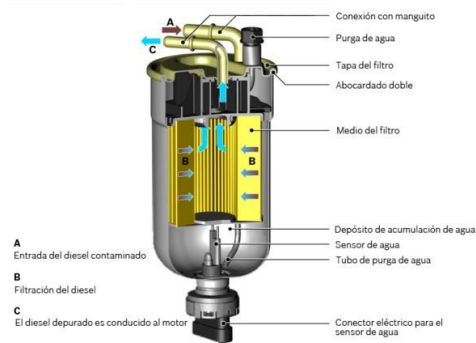


Figura 22 Filtro de combustible

Fuente: (Autoyécnica, 2017).

Es necesario reemplazar estos elementos ya que pueden obstruirse total o parcialmente, esto provoca la obstrucción del paso de combustible derivando en la parada o deficiente funcionamiento del motor.

1.10.5 Bomba de alta presión

1.10.5.1 Funciones

La bomba de alta presión se encuentra en la intersección entre la parte de baja presión y los conductos de alta presión. La bomba tiene la misión de poner siempre a disposición suficiente combustible comprimido, en todos los márgenes de servicio y durante toda la vida útil del vehículo. Esto incluye el mantenimiento de una reserva de combustible necesaria para un proceso de arranque y un aumento rápidos de la presión en el Rail.

La bomba de alta presión comprime el combustible y lo suministra en la cantidad necesaria. Suministra el combustible de forma continua al acumulador de alta presión (riel), gracias al cual consigue mantener la presión del sistema. Es capaz de mantener la presión necesaria incluso a revoluciones de motor bajas, ya que la generación de presión no está relacionada con las revoluciones del motor. La mayoría de sistema Common Rail están equipados con bombas de pistones radiales (Bosch, 2020)



Figura 23 Bomba de alta presión

Fuente: (Posventa, 2019).

1.10.5.2 Estructura

La transmisión de fuerza entre el árbol de excéntrica y los émbolos de alimentación se efectúa mediante el rodillo de rodadura, un anillo de deslizamiento alojado en la excéntrica del eje y la placa de pie de émbolo fijada en la base de los émbolos (Bosch, 2005, pág. 41).

La fuerza utilizada por la bomba para comprimir el combustible se adquiere por medio del elemento conocido como rodillo de rodadura, el cual transmite la fuerza entre los émbolos de alimentación y el árbol de excéntrica.

En general tiene integradas 1 o 2 Electro Válvulas para regular la presión del Rail. Estas válvulas controlan a la Bomba “por entrada” o “por Salida” según el sistema. En algunos sistemas la válvula de regulación de presión (por salida) puede estar en el Rail. En el arranque la Bomba es capaz de generar 200 bares después de 2 vueltas del motor (vdocuments.site, 2015).

La principal función de las válvulas reguladoras mantener la presión adecuada para el óptimo funcionamiento de los componentes del sistema de inyección. El accionamiento

estará determinado por una sola unidad de control electrónico, siendo variable durante todo el tiempo el motor esté en marcha.

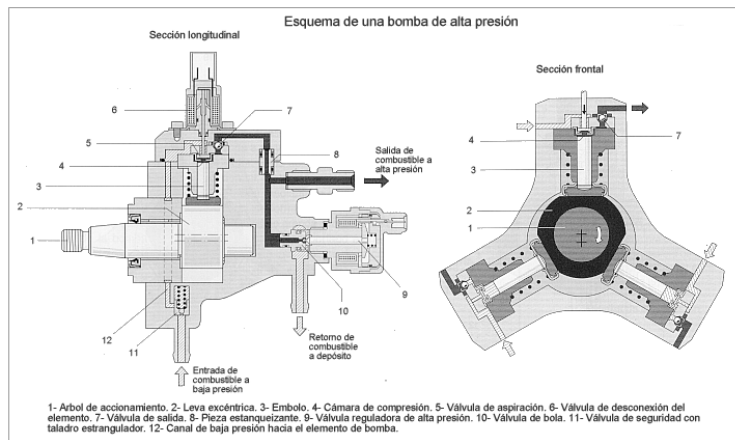


Figura 24 Estructura de la bomba de alta presión

Fuente: (Cuenca, 2018).

1.10.6 Inyectores y Porta inyectores

Los porta inyectores y sus correspondientes inyectores son elementos esenciales en un motor Diésel. Influyen esencialmente en la combustión y, por tanto, en la potencia del motor, sus gases de escape y los ruidos y vibraciones originados. Para cumplir con estos objetivos hay distintos tipos de inyectores y porta inyectores según el tipo de motor y el sistema de alimentación que se utilice (Navas O, pág. 2)

Se definen como componentes de uso esencial dentro del motor y estos actúan en el proceso de combustión e inyección de combustible dependiendo de la potencia que se esté suministrando y de los gases que se lleguen a originar.

Las principales funciones son:

- Determinar el proceso de inyección, ya que es muy importante que la distribución sea exacta tanto como la precisión del caudal dependiendo del giro del cigüeñal.
- Realizar una correcta pulverización y una perfecta distribución de combustible dentro de la cámara de combustión.

- Efectuar la estanqueidad dentro del sistema de combustible que está comunicado directamente a la cámara de compresión.
- Realizar el proceso de inyección por medio de las toberas.
- Los inyectores son los encargados de soportar al elemento llamado porta tobera que se unen por medio de una tubería de alimentación que a su vez está conectada a la bomba de inyección.
- El nivel de combustible es inyectado y la pulverización que se realizan son esencialmente las mismas que cumplen.



Figura 25 Porta inyectores

1.10.6.1 Toberas

La tobera es el elemento, pieza que se encuentra en el extremo de un inyector, siendo parte integrante a este y cuya misión es pulverizar el combustible dentro de la cámara de combustión. Esto se conoce como pulverización o atomización, y la forma de cómo se produce, será la responsable de la combustión total de la mezcla aire -combustible (Motor a Diesel, 2020).

Las toberas deben cumplir las siguientes condiciones:

- Un correcto procedimiento de dosificación de combustible.
- Determinar la geometría dentro de la cámara de combustión.
- Determinar la forma y la dirección del chorro de combustible, además de la fuerza y la pulverización de este.
- Determinar el tiempo de inyección controlado por la ECU.

- Establecer el caudal a ser suministrado dependiendo del ángulo de giro al que se encuentra el cigüeñal.



Figura 26 Toberas del inyector Bosch

1.10.7 Técnica de inyección en motores diésel

Los componentes que realizan la apertura y cierre de la aguja del inyector trabajan alrededor de 1000 millones de veces realizando su carrera durante la vida útil de este elemento, de esta manera están asegurando una perfecta estanqueidad con presiones que bordean los 2050 bares.

Estos elementos además absorben los impactos que se realizan durante la apertura y cierre que son a velocidades elevadas. Están determinados para resistir esfuerzos elevados y son resultantes del fluido que se utiliza para el proceso de inyección. Resiste además alta temperatura y presión que existe al interior de los cilindros del motor específicamente en la cámara de combustión

Dentro de la cámara de combustión se puede llegar a obtener una presión alrededor de 2050 bares, la misma que es equivalente a poner el peso de un auto tipo turismo sobre un centímetro cuadrado

El tiempo de duración de la inyección está alrededor de 1 a 2 milisegundos, el volumen de combustible de la inyección es variable, en los autos tipo turismo podemos encontrar rangos de 1 a 50 milímetro cúbicos, para los vehículos tipo camión tenemos un caudal entre 3 y 300 milímetros cúbicos. El huelgo que podemos encontrar en una aguja de

inyección está alrededor de 2 milésimas de milímetro el cual es 30 veces más pequeño que el tamaño de un cabello humano.

1.10.8 Carrera previa

El embolo que se encuentra al interior de la bomba hace su recorrido hacia abajo debido al giro que le da la leva de accionamiento en esta posición la electroválvula se encuentra abierta y el diésel es presionado mediante el émbolo de la bomba a través del canal ubicado para el retorno hacia la parte de baja presión que es la encargada de la alimentación de combustible

1.10.9 Carrera de alimentación y proceso de inyección

Un pulso de corriente es suministrado a la bobina del electroimán por medio de una unidad de control y tiene un tiempo determinado, de esta manera las agujas ubicadas en la electroválvula son atraídas hacia arriba, lo que provoca un corte de la comunicación entre la cámara de alta presión y los elementos de baja presión.

Este proceso se puede determinar cómo comienzo de inyección electrónica. Cuando la aguja realiza el cierre la electroválvula se puede determinar como un cambio de corriente dentro de la bobina. Este procedimiento es detectado por medio de la unidad de control de esta manera se puede tener los datos exactos al momento del comienzo de suministro ideal de combustible, lo cual además permite tener datos que sirvan para calcular el siguiente proceso de inyección.

La presión del combustible dentro de la cámara denominada de alta presión se eleva por el mismo movimiento que realiza el émbolo dentro de la bomba, este movimiento aumenta la presión dentro del inyector. Cuando se llega a alcanzar la presión ideal para la abertura del inyector se puede obtener una presión de alrededor de 300 bares, en este proceso la aguja del inyector se levanta y el combustible es inyectado hacia la cámara de combustión, este proceso también se determina como comienzo de inyección real. Debido al elevado caudal que existe en la alimentación del émbolo la bomba puede seguir aumentando las presiones que existan durante todo el proceso que dure la inyección.

1.10.10 Picos inyector

Los picos inyector son elementos de extrema precisión, su función es realizar una pulverización fina del combustible dentro de la cámara de combustión del motor. Si la pulverización es óptima el rendimiento que entrega el motor será mayor, además se puede obtener menor consumo de combustible y una emisión reducida de los gases de escape.

Los motores de Nueva Generación incorporan picos inyector que trabajan con parámetros de temperatura elevada y alta presión esto con la finalidad de entregar mayor potencia al vehículo, el objetivo de una correcta pulverización de combustible se debe a que la combustión debe ser lo más completa posible y que los gases de escape no contaminen el medio ambiente.



Figura 27 Picos de inyector

La siguiente tabla muestra algunas de características de los picos inyectoros Bosch con sus respectivas ventajas y beneficios.

Tabla 1 Características de los picos inyectoros

Picos Inyectores Bosch		
CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	BENEFICIOS
Precisión de los orificios de inyección.	Perfecta pulverización.	Completa combustión.
Superficie con adición de cromo.	Mayor durabilidad.	Menos gastos en mantenimiento.
Total, sellado en la línea interna de contacto.	Mayor sellado interno.	No gotea, economía de combustible.

Fuente: (Bosch, 2005)

1.11 Sensores

Un sensor es un elemento transductor. A su vez, un transductor es un dispositivo que puede convertir una forma de energía en otra; específicamente, los sensores del automóvil son dispositivos que captan la posición, rotaciones, caudal, aceleración, temperatura, oxígeno y otras magnitudes fundamentales en el vehículo, y convierten estos fenómenos en señales eléctricas (Tu Taller Mecánico, pág. 6).

Los sensores son elementos destinados a detectar magnitudes que se presenten dentro o fuera del motor, éstos pueden ser físicas o químicas. Entre los datos más utilizados se encuentran: rotación, temperatura, presión, humedad, movimiento, vibración, ángulo de giro entre otras.

