



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DESARROLLO DE UN MÓDULO VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE DEL
FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE UN MOTOR DE INYECCIÓN
DIRECTA A GASOLINA HYUNDAI G4FD

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: PATRICIO ALEXANDER CAMPOVERDE BARBECHO
CHRISTIAN DAVID PATIÑO BRITO
TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.

Cuenca - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Patricio Alexander Campoverde Barbecho con documento de identificación N° 0302634597 y Christian David Patiño Brito con documento de identificación N° 0105601868; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 12 de julio del 2023

Atentamente,

Patricio Alexander Campoverde Barbecho

0302634597

Christian David Patiño Brito

0105601868

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Patricio Alexander Campoverde Barbecho con documento de identificación N° 0302634597 y Christian David Patiño Brito con documento de identificación N° 0105601868, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Desarrollo de un módulo virtual para el aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento de un Motor de Inyección Directa a Gasolina Hyundai G4FD”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de julio del 2023

Atentamente,

Patricio Alexander Campoverde Barbecho

0302634597

Christian David Patiño Brito

0105601868

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Christian Omar Pulla Morocho con documento de identificación N° 0103570602 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DESARROLLO DE UN MÓDULO VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE DEL FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE UN MOTOR DE INYECCIÓN DIRECTA A GASOLINA HYUNDAI G4FD, realizado por Patricio Alexander Campoverde Barbecho con documento de identificación N° 0302634597 y por Christian David Patiño Brito con documento de identificación N° 0105601868, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 12 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación se lo dedico a mi Madre María Barbecho la que confía todos los días en mí, a mis hermanos Pablo y José quienes con su apoyo y consejos me ayudan a crecer y formarme con valores y principios, a mis sobrinos Antony y Emily quienes con sus ocurrencias de niños me sacan siempre una sonrisa, en fin, se lo dedico a mi familia Campoverde Barbecho gracias a los cuales la meta de hace 4 años hoy se esté llegando a cumplir.

Patricio Alexander Campoverde Barbecho

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo cariño para toda mi familia Patiño Brito. Ellos se han convertido en los pilares fundamentales han sido mi padre Ramiro Patiño y mi madre Carmela Brito quienes me han motivado todo este proceso me han demostrado su cariño y su paciencia en todos los problemas que se me han presentado a lo largo de este proceso de estudio.

Christian David Patiño Brito

AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a mi jefecito que me cuida y me guía en mi camino, por lo bueno y protegerme de lo malo, por la valiosa madre, hermanos y sobrinos que me dio.

A mi madre por el esfuerzo que día a día hizo para sacarnos adelante a mis hermanos y a mi desde que éramos niños. Mami pasamos alegrías, lágrimas y estrés, pero al final lo estamos consiguiendo, gracias por estar siempre conmigo y darme esto tan valioso, te amo mucha mama.

A mis hermanos Pablo y José por ser mis padres ayudándome en los problemas que se presentaban en mi vida. Gracias ñaños por estar a mi lado cuando lo necesitaba, tendrán siempre mi apoyo por que los quiero mucho.

A mi compañero de tesis Christian por la ayuda y compromiso de concluir este proyecto de titulación.

Patricio Alexander Campoverde Barbecho

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la fuerza de voluntad de nunca rendirme en ningún momento y obstáculo que me ha puesto en cada camino. Luego agradecido eternamente con mis padres por darme la mejor herencia que me pueda haber dado el estudio.

A mi compañera de por vida Johanna que no solo ha sido mi novia si no mi mejor amiga, gracias por cada palabra de motivación quien me ha sabido escuchar y dirigir en el momento exactos gracias por todo TE AMO.

A mi compañero Patricio Campoverde quien ha sido mi compañero de batalla en este proceso, quien me ha demostrado su confianza y compañerismos.

Christian David Patiño Brito

RESUMEN

En la actualidad, las instituciones educativas a nivel nacional e internacional están desarrollando e implementando el uso de laboratorios virtuales para incentivar el autoaprendizaje de los estudiantes mediante herramientas digitales, con la finalidad de ayudar a los estudiantes que por varias razones no pueden acceder a un laboratorio convencional, con ello permitirles desarrollar habilidades para que puedan progresar y ser competentes en el campo laboral.

Las Plataformas virtuales son una nueva alternativa en la educación, en estas se pueden desarrollar páginas web que permiten interactuar y resolver dudas sobre temas específicos. Por lo que en este trabajo de titulación se desarrolló un módulo virtual referente al Motor de Inyección Directa a Gasolina G4FD, con la finalidad de aportar a los estudiantes de Ingeniería Automotriz un nuevo material pedagógico para adquirir conocimientos del principio de inyección directa de combustible, el funcionamiento de sus diferentes sistemas y realizar el análisis de cada uno de los componentes. De esta manera se pretende que los alumnos pueden conocer el funcionamiento y mantenimiento de un motor de inyección directa a gasolina.

Los motores con sistema GDI, al ser una tecnología innovadora y eficaz, por el interés del usuario y poca información en diferentes sitios web, es la razón por el que se llevó a cabo este proyecto, el cual será beneficioso para los estudiantes, técnicos y docentes. Se pretende incentivar el uso de medios tecnológicos y garantizar resultados de participación, aprendizaje autónomo y contribución en la investigación.

Palabras Clave: Laboratorio Virtual, Educación Virtual, OVAS, TICs, Sistema GDI, Moodle 3.0.

ABSTRACT

Currently, educational institutions at national and international level are developing and implementing the use of virtual laboratories to encourage the self-learning of students through digital tools, to help students who for various reasons cannot access a conventional laboratory, thereby allowing them to develop skills so that they can progress and be competent in the labor field.