1.11.1 Sensor de presión del aire de admisión

El sensor MAP (Sensor de presión absoluta del múltiple) -en inglés Manifold Absolute Pressure- es el encargado de enviar a la computadora la señal que indica los cambios en la presión dentro del múltiple de admisión. Con esta información,

la computadora puede controlar la combustión y el abastecimiento de combustible en distintas condiciones de carga y altitud del motor. (SensorAutomotriz|, 2019).

Este tipo de sensor arroja una señal de acuerdo a la presión que existe en el conducto de admisión, esto a su vez tiene relación con la presión atmosférica, dicho de otra forma, determina absoluta se encuentra en un determinado tiempo dentro del colector de admisión.



Figura 28 Sensor MAP

Fuente: (AutoAvance, 2019).

1.11.2 Sensor CKP

“Los sensores de posición sirven para detectar recorridos lineales y posiciones angulares. Este tipo de sensores son los más utilizados en el automóvil debido a sus diferentes principios de medición” (Auto Crash, 2015). El CKP tienen como misión principal determinar la posición y ángulo de giro del cigüeñal, lo cual permitirá a la ECU determinar la posición del pistón número 1.



Figura 29 Sensor CKP

Fuente: (Automotriz, 2021).

1.11.3 Sensor de posición de la mariposa

El sensor de posición de acelerador es un dispositivo que trabaja como lo hace un potenciómetro rotatorio el cual envía señales a la computadora (ECU), este posee una resistencia lineal que es variable y se alimenta de 5v de tensión, por lo general este el voltaje que suelen tener la mayoría de automóviles y vehículos del mercado y la resistencia que manejan puede variar de manera proporcionada en relación al efecto que causa la señal (Mundo carros, s.f.).

El sensor TPS para motores a diésel está ubicado junto al pedal de aceleración, la función de este tipo de dispositivo es detectar la posición y el ángulo al q se encuentra el pedal y determinar el régimen de giro del motor. El voltaje que requiere este elemento para su funcionamiento son 5 voltios.



Figura 30 Sensor TPS

Fuente: (MundoCarros, 2020).

1.11.4 Sensor de oxígeno

La función que debe realizar este tipo de sensor es medir la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape. Por medio de este dispositivo la unidad de control electrónico calcular la cantidad de combustible con la finalidad de llegar a la proporción correcta de aire y combustible. “La función básica del sensor de oxígeno es determinar si la mezcla carburante presenta exceso de combustible o escasez del mismo. Esto lo hace midiendo la cantidad de oxígeno presente en el humo que se libera por el escape.” (Sensor Automotriz, 2019).



Figura 31 Sensor de oxígeno

Fuente: (TransporteMx, 2019).

1.11.5 Sensor de detonación

El sensor de golpeteo (KS) es una pieza de material piezoeléctrico montado un armazón de metal y se ubica en la parte baja del pleno de admisión reportando el nivel de cascabeleo del motor. Si existe mucho cascabeleo es dañino al motor ya que indica que el tiempo está muy adelantado. Importante que el avance sea retardado hasta que desaparezca el cascabeleo para que el motor funcione lo mejor posible y sin daños mecánicos (Sistema de control de emisiones, 2018).

Sensor KS permite detectar las vibraciones anormales que se producen en el motor ya sea debido a un excesivo adelanto o retraso en el tiempo de combustión. El sensor de golpeteo permite determinar el momento exacto en que deberá realizarse las siguientes combustiones, para evitar posibles daños.



Figura 32 Sensor KS

Fuente: (CódigosObd2, 2020)

1.11.6 Sensor de Temperatura del motor

El sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT está en contacto con el fluido en refrigerante en el cabezote, el bloque o en el colector de admisión. Es un

pasador roscado hueco que tiene una resistencia sellada en su interior (Vangelder K. (2010) citado en Erazo, 2017, pág. 113).

El sensor de temperatura detecta el calor existente del refrigerante dentro del motor con la finalidad de que la unidad de control electrónico puede regular la mezcla de combustible.



Figura 33 Sensor ECT

Fuente: (Motor&Racing, 2019).

1.11.7 Sensor de flujo de aire

El sensor MAF (Sensor de flujo de masa de aire) en inglés Mass Air Flow tiene la función de medir la cantidad de aire que entra al motor. Y transforma estos datos en una señal eléctrica proporcional al flujo de aire y lo envía a la ECU (Universidad Politécnica Salesiana, pág. 2).

Este tipo de sensor se encuentra ubicado entre el filtro de aire y la mariposa. Su trabajo se realiza por medio de la medición de la corriente de aire que es aspirada por el motor. El funcionamiento de este tipo de elementos está basado en una resistencia caliente a la cual se le aplica una cantidad de voltaje constante. La variación de temperatura dentro de este elemento o disminuye la cantidad de voltaje lo cual es la señal que se envía a la ECU.



Figura 34 Sensor MAF

Fuente: (ActualidadMotor, 2021).

1.11.8 Sensor temperatura del combustible

El sensor de temperatura de combustible se encuentra ubicado en el conducto de alimentación que conduce hasta la bomba de alta presión. La función de este elemento determina la temperatura del combustible en un instante de tiempo. “El Sensor de temperatura combustible (G81) es una resistencia NTC (Negative Temperature Coefficient) el cual su resistencia eléctrica decae a medida que aumenta la temperatura del combustible.” (Autoxuga Movil, S.L., pág. 1)

Con la ayuda de la señal que proviene de este sensor la unidad de control es capaz de calcular la densidad del combustible a su vez realizar la corrección para un nuevo cálculo de la cantidad de combustible inyectar, así como regular la presión que se encuentra en el riel de combustible y la cantidad de combustible con la cual es alimentada la bomba de alta presión.



Figura 35 Sensor Temperatura de combustible

Fuente: (MotorDoctor, 2020).

2 CAPÍTULO II

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 Descripción Osciloscopio FSA 500

El manejable FSA 500 de Bosch es el candidato perfecto para analizar los sistemas del vehículo con un coste razonable. El módulo de medición es totalmente autónomo gracias a sus baterías y a su conexión con el PC vía Bluetooth. Su superioridad la demuestra en la comprobación precisa de todos los componentes electrónicos y eléctricos importantes del vehículo. Lo que le convierte en una inversión segura para el futuro (Bosch, 2016).

El dispositivo FSA500 está diseñado para proporcionar un análisis preciso de los componentes tanto eléctricos como electrónicos del motor, siendo de gran ayuda dentro de los talleres automotrices.



Figura 36 Osciloscopio 500

Fuente: (Euroton, 2021)

2.1.2 Cómo funciona:

El FSA500 proporciona ondas de funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores facilitando la interpretación del funcionamiento de trabajo de los componentes. “El generador de señales incorporado simula las señales de los sensores: facilita las pruebas eficientes de los sistemas eléctricos y los componentes electrónicos de un vehículo” (Bosch, 2018).

El funcionamiento del osciloscopio FSA 500 es comparable con los equipos de medición de este campo, la gran diferencia en estos equipos electrónicos se basa en que su funcionamiento es digital a diferencia de los osciloscopios analógicos.

El análisis y diagnóstico de los elementos eléctricos y electrónicos del motor es posible analizarlos con mayor eficacia utilizando los 2 o 4 canales del dispositivo FSA500. “Osciloscopio universal con modo rápido de 2 y 4 canales: elija el modo que se adapte a la tarea para obtener el diagnóstico más eficaz” (Bosch, 2018).



Figura 37 Osciloscopio FSA 500

Fuente: (Bielorrusia, 2021).

1. Correa de transporte con gancho
2. LED A, indicador de estado.
3. LED B, indicador de carga.
4. Interruptor de encendido y apagado
5. Soporte de sensor.
6. Conexión USB.

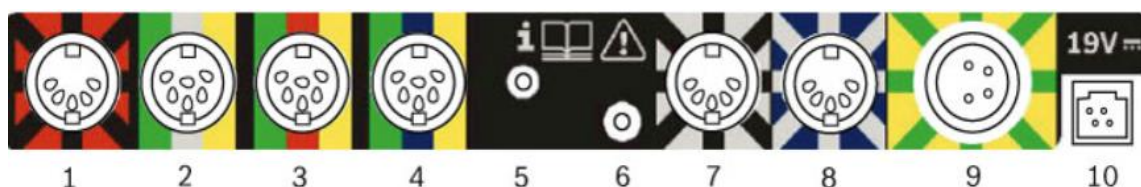


Figura 38 Vista posterior FSA 500

Fuente: (Bielorrusia, 2021).

A continuación, se detalla los colores de los cables de conexión del dispositivo FSA 500 y su respectiva función.

Tabla 2 Conexiones del FSA500

ÍTEM	COLOR CÓDIGO	CONEXIÓN
1	Rojo/negro	Cable de conexión B + / B-
2	Verde o rojo o amarillo	Transductor de medida secundario o sonda de corriente 30 A o sonda de corriente 1000 A o cable adaptador
3	Verde o rojo o amarillo	Cable de medición múltiple CH2 o
4	Verde o azul o amarillo	Cable de medición múltiple CH1 o
5		Acoplamiento con manguera (atmosférico
6		Disparador remoto
7	Blanco/negro	Cable adaptador o disparador con clip para sensor de clip1
8	Azul/blanco	Sensor de temperatura de aceite, aire o IR
9	Amarillo/verde	Cable de conexión primario amarillo / verde (UNI 2)
10		Conexión de la fuente de alimentación
11		Conexión para estación de carga

Fuente: (Bielorrusia, 2021).

2.2 Equipos

2.2.1 EPS 100

El comprobador EPS 100 es de suma importancia al momento de determinar el correcto funcionamiento de los inyectores. “El EPS 100 de Bosch permite comprobar y ajustar la presión de apertura de las porta toberas, analizar la distribución del patrón de pulverización, realizar una prueba de fugas y de las propiedades de vibración” (Bosch, 2020).

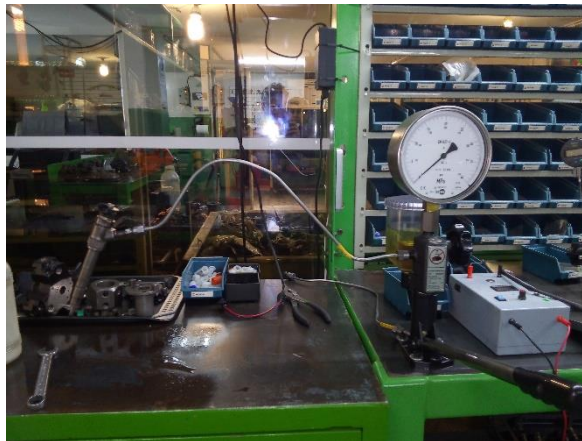


Figura 39 EPS 100

2.2.2 EPS 205:

Características:

- Posee una interfaz para la comunicación con el usuario mediante una pantalla táctil
- Juegos de flujo de retorno de compresión se realiza de una manera simple y sencilla
- Esta herramienta nos permite realizar la prueba del piezo (CRI) además posee una sujeción del inyector de forma sencilla todo tipo de inyectores
- La sujeción de inyectores industriales está disponible varios tipos de adaptadores
- Permite realizar una medición de inyectores con una presión superior a 1800 bares
- Se puede utilizar en inyectores mecánicos DHK y en toberas de tipo UI



Figura 40 EPS 205

2.2.3 EPS 708:

Con la tecnología actual los sistemas Common Rail experimentan presiones muy elevadas y cada vez estos valores aumentan. “Las presiones de inyección a las que funcionan los motores diésel common-rail modernos han experimentado en los últimos años un incremento constante. Hoy son ya habituales presiones de 2000 bares, y la tendencia sigue en aumento” (Robert Bosch, 2020).