Virtual platforms are a new alternative in education, in these you can develop web pages that allow you to interact and solve doubts about specific topics. So, in this degree work a virtual module was developed referring to the G4FD Gasoline Direct Injection Engine, to provide Automotive Engineering students with a new pedagogical material to acquire knowledge of the principle of direct fuel injection, the operation of its different systems and perform the analysis of each of the components. In this way it is intended that students can know the operation and maintenance of a gasoline direct injection engine.

The engines with GDI system, being an innovative and effective technology, for the interest of the user and little information on different websites, is the reason why this project was carried out which will be beneficial for students, technicians, and teachers. It is intended to encourage the use of technological means and guarantee results of participation, autonomous learning, and contribution to research.

Keywords: Virtual Laboratory, Virtual Education, OVAS, TICs, GDI System, Moodle 3.0.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABLAS	16
INTRODUCCIÓN	20
PROBLEMA	21
ANTECEDENTES	21
IMPORTANCIA Y ALCANCES	22
DELIMITACIÓN	22
GRUPO OBJETIVO	23
OBJETIVOS	23
Objetivo General	23
Objetivos Específicos.	23
1 CAPÍTULO I: Estudio bibliográfico para definir conceptos importantes.	24
1.1 Importancia de la Plataforma Virtual	24
1.2 Características de los entornos virtuales.	24
1.3 Elementos de los entornos virtuales	25
1.4 Ventajas y desventajas de los laboratorios virtuales	26
1.5 Limitaciones en la calidad de la información.	28
1.6 Importancia de las TICs.	28
1.7 Las TICs empleadas en automotriz	29
1.8 Herramientas de las TICs	30
1.9 Las OVAS empleadas en el aprendizaje Automotriz.	31
1.10 El uso de las OVAS en Automotriz como método de aprendizaje.	31
1.11 Las Herramientas Multimedia en el Aprendizaje.	32
1.12 ¿Qué es una plataforma educativa?	33

1.13	Tipos de plataforma educativa.....	34
1.14	Características de las plataformas Online.....	35
1.15	Criterios para evaluar una plataforma Online.....	35
1.16	Evaluación de las plataformas Online.....	37
1.17	Elección de la plataforma Online.....	37
2	CAPÍTULO II: El Motor de Inyección Directa a Gasolina GDI.....	39
2.1	Motores de Inyección directa a gasolina.....	39
2.1.1	Definición.....	39
2.1.2	Características generales de un motor de inyección electrónica de combustible.....	40
2.1.3	Modos de operación.....	41
2.1.3.1	Modo estratificado pobre:.....	41
2.1.3.2	Funcionamiento en mezcla homogénea:.....	42
2.1.3.3	Modo homogéneo-pobre:.....	42
2.1.3.4	Inyección en dos fases-calefacción del catalizador:.....	45
2.1.3.5	Inyección en dos fases-plena carga:.....	46
2.1.4	Factores que afectan a la combustión.....	47
2.1.4.1	Turbulencia en los conductos de admisión y cámaras de combustión.....	47
2.1.4.2	Factor de mezcla:.....	48
2.1.4.3	Pistones.....	48
2.1.4.4	Autoencendido:.....	49
2.1.5	Posibles Averías en el Motor de inyección Directa a Gasolina.....	49
2.1.6	Emisiones de un motor GDI.....	50
2.1.7	Ventajas del motor de inyección directa de gasolina.....	51
2.2	Inyección Directa a Gasolina GDI.....	52
2.2.1	Definición.....	52
2.2.2	Clasificación de los sistemas de inyección a gasolina.....	53
2.2.3	Sistema de inyección Motronic MED- Inyección directa de gasolina.....	54
2.2.4	Componentes de sistema GDI.....	55
2.2.4.1	Sistema de alimentación de combustible:.....	55
2.2.4.2	Componentes del sistema eléctrico/electrónico:.....	56
2.3	Consideraciones del sistema de inyección directa a gasolina.....	58

2.3.1	Bomba de Alta Presión	58
2.3.2	Inyector de Alta Presión	59
2.3.3	Instalación de las Bujías de encendido	60
2.4	Recopilación de información del Motor de Inyección Directa Hyundai	
G4FD	60
2.4.1	Sensores	61
2.4.1.1	Control electrónico del acelerador (ETC)	61
2.4.1.2	Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).....	64
2.4.1.3	Sensor de posición del cigüeñal (CKP).....	66
2.4.1.4	Sensor de posición del árbol de levas (CMP)	69
2.4.1.5	Sensor de detonación (KS).....	72
2.4.1.6	Sensor de oxígeno (O2).....	74
2.4.1.7	Sensor de presión del riel (RPS)	77
2.4.1.8	Sensor de posición del acelerador (APS)	80
2.4.1.9	Sensor de presión del tanque de combustible (FTPS).....	82
2.4.1.10	Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)	85
2.4.2	Actuadores	87
2.4.2.1	Inyector.....	87
2.4.2.2	Válvula solenoide de control de purga (PCSV)	89
2.4.2.3	Válvula de control de aceite (CVVT)	90
2.4.2.4	Válvula solenoide del múltiple de admisión variable (VIS)	92
2.4.2.5	Válvula de control de presión de combustible (FPRV).....	93
2.4.2.6	Bobina de encendido	95
3	CAPÍTULO III: Creación del módulo virtual mediante el software Moodle.	97
3.1	Creación del módulo virtual.....	97
3.1.1	Registro en la plataforma XETED.....	97
3.1.2	Creación de la base de datos o DATABASE en la plataforma	
XETED	97
3.1.3	Diseño de la página principal	98
3.1.4	Creación del curso	99
3.1.5	Ingreso de temas dentro del curso	101
3.1.6	Actividades o recursos dentro de los temas.....	103
3.1.6.1	Recursos	104
3.1.6.2	Foros.....	104