Características:

- Posee un sistema de refrigeración integrado y disminuir los niveles el consumo de agua dentro de laboratorio.
- Está equipado con un riel trabaja una presión máxima de 2500 bares.
- Sistema inteligente de autodiagnóstico.
- Medición de caudal se realiza de forma electrónica.
- El control entrega de caudal medir electrónica.
- La presión de alimentación se determina mediante un control electrónico.



Figura 41 EPS 708

Fuente: (Bosch, 2020).

2.2.4 Extractor de inyectores

Es una herramienta que se utiliza para el retiro de los inyectores cuando éstos se encuentran bloqueados en su asiento ya sea por residuos provocados por la combustión y no es posible retirar lo siguen ayuda de este elemento.

Características

- Ideal para el retiro de inyectores muy bloqueados.
- Su trabajo es de tipo mecánico.
- Los tornillos de fijación del cabezal ofrecen su utilización a niveles diferentes.
- Ideal para inyectores Bosch, Delphi, Siemens, Denso.



Figura 42 Extractor de inyectores

2.3 MÉTODOS

2.3.1 Justificación

El parque automotriz desde los inicios a igual que otras áreas industriales el avance es visible con el propósito de satisfacer la demanda de la población; en la misma etapa surgen fuentes bibliográficas sustentadas en los resultados de laboratorio y experiencia diaria en la reparación en éste tipo de motores; para atender la reparación de vehículos a Diésel de la marca Mazda BT-50 2012 – CRDI, el estudio de investigación se basó en el análisis de los elementos fijo y móviles del motor descrito con el empleo de herramientas y equipos tecnológicos que corroboraron al contenido científico, los resultados obtenidos permite ahorrar costos de reparación en relación al tiempo, se encuentran descritos y respaldados con imágenes y datos técnicos.

En la siguiente tabla se detalla la ficha técnica del motor WL Mazda BT-50 diésel modelo 2012.

Tabla 3 Ficha técnica del motor Mazda BT-50 CRDi

Marca	Mazda
Combustible	Gasóleo
Alimentación	Direct Injection
Situación	Longitudinal
Posición del Motor	Delantero
Cilindrada	2500 cc.
Diámetro x carrera	93x92 mm
Válvulas	16 válvulas
Sobrealimentación	Turbo (TGV)
Relación de compresión	18:01
Potencia	105kw a 3500rpm
Par Máximo	330Nm a 1800rpm
Consumo - Medio	8,9L/100Km
Emisiones de CO2	244g/Km (Mazda)

Fuente: (UltimateSPECS, 2021).

2.3.2 (Diagnostico) de componentes del motor

2.3.2.1 Síntomas:

Uno de los primeros indicativos que sugieren una pronta reparación del motor se determina cuando existe un excesivo consumo de aceite, es normal el consumo en bajas cantidades líquido lubricante, ya que los sellos de válvulas son los encargados de realizar la estanqueidad, pero a su vez deben permitir el paso de una pequeña cantidad de aceite para lubricar el vástago de las válvulas.

Si al momento de realizar la aceleración se observa la emanación de humo azul por el escape el significativo de que existe una excesiva cantidad de quema de combustible en los cilindros, sonido disparejo y la excesiva vibración del motor puede ser un indicativo de que existe algún tipo de falla interna.

2.3.2.2 Prueba de inyectores:

Antes de poder hacer una reparación de inyectores es necesario realizar pruebas en el conducto de retorno de combustible de los inyectores para lo cual se procede a poner en marcha el motor a ralentí.

Conectar las probetas de medición con la finalidad es determinar la cantidad de combustible del retorno de cada uno de los inyectores, esta medición arrojará datos concluyentes sobre el estado de estanqueidad de cada uno de los inyectores.



Figura 43 Probeta de medición de combustible de retorno de los inyectores

2.3.2.3 Diagnóstico a través del aceite de motor.

Para realizar el diagnóstico del motor por medio del aceite en primer lugar se procede a poner en marcha el motor con la finalidad de que el aceite realice el recorrido a través de todos los conductos, después de un tiempo en marcha se procede a apagar el motor.

- La coloración en el aceite es un buen indicativo sobre el funcionamiento de los elementos internos, si al retirar la bayoneta el aceite conserva su color original es un indicativo de que su capacidad detergente es reducido ya que un buen líquido lubricante debe tener la propiedad de limpiar elementos móviles internos.
- El nivel de aceite acumulado en el cárter muestra la cantidad de aceite que está siendo consumido por el motor. Durante el trabajo del motor es normal que se consuma una pequeña cantidad de líquido lubricante, el consumo excesivo indica que puede existir desgaste de los elementos internos.
- El olor del aceite permite evaluar la posibilidad de que éste se haya contaminado con combustible o líquido refrigerante
- Dependiendo de la textura del aceite se puede determinar los factores o anomalías de funcionamiento, en el caso que la textura sea más gruesa se procede a la revisión de alimentación de aire.



Figura 44 Bayoneta de medición de aceite

2.4 Revisión de elementos fijos y móviles del motor

2.4.1 Reparación del motor

Las interrogantes más comunes entre los propietarios de vehículos se tratan sobre el tiempo de uso o la cantidad de kilómetros recorridos por su vehículo antes de realizar una reparación de motor. La cantidad de kilómetros que se haya recorrido no es el único parámetro a tomar en cuenta para optar por una reparación ya que esto dependerá de factores internos y externos, entre los más comunes podemos encontrar: el tipo y calidad del aceite lubricante, la confiabilidad calidad y buena respuesta de los elementos instalados.

Se ha mencionado los dos principales aspectos que producen fallas en los motores y que son más comunes, pero también el desgaste de un motor puede darse por los siguientes factores:

- Realizar aceleraciones bruscas cuando el motor está frío puede producir desgaste debido a la fricción entre elementos móviles.
- Circular con el motor a bajas revoluciones acelerar el desgaste debido al golpeteo de los pistones en los cilindros.
- Conducir a revoluciones que no estén acorde con la marcha especificada.
- Los filtros, tanto de aire, lubricante y de combustible no deben ser descuidados de su estado ya que la deficiente calidad o impurezas dentro de los fluidos que circulan al interior de un motor pueden acelerar el desgaste.

2.4.2 Análisis de componentes del motor

La forma de realizar los diagnósticos en motores diésel ha tenido una gran evolución, entre los más comunes emplean los análisis de laboratorio del aceite lubricante el cual determina dentro del motor, las ventajas principales de este análisis son:

- Realizar un mantenimiento predictivo
- Ayuda a prevenir fallas posteriores

- Permite aumentar la vida útil del motor diésel.

2.5 Procedimiento

2.5.1 Análisis de los elementos exteriores del motor

Se procede a conectar el escáner, con la finalidad de obtener los datos de funcionamiento del motor, además de identificar algún tipo de avería en sensores o actuadores.



Figura 45 Datos obtenidos por el scanner

Se realiza un vaciado del depósito de combustible que se encuentra en mal estado, para luego agregar combustible de alta calidad, antes de iniciar el arranque del motor.



Figura 46 a) Extracción del combustible en mal estado. b) llenado con combustible óptimo.

La bomba auxiliar de combustible es extraída del soporte y se realiza un lavado con diésel a presión de los conductos de gasoil.

Debido a que las impurezas no deben ingresar al sistema de inyección se requiere el cambio del filtro de combustible antes de poner en marcha el motor.



Figura 47 Limpieza de la bomba auxiliar

Para comprobar el buen estado de los inyectores de combustible se instala el medidor de niveles de líquidos en cada uno en los inyectores con la finalidad de obtener la medida de volumen de combustible que se genera en el retorno en cada uno de estos elementos. A continuación, se retira la conexión del conducto de retorno de combustible de cada uno de los inyectores y se instala las probetas de medición.



Figura 48 Conducto de retorno de combustible

Se inicia la marcha del motor, conforme este está en funcionamiento, el combustible enviado por el conducto del retorno de los inyectores se va alojando en las probetas de medición.

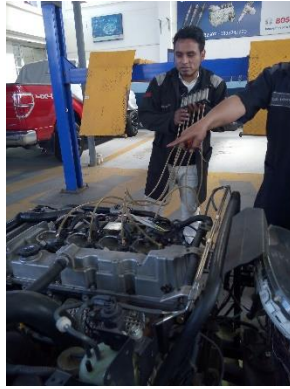


Figura 49 Instalación de las probetas en los conductos de retorno de combustible

Al realizar esta prueba es posible diferenciar que dos de los cuatro inyectores tienen un excesivo nivel de combustible en el conducto de retorno debido al desgaste que existen dentro de estos. (resultado)

La variación del nivel de combustible en 2 de las 4 probetas indica que el elemento de estanqueidad está defectuoso. (resultado).



Figura 50 Medición del combustible en las probetas

2.5.2 Procedimiento de cambio de cojinetes de biela y bancada

El primer paso para realizar el reemplazo de los cojinetes de las bancadas del cigüeñal es el retiro del aceite del motor acumulado en el cárter.

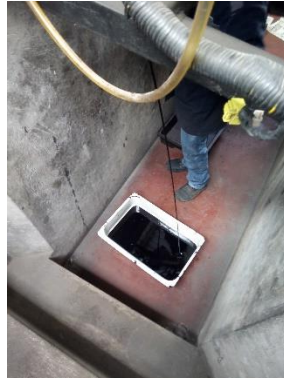


Figura 51 Extracción del aceite del motor

Una vez vaciado el cárter, se procede a desatornillar los pernos de este y despegarlo del motor, para tener acceso a los elementos internos del motor.



Figura 52 Desmontaje de bancadas

Se extrae la cernedera de aceite y la cañería de alimentación de la bomba para facilitar el acceso a los pernos de sujeción de las bancadas y así el trabajo se lo pueda realizar de una forma óptima.



Figura 53 Coladera de aceite

A continuación, se realiza la extracción de la bomba de aceite. Para esto es necesario retirar los pernos que sujetan este componente con el motor.



Figura 54 Coladera de aceite

Se realiza la extracción de los pernos sujetadores de las bancadas con ayuda de la racha 14 y la palanca de fuerza. Al retirar las bancadas es posible realizar el análisis del desgaste en los cojinetes.



Figura 55 a) Extracción de los pernos sujetadores b) Bancadas extraídas

La inspección del estado de los cojinetes se lo realiza de manera visual. Cualquier imperfección que se observe en la superficie de los cojinetes es clara señal de desgaste en estos elementos.



Figura 56 a) Bancadas y cojinetes. b) Cojinetes de bancada

Se desprenden los cojinetes de biela de sus respectivas bancadas, y observamos las imperfecciones en estos elementos. Si los cojinetes presentan rayas en el área de contacto con el cigüeñal son un indicativo de avería de los elementos.



Figura 57 Cojinetes de biela

Para el cambio de cojinetes se debe revisar la holgura de luz de aceite entre el cojinete y el muñón del cigüeñal, con la ayuda del plastigage. En este caso la medida de los cojinetes será STD, tanto de biela como de bancada.



Figura 58 a) Plastigage. b) Cojinetes de biela

Se procede a colocar el plastigage en el cojinete de la bancada del cigüeñal. A continuación, se ajusta adecuadamente los pernos al bloque con las libras-pie especificadas por el fabricante.



Figura 59 Plastigage sobre el cojinete

Se retira la bancada para la inspección del plastigage. Se debe revisar la medida que genera el apriete con la ayuda del calibrador plástico, cuyo valor debe estar entre 0,003 y 0,004 plgs.



Figura 60 Medición de paso de luz con ayuda del plastigage

2.5.3 Procedimiento de cambio del kit de distribución

El primer paso antes de realizar el remplazo del kit de distribución es sincronizar los puntos de referencia de los piñones de los árboles de levas. Se debe tomar en cuenta la marca para sincronizar el punto de referencia en el motor con la muesca en el del piñón del cigüeñal.



Figura 61 a) Piñones de árboles de levas. b) Piñón de cigüeñal

El siguiente paso es retirar el rodamiento templador para poder extraer la banda de distribución. Se debe verificar el estado del templador, para lo cual se gira el rodamiento y en caso de presentarse un sonido inusual esto demuestra que el rodamiento debe ser cambiado.



Figura 62 a) templador en buen estado. b) Templador en mal estado

Se procede a retirar la banda y realizar una inspección visual en el área interna de esta. Si se observa grietas entre los dientes de la banda, se considera que existe desgaste en la banda.



Figura 63 a) Bandas de accesorios. b) Banda de distribución

Si la banda y el templador no se encuentran en buen estado, se debe reemplazar el kit de distribución, teniendo en cuenta la dirección de giro del motor. Para este caso el sentido de giro es a izquierdas y la banda debe ser colocada de acuerdo al sentido de giro marcada en la correa.



Figura 64 a) Bandas de accesorios. b) Banda de distribución

Para finalizar el reemplazo del kit de distribución, se procede a colocar el protector plástico del sistema de distribución.



Figura 65 Colocación del protector frontal

2.5.4 Reemplazo de bomba de agua

Para tener acceso a la bomba de agua se deben retirar las bandas de transmisión de giro y el ventilador que se encuentra acoplado a la bomba de agua por medio de tuercas.



Figura 66 a) Extracción de las bandas. b) Retiro del ventilador

Se procede a retirar los siete pernos de la bomba de agua y se desprende la bomba del bloque de motor. Para la inspección de buen funcionamiento de este elemento es necesario rotar el impulsor, el ruido inusual es muestra de avería en el rodamiento interno.



Figura 67 a) Motor sin bomba de agua. b) Bomba de agua

Se instala la nueva bomba sin olvidar colocar el empaque sellador. El apriete de los pernos de sujeción es de 20 lb/pie.



Figura 68 Bomba nueva, bomba antigua

2.5.5 Reparación de inyectores

El primer procedimiento para la extracción de los inyectores es la desconexión de las cañerías de alimentación y retorno.



Figura 69 Cañerías de retorno de combustible

A continuación, se retira los sujetadores de los elementos de inyección ubicados al costado de cada uno de estos.



Figura 70 Pernos y sujetadores de inyectores

Se procede a extraer los dosificadores de combustible del motor, para lo cual se utiliza un extractor diseñado para este procedimiento. Con la finalidad de evitar posibles daños en el conector eléctrico se debe evitar movimientos bruscos o una presión inadecuada en este componente.



Figura 71 Extractor de inyectores

Antes de realizar el despiece de los inyectores es necesario limpiar y retirar el exceso de hollín acumulado en las toberas para esto se utiliza diésel y un cepillo metálico.



Figura 72 a) Limpieza del inyector. b) Inyectores

Se realiza la prueba de pulverización de combustible para lo cual se utiliza el comprobador manual de inyectores diésel. La finalidad es observar cómo se produce la expulsión del líquido por las toberas.



Figura 73 Comprobador manual de inyectores

Para el despiece del inyector se utilizan las herramientas adecuadas durante la manipulación de estos.



Figura 74 Racha especial para desarmar inyectores

Se procede a realizar la inspección de desgaste en los orificios de alojamiento de la válvula de bola en cada uno de los inyectores. Para ello se realiza un análisis visual por medio de cámaras que permiten obtener imágenes de mayor resolución.

Si se encuentra deformaciones en el orificio de retorno de combustible es un indicativo de la falta de estanqueidad cuando el inyector alcanza la presión determinada de trabajo. Al presentarse deformaciones la válvula de bola no realiza el sellado adecuado, por lo cual el combustible no alcanza la presión de trabajo determinada y el gasoil es enviado al retorno.

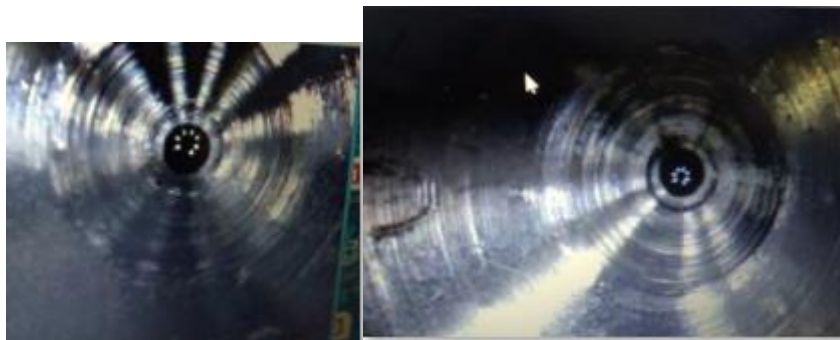


Figura 75 La imagen muestra el desgaste en la arandela de asiento

Se procede al despiece de los componentes superiores del inyector teniendo en cuenta la correcta manipulación y cuidado en este procedimiento.



Figura 76 a) Despiece del inyector. b) Partes del inyector

La inspección de los elementos internos y externo del inyector se la realiza de forma visual, basándose en las especificaciones de fabricación.

Se toma en cuenta los tarados de las toberas para determinar las falencias durante la inyección.



Figura 77 Toberas y agujas del inyector

2.5.6 Calibración de válvulas

La calibración de las válvulas determina la holgura correcta entre el tornillo de ajuste y la válvula garantizando una correcta sincronización del motor. Es indispensable identificar el orden de trabajo de cada uno de los pistones.

Para acceder a las válvulas se retira con cuidado la tapa del cabezote evitando destruir la junta de goma.



Figura 78 Tapa de válvulas

A continuación, se identifican las válvulas de admisión y de escape. En este caso las válvulas de admisión se encuentran al costado izquierdo y las de escape al derecho.



Figura 79 Tapa de válvulas

El proceso de calibración de válvulas se lo realiza con el motor detenido y de preferencia en frío. Para esta acción es necesario la utilización del calibrador de láminas.



Figura 80 Calibrador de láminas

Para la calibración se debe ubicar el pistón No. 1 en el PMS. Para esto las muescas de los piñones de los árboles de levas deben coincidir.



Figura 81 Marcas de los piñones de los árboles de levas

La tabla siguiente indica las medidas de calibración para las válvulas de admisión y escape, las mismas que están determinadas en el manual del fabricante.

Tabla 2 Especificaciones para la calibración de válvulas

ÍTEM			ESPECIFICACIÓN
			WL-C
TIPO			DIESEL 4
NUMERO Y UBICACIÓN DE CILINDROS			LINEAL 4 CILINDROS
CÁMARA DE COMBUSTIÓN			INYECCIÓN DIRECTA
SISTEMA DE VÁLVULAS			DOHC, 16 Válvulas
DESPLAZAMIENTO			2,499 ml
CARRERA			93,0 x 92,0 mm
RELACIÓN DE COMPRESIÓN			18:01
PRESIÓN DE COMPRESIÓN KPa			2,942 (standard) 2,648(mínimo)
SINCRONIZACIÓN	IN	Open BTDC (°)	10
		Close ABCD (°)	30
	EX	Open BBDC (°)	40
		Close ATDC (°)	8
HOLGURA DE VÁLVULAS	IN	mm	0,10-0,16
	EX	mm	0,17-0,23

Fuente: Manual Mazda, 2012.

3 CAPÍTULO III

3.1 RESULTADOS

Las figuras a continuación mostrarán el funcionamiento de los inyectores en relación con los diferentes sensores de funcionamiento del motor.

3.2 Señal de funcionamiento del Inyector

En la siguiente figura se muestra la señal de funcionamiento del inyector con la ayuda del osciloscopio FSA500. Se puede identificar el momento de inicio y final del proceso de inyección.

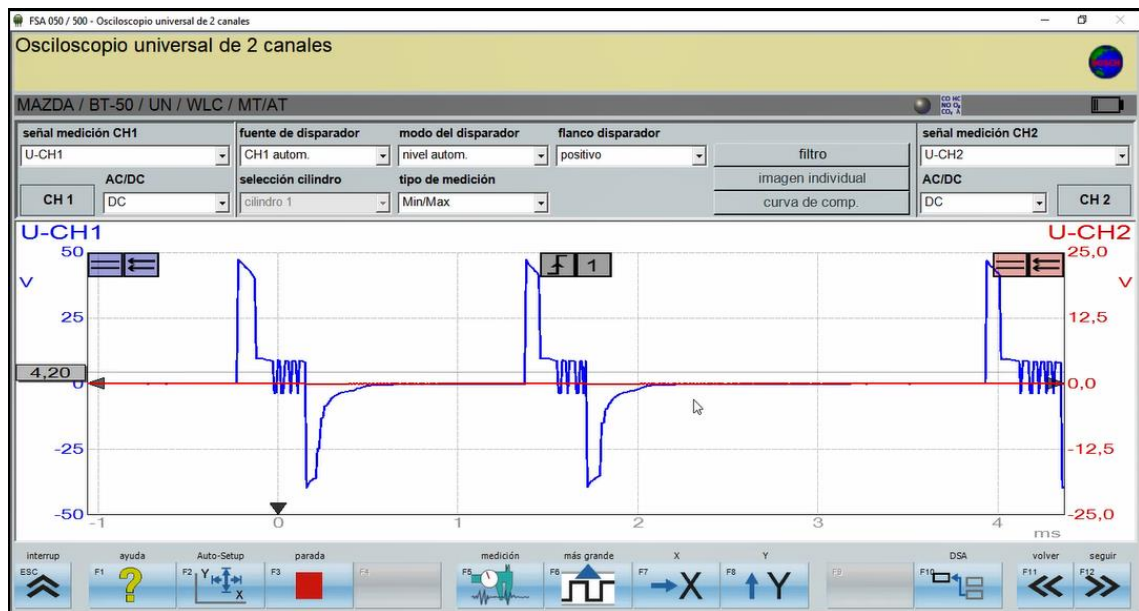


Figura 82 Señal de funcionamiento del inyector

En la gráfica que muestra el osciloscopio, la diferencia entre la subida y caída de tensión durante el tiempo de trabajo de inyector. El voltaje necesario para la apertura de la tobera está alrededor de los 50 voltios.

En la de funcionamiento del inyector se puede observar los parámetros de funcionamiento durante el tiempo de trabajo del actuador, pudiéndose observar:

El voltaje requerido para el funcionamiento del inyector

A: Tiempo de apertura del inyector

B: tiempo de inyección de combustible

C: cierre de la boquilla del inyector.

3.3 Señal del Inyector – Sensor de presión del riel

En la figura 82 muestra en color azul la señal de funcionamiento del inyector durante el proceso de inyección. En rojo se aprecia la forma de señal que el sensor de presión realiza durante el mismo proceso de inyección.