3.1.6.3	Cuestionarios de evaluación de conocimientos.....	105
3.1.6.4	Guías Prácticas	107
4	CONCLUSIONES	108
5	RECOMENDACIONES	109
6	BIBLIOGRAFÍA.....	110
7	ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0.1	23
Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana – sede Cuenca.....	23
Figura 1.1	24
Particularidades de Plataformas Virtuales.....	24
Figura 1.2	27
Ventajas de los Laboratorios virtuales.....	27
Figura 1.3	27
Desventajas de los Laboratorios Virtuales.....	27
Figura 1.4	28
Influencia de las TICs en el proceso de enseñanza.....	28
Figura 1.5	29
Las TICs empleadas en automotriz.....	29
Figura 1.6	30
Porcentaje de herramientas mas utilizadas por alumnos y profesores.....	30
Figura 1.7	30
Porcentaje de herramientas no muy utilizadas por alumnos y profesores.....	30
Figura 1.8	32
Principios básicos del aprendizaje.....	32
Figura 1.9	33
Características de la multimedia en el aprendizaje.....	33
Figura 1.10	34
Tipos de Plataformas Online.....	34
Figura 1.11	34
Tipos de plataforma educativa.....	34
Figura 1.12	35
Características de las plataformas Online.....	35
Figura 1.13	36
Criterios para evaluación de una plataforma online.....	36
Figura 1.14	38
Características de la plataforma online Moodle.....	38
Figura 2.1	39
Motor con sistema de inyección directa.....	39

Figura 2.2	40
Definiciones por autores sobre Motores de inyección directa a gasolina GDI	40
Figura 2.3	41
Modos de operación del motor GDI.....	41
Figura 2.4	42
Modo estratificado pobre.....	42
Figura 2.5	43
Modo homogéneo-pobre en fase de admisión.....	43
Figura 2.6	43
Modo homogéneo-pobre en fase de inyección.....	43
Figura 2.7	44
Formación de la mezcla en modo homogéneo-pobre.....	44
Figura 2.8	44
Combustión del modo homogéneo-pobre.....	44
Figura 2.9	45
Primera inyección de la calefacción de catalizador.....	45
Figura 2.10	45
Segunda inyección de la calefacción de catalizador.....	45
Figura 2.11	46
Primera inyección de plena carga.....	46
Figura 2.12	47
Segunda inyección de plena carga.....	47
Figura 2.13	47
Turbulencia en los conductos de admisión y cámaras de combustión	47
Figura 2.14	48
Curva de potencia y consumo de combustible respecto al Factor Lambda.....	48
Figura 2.15	49
Forma del Pistón para Motores GDI.....	49
Figura 2.16	50
Averías y soluciones en motores GDI	50
Figura 2.17	51
Emisiones respecto a lambda del Motor GDI.....	51
Figura 2.18	52
Ventajas del Motor GDI	52

Figura 2.19	53
Esquema de principio de un sistema de inyección directa a gasolina	53
Figura 2.20	53
Clasificación de los sistemas de inyección.....	53
Figura 2.21	54
Sistema de Inyección Motronic MED	54
Figura 2.22	55
Componentes del sistema de alimentación de combustible.....	55
Figura 2.23	56
Ubicación de componentes, sensores y actuadores	56
Figura 2.24	59
Tipos de Bombas de Alta Presión de combustible	59
Figura 2.25	59
Inyectores de alta presión	59
Figura 2.26	60
Posición del electrodo entre el combustible inyectado.....	60
Figura 2.27	61
Control electrónico del acelerador (ETC)	61
Figura 2.28	63
Curva del comportamiento del TPS- Voltaje vs RPM	63
Figura 2.29	63
Oscilogramas de los Sensores TPS 1 y TPS2.....	63
Figura 2.30	64
Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)	64
Figura 2.31	65
Curva del comportamiento de los Sensores MAP e IAT- Voltaje vs RPM	65
Figura 2.32	66
Oscilograma del Sensor MAP	66
Figura 2.33	66
Oscilograma del Sensor IAT	66
Figura 2.34	67
Sensor de posición del cigüeñal (CKP)	67
Figura 2.35	68
Curva del comportamiento del sensor CKP - Voltaje vs RPM	68

Figura 2.36	68
Oscilograma del Sensor CKP	68
Figura 2.37	69
Sensor de posición del árbol de levas (CMP).....	69
Figura 2.38	71
Curva del comportamiento de los Sensores CMP - Voltaje vs RPM	71
Figura 2.39	71
Oscilogramas de los sensores; CMP de admisión y CMP de escape	71
Figura 2.40	72
Sensor de detonación (KS)	72
Figura 2.41	73
Curva del comportamiento del Sensor KS - Voltaje vs RPM	73
Figura 2.42	74
Oscilograma del Sensor KS	74
Figura 2.43	75
Sensor de Oxígeno (O2)	75
Figura 2.44	76
Curva del comportamiento del Sensor O2 - Voltaje vs RPM.....	76
Figura 2.45	77
Oscilograma del Sensor O2	77
Figura 2.46	78
Sensor de presión del riel (RPS).....	78
Figura 2.47	79
Curva del comportamiento del Sensor RPS - Voltaje vs RPM	79
Figura 2.48	79
Oscilograma del Sensor RPS	79
Figura 2.49	80
Sensor de posición del acelerador (APS)	80
Figura 2.50	81
Curva del comportamiento de los Sensores APS- Voltaje vs RPM	81
Figura 2.51	82
Oscilogramas de los Sensores APS	82
Figura 2.52	83
Sensor de presión del tanque de combustible (FTPS)	83

Figura 2.53	84
Curva del comportamiento del Sensor FTPS- Voltaje vs RPM	84
Figura 2.54	84
Oscilograma del Sensor FTPS	84
Figura 2.55	85
Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ETC)	85
Figura 2.56	86
Curva del comportamiento del Sensor ECT- Voltaje vs RPM	86
Figura 2.57	87
Oscilograma del Sensor ECT	87
Figura 2.58	87
Inyector.....	87
Figura 2.59	88
Oscilograma del Inyector- High	88
Figura 2.60	89
Oscilograma del Inyector- Low	89
Figura 2.61	89
Válvula solenoide de control de purga (PCSV).....	89
Figura 2.62	90
Oscilograma de la Válvula PCSV	90
Figura 2.63	91
Válvula de control del aceite (CVVT).....	91
Figura 2.64	91
Oscilogramas de las Válvulas CVVT	91
Figura 2.65	92
Válvula solenoide del múltiple de admisión variable (VIS).....	92
Figura 2.66	93
Oscilogramas de las Válvulas VIS	93
Figura 2.67	94
Válvula de control de presión de combustible (FPRV)	94
Figura 2.68	94
Oscilograma de la Válvula FPRV	94
Figura 2.69	95
Bobina de Encendido.....	95

Figura 2.70	96
Oscilograma de la Bobina de Encendido- Señal de la bobina primaria	96
Figura 3.1	98
Ventana para crear una cuenta de XETED	98
Figura 3.2	99
Diseño de la página principal del módulo virtual.....	99
Figura 3.3	99
Página principal del sitio CECA.....	99
Figura 3.4	100
Registro de información para crear un nuevo curso en CECA.....	100
Figura 3.5	100
Imagen para la portada para el curso “Motor de Inyección Directa a Gasolina”	100
Figura 3.6	101
Portada del módulo virtual CECA.....	101
Figura 3.7	102
Ventana para editar y añadir temas del Curso	102
Figura 3.8	102
Vista del curso con temas asignados	102
Figura 3.9	103
Actividades y recursos para secciones dentro de la plataforma CECA.....	103
Figura 3.10	104
Integración del material de apoyo al Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina	104
Figura 3.11	105
Elaboración de Foros en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina	105
Figura 3.12	106
Integración de Cuestionarios en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina	106
Figura 3.13	106
Configuración del límite de tiempo para los cuestionarios.	106
Figura 3.14	107
Calificación de los Cuestionarios	107
Figura 3.15	107

Integración de guías prácticas en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina	107
Figura 7.1	113
Ventana de confirmación del e-mail exclusivo del Módulo Virtual	113
Figura 7.2	114
Correo con las credenciales del módulo virtual.....	114
Figura 7.3	114
Ventana para el ingreso de credenciales.....	114
Figura 7.4	115
Página principal del Módulo virtual	115
Figura 7.5	116
Vista de la página principal con el nombre impuesto por los desarrolladores	116
Figura 7.6	116
Logo principal del módulo virtual	116
Figura 7.7	117
Página principal con la información personal de los desarrolladores	117
Figura 7.8	117
Gestión de autenticación para registro de usuarios	117
Figura 7.9	118
Página para el acceso al módulo virtual con las modificaciones realizadas.....	118
Figura 7.10	129
Desconexión del conector de la bobina de encendido.....	129
Figura 7.11	129
Inspección de la bujía	129
Figura 7.12	130
Distancia entre electrodos.....	130
Figura 7.13	131
Tornillo de ajuste de velocidad fija	131
Figura 7.14	132
Mantenimiento de Inyector.....	132
Figura 7.15	133
Limpieza de Válvulas de Admisión.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	25
Características de los entornos virtuales.....	25
Tabla 1.2	26
Elementos de los entornos virtuales	26
Tabla 1.3	36
Evaluación de Plataformas Online	36
Tabla 1.4	37
Características de varias Plataformas Online	37
Tabla 2.1	40
Características del motor con sistema GDI	40
Tabla 2.2	48
Relación estequiométrica de combustibles.....	48
Tabla 2.3	49
Causas y consecuencias del autoencendido.....	49
Tabla 2.4	55
Sistema de alimentación de combustible.....	55
Tabla 2.5	56
Módulo de control del motor.....	56
Tabla 2.6	57
Sensores del sistema GDI.....	57
Tabla 2.7	58
Actuadores del sistema GDI.....	58
Tabla 2.8	59
Características de las Bombas de Alta Presión.....	59
Tabla 2.9	60
Características de los Inyectores de Alta Presión.....	60
Tabla 2.10	62
Caracterización del Sensor ETC.....	62
Tabla 2.11	62
Voltaje respecto a RPM del Sensor TPS	62
Tabla 2.12	64
Caracterización del Sensor MAP- IAT.....	64

Tabla 2.13	65
Voltaje respecto a RPM del Sensor MAP-IAT	65
Tabla 2.14	67
Caracterización del Sensor CKP.....	67
Tabla 2.15	67
Voltaje respecto a RPM del Sensor CKP	67
Tabla 2.16	69
Valor de resistencia para la comprobación del Sensor CKP	69
Tabla 2.17	70
Caracterización del Sensor CMP	70
Tabla 2.18	70
Voltaje respecto a RPM del Sensor CMP.....	70
Tabla 2.19	72
Caracterización del Sensor KS	72
Tabla 2.20	73
Voltaje respecto a RPM del Sensor KS	73
Tabla 2.21	74
Valor de resistencia para la comprobación del Sensor KS	74
Tabla 2.22	75
Caracterización del Sensor Oxígeno.....	75
Tabla 2.23	76
Voltaje respecto a RPM del Sensor Oxígeno	76
Tabla 2.24	77
Valor de resistencia para la comprobación del Sensor de Oxígeno	77
Tabla 2.25	78
Caracterización del Sensor RPS	78
Tabla 2.26	78
Voltaje respecto a RPM del Sensor RPS	78
Tabla 2.27	80
Caracterización del Sensor APS	80
Tabla 2.28	81
Voltaje respecto a RPM del Sensor APS	81
Tabla 2.29	83
Caracterización del Sensor FTPS	83