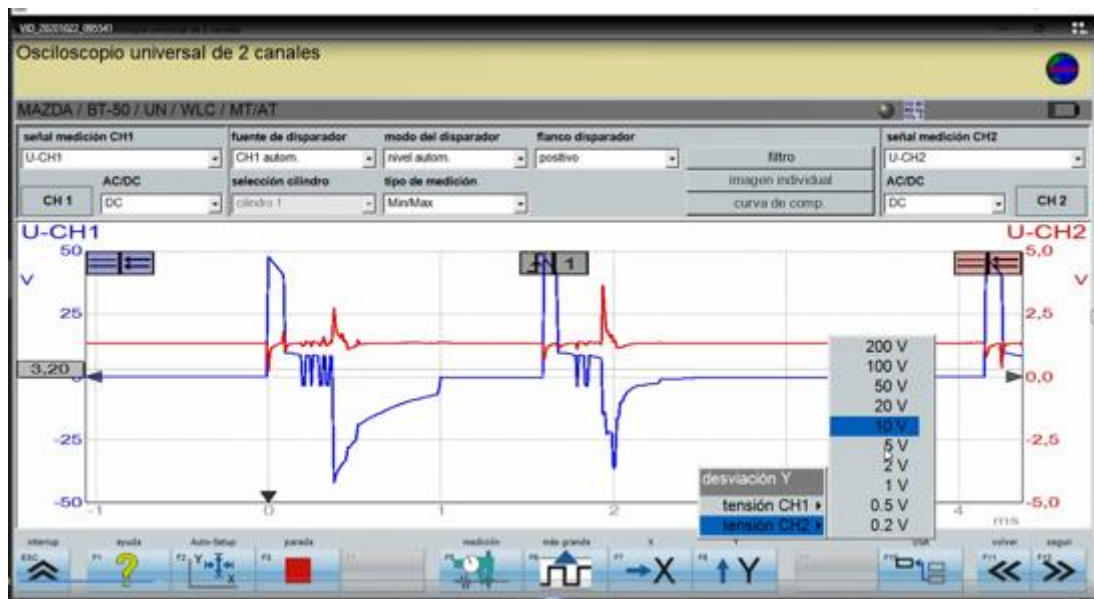


Figura 83 Señal de funcionamiento del inyector y el sensor de presión del riel

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del osciloscopio se puede determinar voltaje de funcionamiento del inyector tomando en cuenta el valor del primer pico mostrado en la Gráfica azul, en este caso el voltaje de funcionamiento de la bobina que controla la apertura de inyección se sitúa los 48 voltios siendo el mismo valor en sentido negativo cuando este trabajo termina.

El valor que muestra el sensor de presión de riel FRT muestra un decrecimiento al momento de la bobina del inyector empieza su trabajo, y durante el proceso de inyección el ecu trata de estabilizar la presión de combustible en el riel, alisar el proceso de inyección el voltaje enviado por este dispositivo aumenta y se estabiliza. El valor predeterminado del sensor FRT encuentra 11.3 voltios su pico de crecimiento puede superar los 3 voltios. Argumentar, está bien la idea, pero dar más detalles

3.4 Señal del Inyector – Regulador de presión (IPR)

Señal de funcionamiento del inyector al momento de acelerar se puede diferenciar en la siguiente el color azul en rojo indica la forma que se comporta el regulador de presión de la bomba.

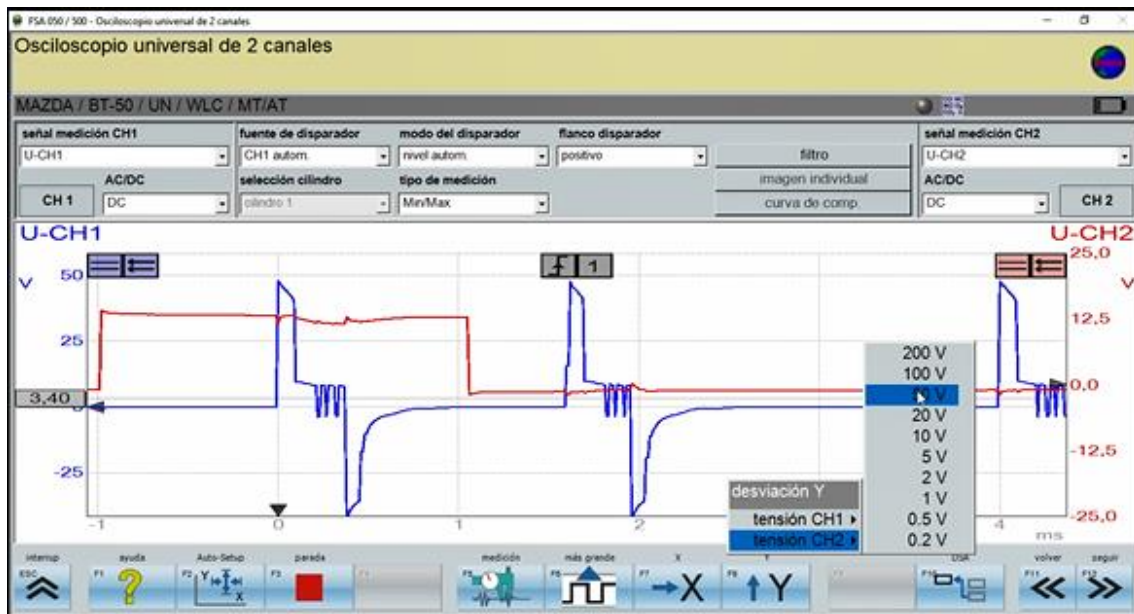


Figura 84 Señal de funcionamiento del inyector y la válvula IPR

Autor.

Regulador de presión presenta una continua variación de voltaje debido que este elemento está constantemente variando la presión de acuerdo a los datos que los sensores envían a la ECU. El valor del voltaje con el cual trabaja el regulador sufre una pequeña variación al momento que el actuador realiza la inyección, debido a que al momento de suministrar combustible la presión en todo el sistema decrece por unos milisegundos y con el cierre del inyector regresa a su valor inicial, se observa un valor 3.4 voltios.

3.5 Señal del Inyector – Sensor de temperatura del combustible

La temperatura a ser directamente proporcional a la presión en la es posible diferenciar una pequeña variación durante el momento de inyección de combustible

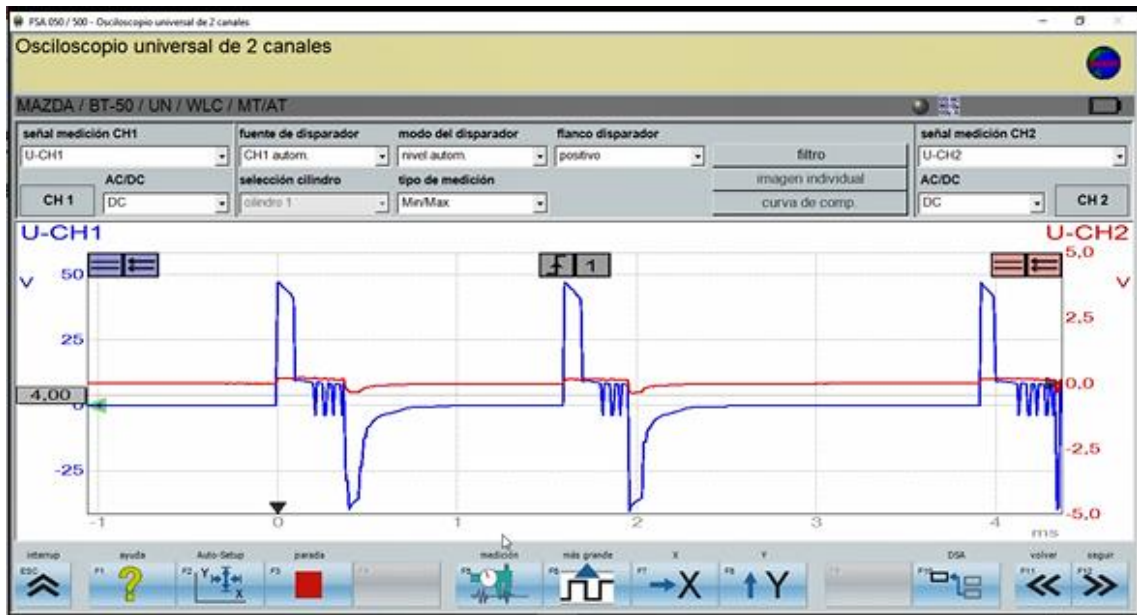


Figura 85 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor de temperatura de combustible

El sensor destinado a medir la variación de temperatura del combustible dentro de la bomba de alta presión emite señales de onda que representan el tipo de variación por medio del incremento y decremento de voltaje.

Lo más destacado del funcionamiento de este sensor se observa durante el tiempo de trabajo del inyector durante el cual existe un decremento en la señal de voltaje ya que el momento de la apertura del inyector se reduce la presión del sistema de alimentación de combustible y la temperatura del combustible varía de acuerdo a la presión del circuito.

3.6 Señal del Inyector – Sensor de posición del cigüeñal CKP

El sensor CKP ayuda a la unidad de control electrónico de determinar el momento exacto en que se realiza la dosificación de combustible, pudiéndose diferenciar en la gráfica un desfase en la señal de onda del CKP que coinciden con el inicio de la inyección.

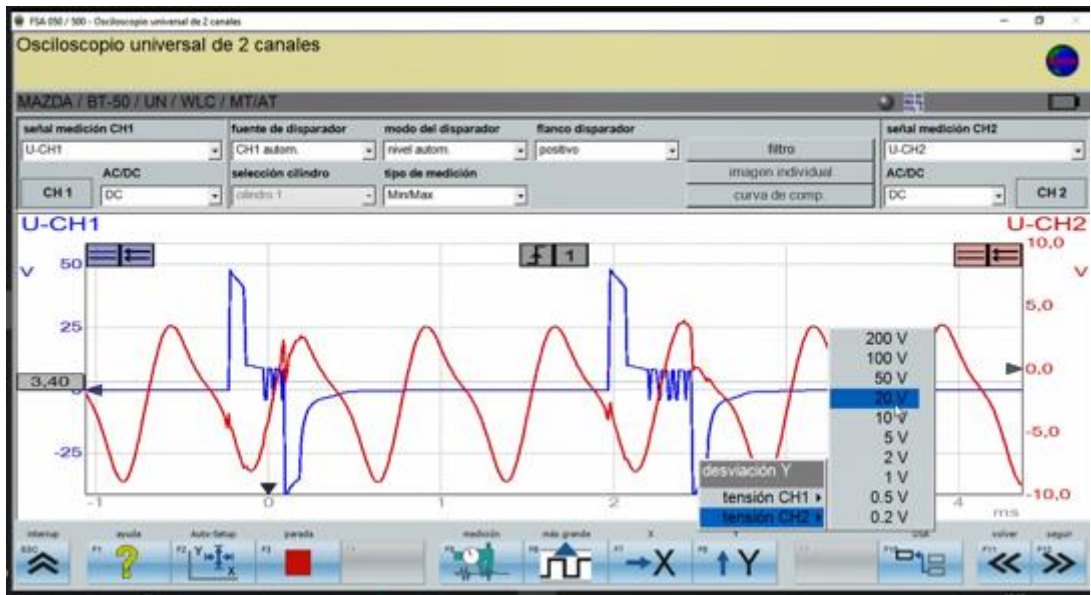


Figura 86 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor CKP

El sensor de posición del cigüeñal es el encargado de informar a la ECU el momento en el cual el pistón 1 alcanza el punto muerto superior, esta información ayuda a determinar el momento de inyección, en el oscilograma se observa que el inicio del trabajo del inyector coincide la señal emitida por el CKP.

3.7 Señal del Sensor MAP

El sensor MAP encargado de medir la presión absoluta de admisión de aire, muestra su señal de funcionamiento en base al voltaje.

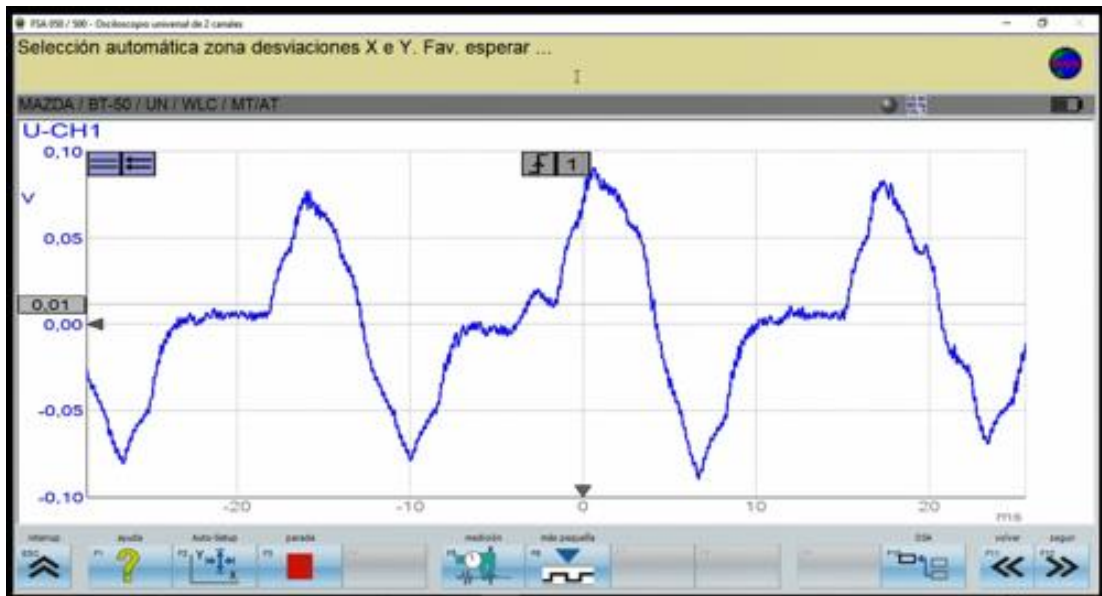


Figura 87 Señal de funcionamiento del sensor MAP

Los valores de voltaje de sensor map dependiendo de la aceleración que se realizan motor. La prueba de sensor map se le realiza en el motor ralentí se puede observar la variación entre la subida y caída de tensión es alrededor de un Voltio.

El valor de voltaje fuera demasiado bajo se podría determinar un daño en el sensor map lo cual traería consecuencias en la potencia y rendimiento del motor.

3.8 Señal del Sensor MAF

Sensor de flujo de aire muestra una variación en su señal de trabajo dependiendo de la velocidad a la cuál esté trabajando el motor.

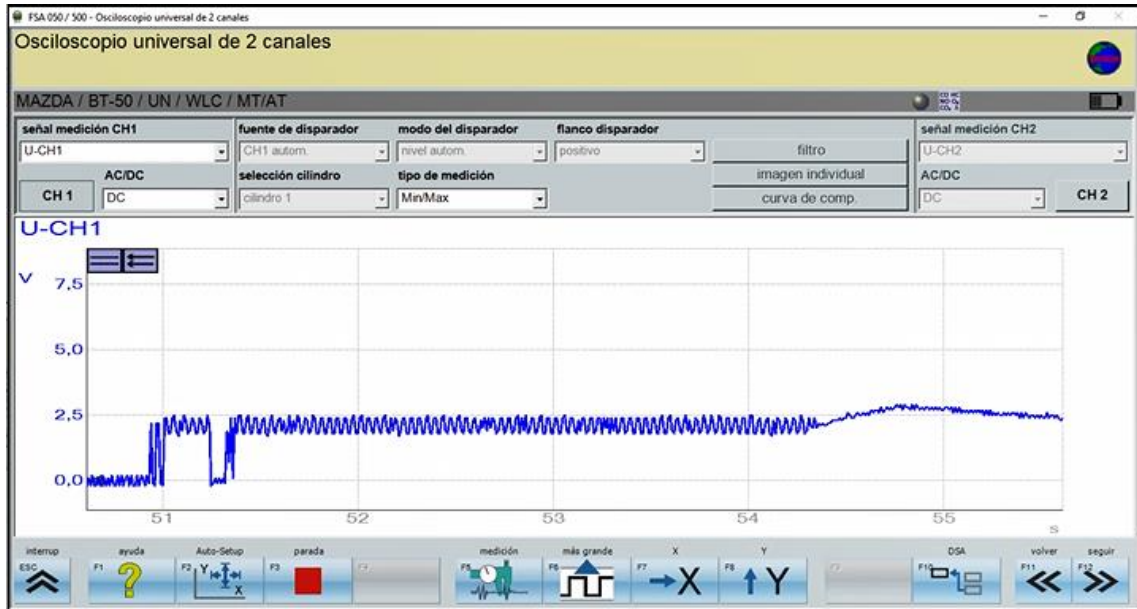


Figura 88 Señal de funcionamiento del sensor MAF

La primera prueba para determinar el funcionamiento del Sensor MAF realiza con el motor al ralentí, sabiendo que los valores de funcionamiento de este tipo de elemento varían entre 0,5 y 4,5 voltios, con el motor en ralentí no existe un incremento considerable en la señal de voltaje.

En una segunda prueba el motor alcanzó las 2000 revoluciones en aceleradas cortas lo cual permite observar la variación en forma de ondas del voltaje según la cantidad de flujo de aire que ingresa al motor.

3.9 Señal del Sensor CMP

Sensor CMP durante su funcionamiento detalla la siguiente gráfica, pudiéndose diferenciar un desfase en la onda por la rotación del árbol de levas.

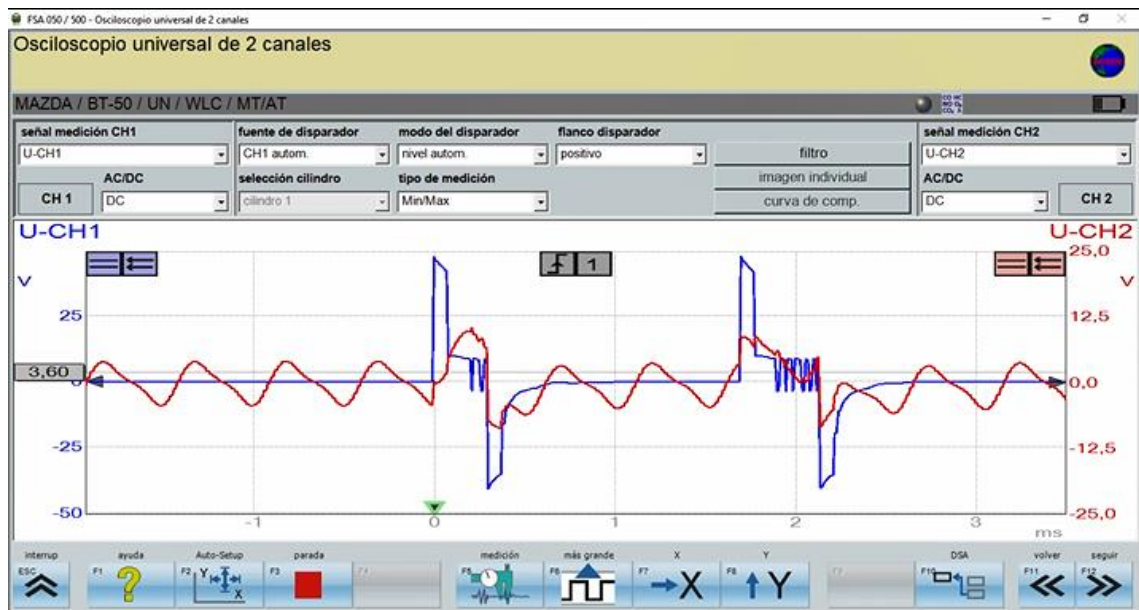


Figura 89 Señal de funcionamiento del inyector y señal del sensor CMP

Sensor CMP encargado de ubicar la posición del pistón número uno que sirve de referencia para que el módulo de control realice la inyección.

Se observa que la variación en la onda del sensor de posición del árbol de levas coincide de manera exacta con el tiempo de apertura y trabajo del inyector.

Este sensor CMP funciona con 12 voltios, este valor varía dependiendo del ángulo del piñón del árbol de levas.

4 CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.1 Conclusiones

Las conclusiones que a continuación se detallan están realizadas en base al análisis de las señales de funcionamiento de diferentes sensores y actuadores del motor Mazda BT-50 Diésel.

- Los actuadores del motor trabajan en perfecta sincronización con los sensores, con la ayuda del osciloscopio FSA 500 se puede distinguir y analizar las señales de funcionamiento, las mismas que muestran sus gráficas en relación a la corriente utilizada por dispositivo.
- La inyección de combustible es realizada cuando el pistón se encuentra en el punto muerto superior. De acuerdo con la señal de funcionamiento del sensor CKP fue posible analizar y comparar la gráfica de funcionamiento del inyector y del sensor del cigüeñal, llegando a la conclusión de que el suministro de combustible se le realiza al momento que este sensor indica la posición del pistón.
- Al analizar las señales de funcionamiento del sensor de presión del riel de combustible y la señal del inyector fue posible determinar que existe una caída de voltaje al momento exacto que el inyector inicia su trabajo, el voltaje de sensor del riel es inversamente proporcional al voltaje requerido por un inyector durante el trabajo de este.
- El voltaje de la válvula reguladora de presión de combustible es variable tanto así que la gráfica que nos muestra el osciloscopio durante el funcionamiento de este actuador no tiene un patrón constante como es el caso de los sensores CMP y CKP. Se puede identificar una pequeña variación de voltaje durante el proceso de inyección.

- El sensor de temperatura de combustible nos muestra una variación de voltaje de manera proporcional con la gráfica que se puede observar del inyector. Durante el proceso de suministro de combustible la corriente de trabajo del sensor presenta variaciones homogéneas durante todos los ciclos de trabajo del inyector.
- La señal de funcionamiento del sensor de flujo de aire muestra variaciones de voltaje dependiendo de la cantidad de revoluciones las cuales encuentra el motor. Se pudo determinar que durante el tiempo de ralentí el voltaje no supera los 2.5 voltios. Al acelerar el motor la variación de voltaje es proporcional ángulo del pedal de aceleración.
- El sensor de posición del árbol de levas muestra una gráfica analógica, al comparar la señal de funcionamiento del inyector con la señal del sensor se logró determinar que la variación en la señal se produce desde el inicio hasta el final del trabajo del inyector.