Tabla 2.30	83
Voltaje respecto a RPM del Sensor FTPS	83
Tabla 2.31	85
Caracterización del Sensor ECT.....	85
Tabla 2.32	86
Voltaje respecto a RPM del Sensor ECT.....	86
Tabla 2.33	88
Valor de resistencia para la comprobación de los Inyectores.....	88
Tabla 2.34	90
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula PCSV	90
Tabla 2.35	91
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula CVVT.....	91
Tabla 2.36	92
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula VIS	92
Tabla 2.37	94
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula FPRV	94
Tabla 2.38	96
Valor de resistencia para la comprobación de la Bobina de encendido	96
Tabla 3.1	97
Características de la plataforma XETED.....	97
Tabla 3.2	98
Enlace del módulo virtual.....	98
Tabla 3.3	103
Listado de actividades y recursos disponibles	103
Tabla 7.1	116
Datos personales de los desarrolladores	116
Tabla 7.2	118
Roles de los usuarios del módulo virtual.....	118
Tabla 7.3	128
Plan de mantenimiento Motor GDI G4FD	128

ÍNDICE DE ANEXOS

7.1 Anexo 1. Plataforma Moodle	113
7.1.1. Acceso a la plataforma Moodle 4.1.0. por primera vez.....	113
7.1.2. Idioma	115
7.1.3. Ajustes importantes	115
7.1.3.1. Renombrar la Plataforma.....	115
7.1.3.3. Registro de gestores o desarrolladores	116
7.1.3.4. Habilitación de registro de usuarios	117
7.1.4. Rol de usuarios dentro de la plataforma CECA by Moodle	118
7.2 Anexo 2. Guías Prácticas	118
7.3 Anexo 3. Mantenimiento para un Motor De inyección Directa a Gasolina	128
7.3.1. Plan de mantenimiento	128
7.3.2. Revisión y limpieza de las bujías	128
7.3.3. Limpieza del Cuerpo de Aceleración	130
7.3.4. Mantenimiento de Inyectores	131
7.3.5. Limpieza de Válvulas de Admisión.....	132

INTRODUCCIÓN

La aplicación de plataformas virtuales o también conocida como Objetivos Virtuales de Aprendizaje (OVAS) generan varios beneficios para la educación, ya que se tratan de nuevas formas de adquirir conocimientos utilizando las TICS (tecnologías de la Información y la Comunicación), para esto se implementan medios tecnológicos y aplicaciones los que ayudan a reducir el tiempo en la ejecución de una determinada actividad.

Dentro del presente proyecto de titulación se plantea crear un módulo virtual con contenido sobre el motor de inyección directa a gasolina (GDI), este presenta importantes mejoras como su potencia, reducción en el consumo de combustible y la generación de emisiones contaminantes los cuales aportan a una combustión más limpia. Al tratarse de nuevas tecnologías dentro de los sistemas de inyección y que actualmente están siendo aplicadas significativamente en los vehículos dentro de los cuales presentan grandes beneficios, se vuelve un tema de interés para estudiantes e interesados en el campo automotriz.

En la actualidad fomentar el implemento de nuevas tecnologías de educación que garantice resultados óptimos en el aprendizaje del estudiante, hace que para el diseño de un módulo virtual se considere crear un ambiente interactivo para el desarrollo de actividades, cuestionarios evaluativos, entre otras actividades, y que la misma garantice el autoaprendizaje por parte del estudiante.

PROBLEMA

En la educación superior es de gran importancia realizar actividades en laboratorios donde los estudiantes ejercen prácticas en un espacio físico y de forma presencial, en ello se presenta problemáticas de poder desarrollarlo en cualquier lugar, además la institución cuenta con equipos que son utilizados por varios estudiantes en un horario establecido, en ocasiones esto se convierte en un limitante que impide cubrir completamente con las actividades requeridas por diferentes asignaturas. Implementar un laboratorio virtual satisface este tipo de problemáticas e impulsa la revolución tecnológica, el acceso a la educación virtual se constituye como un derecho educativo fundamental. (Medina, 2019).

La Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca debe contar con ambientes virtuales interactivos, que satisfagan problemas como la falta de tiempo en el desarrollo de prácticas y que estas plataformas digitales estén todo el tiempo disponible, donde los estudiantes pueden acceder desde cualquier lugar con conexión a la red.

ANTECEDENTES

Se pretende efectuar una aportación a la educación virtual en la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, implica resolver las problemáticas que se tienen en un laboratorio convencional. Esta aportación consta de dos impactos; el conceptual, por medio de la revisión bibliográfica sobre los Motores con Sistema de Inyección Directa de Gasolina, se adquirirá información útil para los estudiantes. En lo operacional, mediante la creación de una plataforma virtual, el estudiante tendrá mayor facilidad de acceso.

Con proyecto se pretende contribuir al cuarto objetivo Educación de Calidad de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); garantizar una educación inclusiva y equitativa de

calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. (Naciones Unidas, 2018).

IMPORTANCIA Y ALCANCES

Este proyecto técnico, referente a la creación de un módulo virtual enfocado en el funcionamiento y mantenimiento del motor Hyundai de inyección directa a gasolina G4FD, va dirigido para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz, docentes y técnicos. El proyecto permitirá disminuir el tiempo de búsqueda, ofrecerá acceso a información útil y concreta que ayudará a resolver dudas para los interesados en este tema.

En la actualidad existen varios laboratorios donde los estudiantes pueden reforzar sus conocimientos y solucionar dudas mediante el aprendizaje autónomo, estas plataformas se encuentran disponibles en todo momento, brindan confianza y seguridad para el usuario.

El módulo virtual dispone de varios materiales de aprendizaje como libros, videos, simulaciones, que proporciona una mejor experiencia en el aprendizaje. Dentro de esta se pueden tener actividades como foros, cuestionarios, live chat, entre otras, con la finalidad de tener un ambiente atractivo para el usuario.

DELIMITACIÓN

El presente proyecto de grado se lo realizará en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana – sede Cuenca, se realizará una parte práctica que consta de la recopilación de información de la maqueta didáctica del Motor de Inyección Directa a Gasolina Hyundai G4FD.

Figura 0.1

Ubicación de la Universidad Politécnica Salesiana – sede Cuenca



Fuente: Google Maps

GRUPO OBJETIVO

El proyecto va dirigido como material adicional para los estudiantes y profesores de la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Desarrollar un módulo virtual para el aprendizaje del funcionamiento y mantenimiento de un Motor de Inyección Directa a Gasolina Hyundai G4FD.

Objetivos Específicos.

Establecer el estado de arte mediante revisión bibliográfica para definir conceptos importantes de este estudio.

Recopilar información del Motor de Inyección Directa Hyundai G4FD mediante la instrumentación para el desarrollo e implementación de una plataforma virtual.

Realizar el módulo virtual mediante el software Moodle con la información adquirida del Motor de Inyección Directa Hyundai G4FD.

1 CAPÍTULO I: Estudio bibliográfico para definir conceptos importantes.

1.1 Importancia de la Plataforma Virtual.

La importancia de plataforma online al momento de aprendizaje es muy significativa, ya que se encuentra en una herramienta de moda para los estudiantes y los docentes. Los nuevos espacios de información que ofrecen las plataformas en línea se diversifican para facilitar su uso por parte de los dispositivos tecnológicos. Así mismo, la web y los servicios de la aplicación están adaptados a dispositivos móviles que facilita mucho el aprendizaje de los alumnos.

Figura 1.1

Particularidades de Plataformas Virtuales



Fuente: Autores

1.2 Características de los entornos virtuales.

Según, (Cando Zumba et al., 2017) afirma que el entorno de aprendizaje virtual (AVA) consta de espacio físico, estudiantes, profesores, contenido. Las Herramientas educativas, de evaluación, de información y de comunicación en este medio ambiente, nuevas tecnologías como sistemas, internet, multimedia y televisión. Las interacciones han ido más allá del

entorno escolar tradicional para fomentar el aprendizaje, el proceso de compartir conocimientos, experiencias y aprendizajes.

Tabla 1.1

Características de los entornos virtuales

CARACTERÍSTICAS	SIGNIFICADO
Interactividad	Compromiso activo y en línea del usuario: Profesores y estudiantes relación con el contenido.
Flexibilidad	Ajuste fácilmente la implementación inicial y los posibles cambios en el futuro.
Escalabilidad	Funciona con un sistema confiable que aumenta la cantidad y calidad del trabajo sin importar el número de usuarios.
Estandarizable	Copia de seguridad y copia de actividades o recursos de aulas virtuales e importación o exportación de cursos completados.
Funcionalidad	Efectúa a los objetivos y tareas asignadas.
Usabilidad	Es un texto fácil de leer, la información se descarga rápidamente y ofrece funciones y menús sencillos.
Accesibilidad	Los usuarios pueden utilizar la plataforma desde cualquier parte del mundo.
Ubicuidad	Proporcionar todos los medios necesarios de acceso a la plataforma de trabajo.

Fuente: Autores

1.3 Elementos de los entornos virtuales.

El diseño de clase virtual del libro (Cando Zumba et al., 2017). Afirma que le permite preparar un conjunto de actividades con altos niveles en tiempo real también, comunicación e interacción entre instructor y estudiantes. Es usada como recurso para ayudar a los estudiantes a estudiar de forma independiente. No hay instructor en sus respectivas guías. El uso de aulas virtuales permite superar a la clase tradicional, lo que significa que la escena educativa ha cambiado en las instituciones de educación superior. En el sistema posible los estudiantes construyen su natural transformación de instrucción, dejando de individuo simples receptores de proclamación para convertirse en personas críticas, indagadoras, reflexivas, investigadoras y creativas. En la actualidad, el instrumento tecnológico más levantado para la instrucción es el Internet, que ha traído cerca de ellos el espacio integral sin aliento físico.

Tabla 1.2

Elementos de los entornos virtuales

ELEMENTOS	DEFINICIONES
Distribución de la información	El profesor proporciona contenido y el estudiante recibe contenido en un formato conciso que es fácil de distribuir y accesible.
Intercambio de ideas y experiencias	Dependiendo del recurso utilizado, pueden o no estar en línea.
Aplicación de lo aprendido	Es transferencia de conocimiento e integración con otras disciplinas.
Evaluación de los conocimientos	Con actividades, métodos de evaluación innovadores no solo pruebas tradicionales.
Seguridad y confiabilidad en el sistema	Proporcionar a los usuarios las claves personalizadas adecuadas y garantizar la disponibilidad y operatividad continua del sistema.

Fuente: (Cando Zumba et al., 2017a)

1.4 Ventajas y desventajas de los laboratorios virtuales.

El docente está en constante búsqueda de métodos y herramientas que contribuyan de manera eficaz y eficiente al mejoramiento del proceso educativo, pero el uso de laboratorios virtuales trae ventajas y desventajas que se ven reflejadas en el desarrollo de las actividades educativas (Belloch, n.d.).