4.1.2 Recomendaciones

- Durante todo el proceso de análisis de sensores y actuadores con el osciloscopio Bosch FSA 500 es necesario determinar las conexiones negativas y positivas de los diferentes elementos del motor, al no tener esto en cuenta la señal de funcionamiento será ineficaz.
- Es recomendable realizar las mediciones utilizando dos o más canales de esta manera el usuario tendrá la posibilidad de hacer una comparación en base a las gráficas que se obtienen con la ayuda del osciloscopio, así se puede lograr un mejor análisis y determinación del funcionamiento de sensores y actuadores.
- Se debe tener extremo cuidado al momento de la reparación de los inyectores ya que posee elementos sumamente sensibles y de dimensiones pequeñas que al ser manipulados pueden presentar algún tipo de daño o avería haciendo que el funcionamiento del inyector sea deficiente.

- Las conexiones del FSA 500 deben ser las adecuadas según el manual de funcionamiento ya que mucho dependerá el resultado de la curva de funcionamiento de un sensor o actuador la manera de conexión que se haya hecho inicialmente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ActualidadMotor. (2021). Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/sensor-maf-o-sensor-de-flujo-de-aire/>
- ActualidadMotor. (sf). Obtenido de [www.actualidadmotor.com/la-culata-del-motor/aficionados a la mecanica](http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-inyector2.htm). (s.f.). Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/curso-bomba-inyector2.htm>
- alvaroferer. (28 de marzo de 2015). <https://www.autonocion.com/inyeccion-diesel-motor/>.
- Auto Crash. (15 de Septiembre de 2015). Así son los sentidos del vehículo. Obtenido de <https://www.revistaautocrash.com/electromecanica-principales-actuadores-en-el-vehiculo-y-sus-posibles-fallos-2/>
- AutoAvance. (07 de 10 de 2019). Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>
- AutoMexico. (21 de 04 de 2019). *AutoMexico*. Obtenido de <https://automexico.com/mantenimiento/que-es-un-ciguenal-y-las-fallas-del-ciguenal-aid2764>
- Automotriz, S. (2021). Obtenido de <https://sensorautomotriz.top/sensor-ckp/>
- Automóviles, B. d. (2018). *Unidad bomba-tuberia-inyector (UPS)*. Obtenido de <http://blogdeautomoviles.com/unidad-bomba-tuberia-inyector-ups/>
- Autoxuga Movil, S.L. (s.f.). Ubicacion, Funcionamiento, Fallos y Comprobacion del G81 Sensor temperatura combustible. Obtenido de [https://www.autoxuga.com/averiasrecibidas/tecnologiacomponentesautomovil/ubicacionyfalloscomponentescoches/G81Sensortemperaturacomcombustible.html#:~:text=El%20Sensor%20de%20temperatura%20combustible%20\(G81\)%20es%20una%20resistencia%20NTC,forma%20de%20variac](https://www.autoxuga.com/averiasrecibidas/tecnologiacomponentesautomovil/ubicacionyfalloscomponentescoches/G81Sensortemperaturacomcombustible.html#:~:text=El%20Sensor%20de%20temperatura%20combustible%20(G81)%20es%20una%20resistencia%20NTC,forma%20de%20variac)
- Autoytécnica. (06 de 10 de 2017). Obtenido de <https://autoytecnica.com/el-filtro-de-combustible-importancia-de-su-uso-y-reemplazo/>
- Autoytécnica. (2017). *¿Cómo Funciona Un Sistema Common Rail?* Obtenido de <https://autoytecnica.com/como-funciona-un-sistema-common-rail/>
- Autoytecnica. (06 de 10 de 2017). *El Filtro De Combustible ¿Qué Es Y Para Qué Sirve?* Obtenido de <https://autoytecnica.com/el-filtro-de-combustible-importancia-de-su-uso-y-reemplazo/>

- Baitra. (2021). *Baitra Accesorios Navales*. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <https://www.baitra.com/es/noticia/219/filtro-separador-de-agua-que-es-y-para-que-sirve>
- Bosch. (2005). *Sistema de inyección Diesel por acumulador Common Rail*. España: Editoria Reverte. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=3Jl1hs3QiMC&printsec=frontcover&dq=sistema+de+alimentaci%C3%B3n+diesel&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjK7PbQwOLuAhVBq1kKHXFIBMQQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=sistema%20de%20alimentaci%C3%B3n%20diesel&f=false>
- Bosch. (2011). *FSA500*. 09: 20. Obtenido de <https://fccid.io/ANATEL/01282-13-09026/Manual-para-referencia/DAA528C7-9BA6-4767-9CD1-E66E1BEE318B>
- Bosch. (08 de 2015). *Original Bosch*. Obtenido de http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/LORES_PDF_70206.pdf
- Bosch. (2016). La referencia en tecnología e innovación. *Analisis de sistemas de vehiculos FSA*. Madrid, España. Obtenido de https://equiposbosch.es/index.php?controller=attachment&id_attachment=473
- Bosch. (2018). *Bosch Automotive Aftermarket en el Reino Unido*. Obtenido de <https://www.boschaftermarket.com/gb/en/diagnostics/engine-service/vehicle-systems-analysers/fsa-500/>
- Bosch. (2020). Obtenido de Bosch Auto Partes: <https://www.boschautopartes.mx/es/auto/equipos-de-taller-diesel/eps-708>
- Bosch. (2020). *Autopartes Argentina y Latinoamerica*. Obtenido de http://www.boschautopartes.com/es/la/autoparts/products_and_services/gasoline/electric_fuel_pump_6/electric_fuel_pump_7.html#
- Bosch. (2020). *Autopartes Argentina y Latinoamérica*. Obtenido de http://www.boschautopartes.com/es/la/autoparts/productos_argentina/diesel/common_rail_2/common_rail_3.html
- Bosch. (2020). *Bosch Invented for life*. Obtenido de <https://www.boschautopartes.mx/es/auto/equipos-de-taller-diesel/eps-100>
- Cerpa, R. et al. (2016). Diseño preliminar de un motor a pistón para un vehículo urbano empleado en la competencia Shell Eco-Marathon. *Ingenium*, 17(34), 3. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5762961>
- CódigosObd2. (2020). Obtenido de <https://www.codigosobd2.net/sensores/knock/>

- conservatucoche.com.* (s.f.). Obtenido de <https://www.conservatucoche.com/es/motor/bomba-de-inyeccion-diesel-que-es-y-como-funciona-17.html>
- Cuenca, T. (14 de 02 de 2018). Obtenido de <http://tallerescuenca.com/el-sistema-common-rail-p-iii-bombas-de-alta-presion/>
- Dominio, M. y. (17 de 11 de 2014). Obtenido de <http://www.motorydominio.com.mx/tips/mide-correctamente-el-aceite-del-motor#.YFUye69KjtQ>
- Escalona, I. (s.f.). *Transductores y sensores en la automatización industrial.* Mexico. EUautorecambios. (2021). *EUautorecambios.* Obtenido de www.euautorecambios.es/catalogo-piezas/balancin-palanca-oscilante-10498
- GÓMEZ, S. (09 de 2018). ANÁLISIS TENSIONAL DE UN CIGÜEÑAL DE. Obtenido de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14692/410584.pdf?sequence=1>
- Gonzales, D. (2018). *Motores*. Madrid: Paraninfo, S.A.:
- Highmotor. (sf). *Highmotor.* Obtenido de <https://www.highmotor.com/como-funciona-turbo-compresor-tipos.html>
- https://www.academia.edu/28326479/Ciclo_Diesel. (s.f.). CICLO DIESEL. En *MANUAL DE AUTOMÓVILES* (pág. 8).
- kilometrosquecuentan. (2020). *kilometrosquecuentan.* Obtenido de <https://kilometrosquecuentan.com/intercooler/>
- KS Kolbenschmidt GmbH. (2017). Daños en cojinetes de fricción. *Motorservice*, 6. Obtenido de https://cdn2.ms-motorservice.com/fileadmin/media/MAM/PDF_Assets/Da%C3%B1os-en-cojinetes-de-fricci%C3%B3n_870264.pdf
- L. CORRADO, F. D., & CORRADO y DOMINGO, L. y. (s.f.). <http://www.escueladeltrabajo.net/bomrotve.pdf>. Obtenido de <http://www.escueladeltrabajo.net/bomrotve.pdf>.
- Llanos, L. (2015). *Turbocompresor en banco de ensayo. Características operativas.* Madrid. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23795/TFG_Luis_Suarez-Llanos_Outeirino_2015.pdf

- Mahle. (enero de 2012). Manual de de fallas prematuras en pistones, aros, camisas,cojinetes,bujes valvulas, botadoresy turbocompresores. *Fallas prematuras*, 82. Obtenido de <https://www.benitomo.com/img/catalogos/Mahle/Manual%20de%20Fallas%20Prematuras%20Mahle.pdf>
- Mayorga, G. (2016). Estudio comparativo de potencia del motor diesel utilizando combustible nacional y extranjero. *Tesis de ingeniería*. UTE, Quito.
- Mecánica, T. D. (2015). *Electro*. Obtenido de <https://www.tallerdemecanica.com/mecanicadiesellive>.
- (2012). partes del motor diesel y sus funciones. *Mecánica Diesel*.
- Motor a Diesel. (2020). motoradiesel.com. *Motor a Diesel*. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de <http://motoradiesel.com/>
- Motor&Racing. (31 de 01 de 2019). Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/el-sensor-de-temperatura/>
- Motor, F. (31 de 03 de 2015). *Turbo, funcionamiento básico, averías comunes y mantenimiento básico*. Obtenido de <https://frenomotor.com/curiosidades/turbo-funcionamiento-averias-mantenimiento>
- motor.es. (s.f.). *motor.es*. Obtenido de <https://www.motor.es/que-es/arbol-de-levas>
- motor.es. (sf). *motor.es*. Obtenido de www.motor.es/que-es/biela
- motor.es. (sf). *motor.es*. Obtenido de www.motor.es/que-es/arbol-de-levas
- MotorDoctor. (sf). *SENSOR DE TEMPERATURA DEL COMBUSTIBLE PARA TU CARRO*. Obtenido de <https://www.motordoctor.es/sensor-de-temperatura-del-combustible>
- MotorGiga. (2021). *MOTORGIGA*. Obtenido de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/balancin-definicion-significado/gmx-niv15-con193082.htm>
- Motorservice. (2021). *Motorservice*. Obtenido de www.ms-motorservice.es/productos-catalogos/productos/camisas-de-cilindro/
- Motoryracing. (06 de Mayo de 2019). La biela del motor y su importancia. *M&R MOTOR Y RACING*, parr. 1. Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/la-biela-del-motor-y-su-importancia/>
- Multi Lenguaje Documents*. (s.f.). Obtenido de <https://vdocuments.site/manual-curso-common-rail-1.html>