Los laboratorios virtuales pueden destacar las siguientes ventajas (Salcedo Galvis, en.):

Figura 1.2

Ventajas de los Laboratorios virtuales

Acceso a información de calidad	<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes universitarios pueden acceder a información de calidad, actualizada y verificada por expertos en el tema.
Flexibilidad y comodidad	<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes pueden acceder a los recursos en cualquier momento y lugar, lo que les permite organizar su tiempo de estudio de acuerdo a sus necesidades y horarios.
Ahorro de tiempo y dinero	<ul style="list-style-type: none">• Muchos de estos recursos son gratuitos, los estudiantes no tienen que gastar dinero en libros y materiales de estudio.
Herramientas de colaboración	<ul style="list-style-type: none">• Estas herramientas pueden incluir foros de discusión, grupos de estudio en línea, chats y videoconferencias. Permiten a los estudiantes trabajar juntos en proyectos, compartir información y recursos, y comunicarse entre sí de manera efectiva.
Acceso a recursos especializados	<ul style="list-style-type: none">• Estos recursos pueden ser muy útiles para los estudiantes que necesitan investigar en áreas específicas y profundizar en sus conocimientos.
Actualización constante	<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes siempre tienen acceso a información actualizada y relevante.
Formación continua	<ul style="list-style-type: none">• Permite a los estudiantes adquirir nuevas habilidades y conocimientos en áreas específicas.
Preparación para el mundo laboral	<ul style="list-style-type: none">• Al utilizar estas herramientas y recursos, los estudiantes pueden desarrollar habilidades y conocimientos que serán útiles en su carrera profesional.
Mejora del rendimiento académico	<ul style="list-style-type: none">• Las páginas virtuales pueden ayudar a mejorar el rendimiento académico.

Fuente: Autores

También existen algunas desventajas que es importante tener en cuenta. A continuación, se presentan las más comunes:

Figura 1.3

Desventajas de los Laboratorios Virtuales

Falta de interacción personal	<ul style="list-style-type: none">• Si bien las herramientas de colaboración en línea pueden ayudar a los estudiantes a comunicarse entre sí, no pueden reemplazar completamente la interacción en persona.
Dependencia de la tecnología	<ul style="list-style-type: none">• Los estudiantes pueden volverse demasiado dependientes de las páginas virtuales y de la tecnología en general, lo que puede afectar negativamente su capacidad para pensar críticamente y resolver problemas.
Riesgo de distracciones	<ul style="list-style-type: none">• Esto puede afectar negativamente su capacidad para concentrarse y puede llevar a una disminución del rendimiento académico.
Falta de motivación	<ul style="list-style-type: none">• Esto puede ser especialmente cierto para estudiantes que prefieren un enfoque más interactivo y práctico para el aprendizaje.

Fuente: Autores

1.5 Limitaciones en la calidad de la información.

A pesar de que las páginas virtuales pueden ofrecer una gran cantidad de información y recursos, también existe el riesgo de que la calidad de la información no sea confiable o esté desactualizada. Los estudiantes deben ser cuidadosos al seleccionar y utilizar recursos en línea y asegurarse de que la información provenga de fuentes confiables y verificadas.

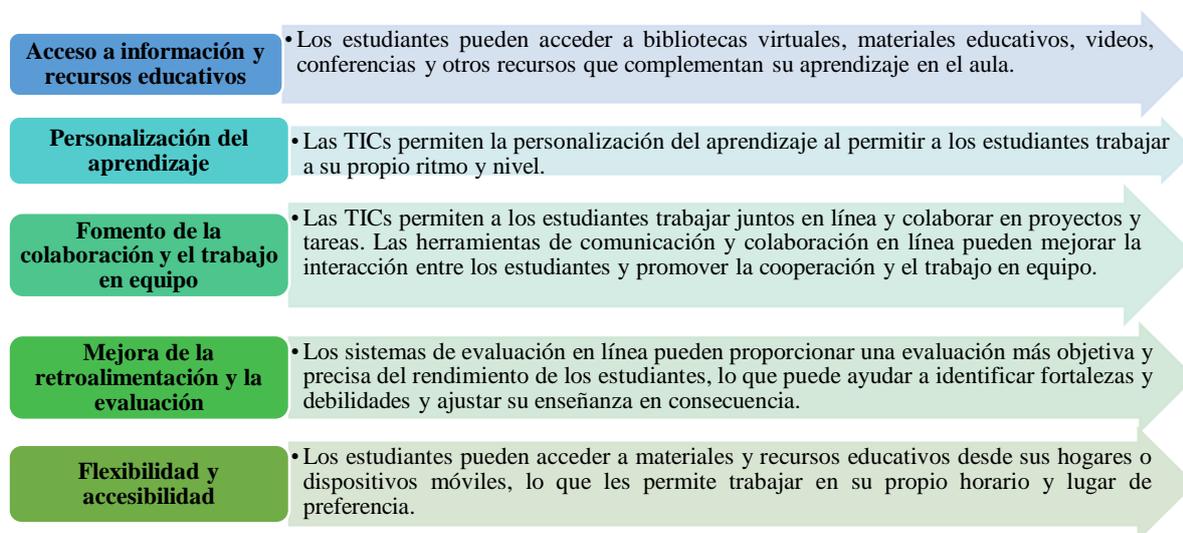
1.6 Importancia de las TICs.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han tenido un impacto significativo en el proceso de enseñanza en las últimas décadas. En la actualidad, las TICs se han convertido en herramientas clave para mejorar la calidad de la educación y promover el aprendizaje efectivo en los estudiantes.