- Mundo carros. (s.f.). *MUndo carros .info*. Obtenido de <https://mundocarros.info/sensor-posicion-del-acelerador-tps/>
- MundoCarros. (sf). *mundocarros.info*. Obtenido de <https://mundocarros.info/sensor-posicion-del-acelerador-tps/>
- Navas O. (s.f.). *Centro de educación técnico Productiva "Jesus Obrero"*. Obtenido de [manual-inyectores-diesel.pdf](#)
- Nazareno, A., Pérez, D., & Pizano , M. (2017). VÁLVULAS DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA: SIMULACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS PREFORMAS ELECTRORECALCADAS EN EL PROCESO DE FORJA. 4.
- NGKNTK. (sf). *NGKNTK*. Obtenido de [www.ngkntk.com.br/automotivo/es-ec/produtos/glow-plugs/](http://www.ngkntk.com.br/automotivo/es/ec/produtos/glow-plugs/)
- NITRO. (2021). *NITRO.PE*. Obtenido de www.nitro.pe/mecanico-nitro/3-funciones-principales-de-los-anillos-de-piston.html
- Oryx Parts. (2021). *ADAPTABLE A VEHÍCULOS DE TURISMO*. Obtenido de <https://www.oryxparts.com/es/prod-2-valvulas-motor-guias-valvulas.php>
- Posventa. (30 de 10 de 2019). *Inyectores y bombas diésel Bosch eXchange con calidad de equipo original*. Obtenido de https://www.posventa.info/empresas/inyectores-y-bombas-diesel-bosch-exchange-con-calidad-de-equipo-original_15137239_102.html
- Railcommon.blogspot. (08 de 2008). *MANTENIMIENTO MOTORES DIESEL*. Obtenido de <http://railcommon.blogspot.com/2008/08/el-sistema-common-rail.html>
- Reid, 2008 citado en Otero, S. (2017). MANUAL BÁSICO ACERCA DEL AUTOMÓVIL Y SU MOTOR. 48. Obtenido de <https://www.researchgate.net/project/MANUAL-BASICO-ACERCA-DEL-AUTOMOVIL-Y-SU-MOTOR>
- Repuestoscoches24. (2021). *RADIADOR INTERCOOLER PARA MAZDA BT-50*. Obtenido de <https://www.repuestoscoches24.es/recambios/intercooler/mazda/bt-50>
- Robert Bosch. (2020). *Bosch Auto Partes*. Obtenido de <https://www.boschautopartes.mx/es/auto/equipos-de-taller-diesel/eps-708>
- Rodriguez, J. (2021). *Mecánica del vehículo*. (S. S.A, Ed.) España. Obtenido de <https://www.sintesis.com/data/indices/9788491713791.pdf>

Roshfrans. (2020). *¿Qué función tienen las partes de un motor Diesel?* Obtenido de <https://www.roshfrans.com/blog/partesdelmotordeunauto>

Rovira, A. y Muñoz, M. (2015). *Motores de combustión interna*. Madrid: Uned. Obtenido de <https://nubereader-pdf.odilotk.es/#/e6cdf559409a4bf1b3a602a7a9141f1d/d8bf936a60189cbc45bdc8b50a656c2a58bea111cc2080522a3e8b28a490e84a>

SENATI. (05 de 06 de 2018). La Culata. Chimbote, Perú. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/381089169/La-Culata-Senati>

Sensor Automotriz. (2019). *SEnsor Automotriz*. Obtenido de [https://sensorautomotriz.com/sensor-de-oxigeno/#:~:text=El%20sensor%20O2%20\(Sensor%20de,sucedee%20en%20presencia%20de%20ox%C3%ADgeno.](https://sensorautomotriz.com/sensor-de-oxigeno/#:~:text=El%20sensor%20O2%20(Sensor%20de,sucedee%20en%20presencia%20de%20ox%C3%ADgeno.)

SensorAutomotriz|. (sf). *Sensor Automotriz*. Obtenido de <https://sensorautomotriz.com/sensor-map/>

Sistema de control de emisiones. (27 de noviembre de 2018). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/josemanuelmedina11/6-sensor-ks>

Talleres Cuenca. (14 de FEBRERO de 2018). *Sistema Common Rail (P.I)*. Obtenido de <https://tallerescuenca.com/sistema-common-rail/>

TalleresyRepuestos. (2021). Obtenido de <https://talleresyrepuestos.com/documentacion-tecnica/mantenimiento-del-motor/494-que-es-el-carter-tipos-de-carter>

TecnoDiésel Murcia. (15 de 05 de 2019). *TECNODIESEL MURCIA*. Obtenido de <http://tecnodieselmurcia.com/inyectores-eui/>

Télles, F. (2009). Análisis de falla del árbol de levas de un motor de seis cilindros. *ITECKNE*. Obtenido de <http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/ITECKNE/article/view/340>

Toposciloscopio. (s.f.). *toposciloscopio.es*. Obtenido de <https://toposciloscopio.es/osciloscopio-bosch-fsa-500>


Toyota. (2018). *Mundo Toyota*. Obtenido de <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articulos-news-events/2018/bujias-precalentamiento-toyota>

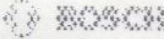
TransporteMx. (12 de 09 de 2019). *El sensor de oxígeno y lo que debes saber*. Obtenido de <http://www.transporte.mx/el-sensor-de-oxigeno-y-lo-que-debes-saber/>

Tu Taller Mecánico. (s.f.). Los sensores automotrices en la práctica. *Tu Taller Mecánico*, 2, México.

- UltimateSPECS. (2021). Obtenido de <https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Ford/54911/Ford-Ranger-3-Doble-Cabina-25-TDCi.html>
- Universidad Politécnica Salesiana. (s.f.). Diagnóstico de sensores TPS y MAF en. *Juventud y ciencia solidaria un motor Hyundai sonata 2.0 mediante el uso de scanner automotriz y osciloscopio.*
- Vangelder K. (2010) citado en Erazo, W. e. (Diciembre de 2017). Modelación del parámetro de identificación de diagnóstico PID's, del sensor de temperatura de refrigerante del motor ECT del sistema de control de inyección electrónica de combustible EFI, mediante regresión no lineal. *INNOVA RESEARCH JOURNA*, 2(12), 113. Obtenido de <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/308/1401>
- vdocuments.site. (18 de 10 de 2015). *MANUAL CURSO COMMON RAIL 1*. Obtenido de <https://vdocuments.site/manual-curso-common-rail-1.html>
- Yepez, V. (2021). *Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Poli (Blogs): <https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/06/23/el-motor-diesel-de-cuatro-tiempos/>

ANEXOS

Página 1 de 1 

Protocolo EPS 200 
Prueba inyector Common Rail Fecha 14/08/2019 19:38:09

Expedida por: SJD LABORATORIO FERNANDO LOPEZ Tel.: 052511470 Inspector:
Fax:
Email: is@

Datos cliente: Tel.: No. cliente:
Fax:
Email:

Inyector Common Rail
 No. tipo/pieza: 0445110250 (25)
 Fabricante: Bosch
 Perfil activación: 14v
 Descripción: CRI 2.1

[Handwritten Signature]

Resultados medición
 Número de serie: —

Fase de prueba	Duración activación (ms)	Presión (MPa)	Tiempo medio (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm ³ /h)	Valor real (mm ³ /h)	Valor nominal (mm ³ /h)	Valor real (mm ³ /h)	
Leak test	0	170	200	— ± —	—	40,0 ± 40,0	13,20	X
V/L	1380	180	90	84,3 ± 4,2	83,88	42,0 ± 25,0	33,73	✓
EM	375	32	40	21,1 ± 2,7	21,17	— ± —	—	✓
	220	30	40	0,8 ± 0,5	0,75	— ± —	—	✓

MAZDA LITN

Anexo A Protocolo EPS 200 Inyector No. 1



Protocolo EPS 200
Prueba inyector Common Rail

Fecha



14/08/2019 18:03:58

Expedida por
 SJD LABORATORIO
 FERNANDO LOPEZ

Tel.: 062611470
 Fax:
 Email: sd@sjd.com

Inspector:

Datos cliente

Tel.:
 Fax:
 Email:

No. cliente:

Inyector Common Rail

No. tipo/pieza: 0445110200 (20)
 Fabricante: Bosch
 Perfil activación: 14v
 Descripción: CRI 2.1

Resultados medición


Número de serie: ---

Paso de prueba	Duración activación (s)	Presión (MPa)	Tiempo medio (s)	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
				Valor nominal (mm ³ /h)	Valor real (mm ³ /h)	Valor nominal (mm ³ /h)	Valor real (mm ³ /h)	
Leak test	0	170	200	--- ± ---	---	40,0 ± 40,0	10,53	✓
VL	1380	180	90	84,3 ± 4,2	81,28	42,0 ± 25,0	31,37	✓
EM	350	80	40	21,1 ± 2,7	23,20	--- ± ---	---	✓
LL	375	32	40	5,3 ± 1,5	3,18	--- ± ---	---	✓
VE	220	80	40	0,8 ± 0,5	0,92	--- ± ---	---	✓
Comentarios:	MAZDA LTN							

Anexo B Protocolo EPS 200 Inyector No. 2

Protocolo EPS 200
Prueba inyector Common Rail

Fecha


BOSCH
 14/08/2019 18:24:15

 Expedido por
 SID LABORATORIO
 FERNANDO LOPEZ

 Tel.: 022511470
 Fax:
 Email: sl@sidlaboratorio.com

Inspector:

Datos cliente

 Tel.:
 Fax:
 Email:

No. cliente:

Inyector Common Rail
 No. tipo/pieza: 0445110250 (20)
 Fabricante: Bosch
 Perfil activación: 14V
 Descripción: ORI 2.1
Resultados medición

Número de serie: —

Paso de prueba	Duración activación		Tiempo media	Ejemplo inyección		Calidad retorno		Evaluación
	(µs)	(MPa)		Válv. nominal (mm ³ /h)	Válv. real (mm ³ /h)	Válv. nominal (mm ³ /h)	Válv. real (mm ³ /h)	
Leak test	0	170	200	— ± —	—	40,0 ± 40,0	12,90	✓
VL	1380	160	90	94,3 ± 4,2	78,94	42,0 ± 25,0	39,55	
EM	350	80	40	21,1 ± 2,7	21,58	— ± —	—	
LL	375	32	40	5,8 ± 1,5	5,73	— ± —	—	
VE	220	80	40	0,9 ± 0,5	0,96	— ± —	—	
Comentarios:	MAZDA LTN							

Anexo C Protocolo EPS 200 Inyector No. 3



Protocolo EPS 200
Prueba inyector Common Rail

Bosch
 Fecha 22/07/2019 10:38:37

Expedido por
 SJD LABORATORIO
 FERNANDO LOPEZ

Tel.: 022511470
 Fax:
 Email: se@sjd.com

Inspector:

Datos cliente

Tel.:
 Fax:
 Email:

No. cliente:

Inyector Common Rail

Num. pieza: 0440110200 (20)
 Fabricante: Bosch
 Perfil activación: 14v
 Descripción: ORI 2.1

Resultados medición

Número de serie: —

Paso de prueba	Duración activación		Tiempo medido	Caudal inyección		Caudal retorno		Evaluación
	(µs)	(MPa)		(l)	Valor nominal (mm ³ /h)	Valor real (mm ³ /h)	Valor nominal (mm ³ /h)	
Leak test	0	170	200	— ± —	—	40,0 ± 40,0	19,45	✓ ✓ ✓ ✓
%L	1380	180	90	84,3 ± 4,2	82,21	42,0 ± 25,0	50,24	
EM	350	80	40	21,1 ± 2,7	25,33	— ± —	—	
LL	875	32	40	5,8 ± 1,5	3,17	— ± —	—	
VE	220	80	40	0,8 ± 0,5	1,83	— ± —	—	
Comentarios:	sr calderon							

Anexo D Protocolo EPS 200 Inyector No. 4