A continuación, se presentan algunas de las formas en que las TICs han influido en el proceso de enseñanza (Cando Zumba et al., 2017):

Figura 1.4

Influencia de las TICs en el proceso de enseñanza



Fuente: Autores

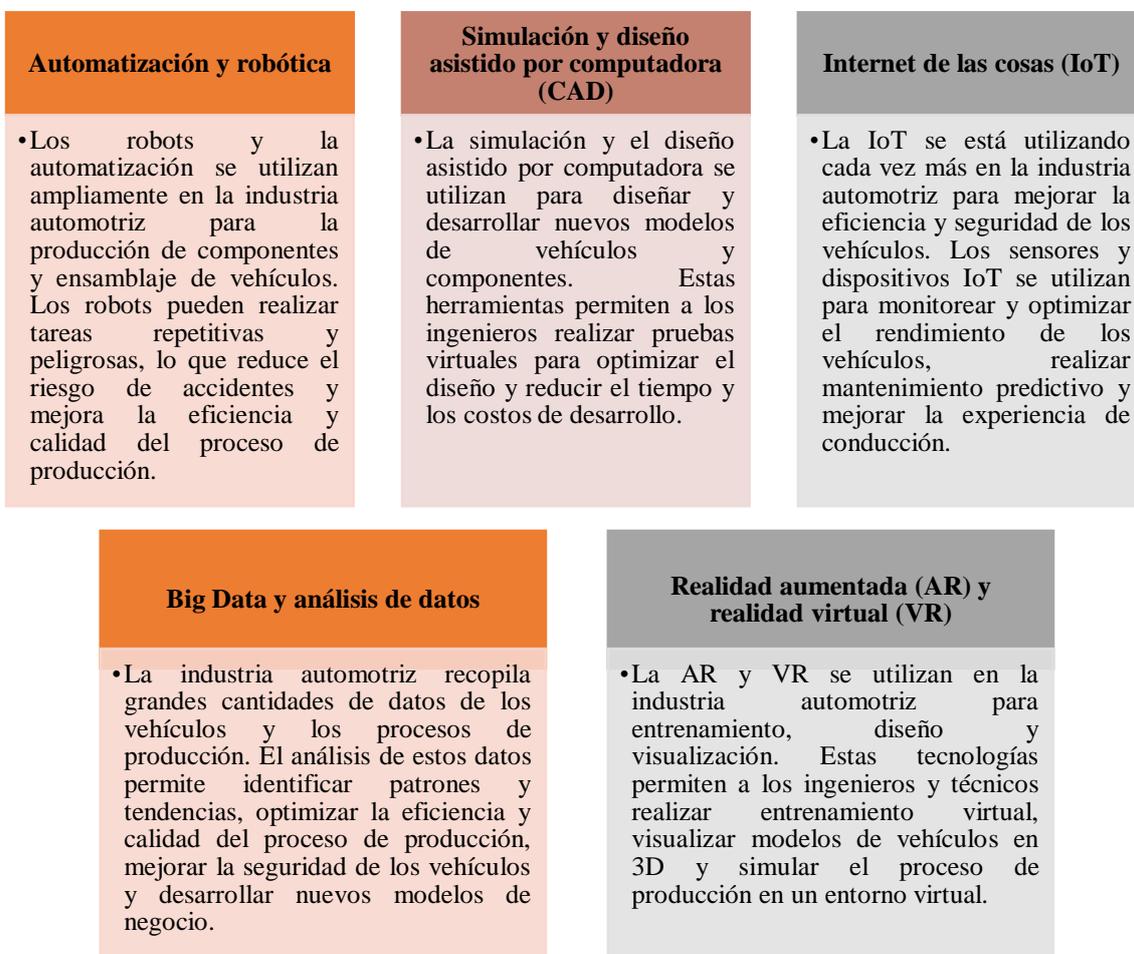
1.7 Las TICs empleadas en automotriz.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han tenido un impacto significativo en la industria automotriz. En la actualidad, las TICs se han convertido en herramientas clave para mejorar la calidad y eficiencia de los procesos de producción y para el desarrollo de nuevos modelos de vehículos.

A continuación, se presentan algunas de las TICs más empleadas en la industria automotriz:

Figura 1.5

Las TICs empleadas en automotriz



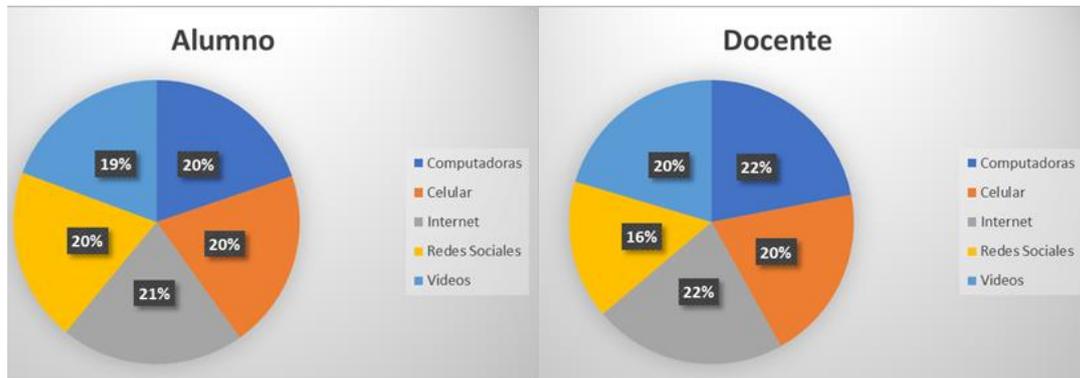
Fuente: Autores

1.8 Herramientas de las TICs.

Según (Lanuza Gámez, Rodríguez, & Saavedra Torres, 2018), las herramientas TICs más utilizadas en orden de prioridad tanto por estudiantes y docentes son:

Figura 1.6

Porcentaje de herramientas mas utilizadas por alumnos y profesores

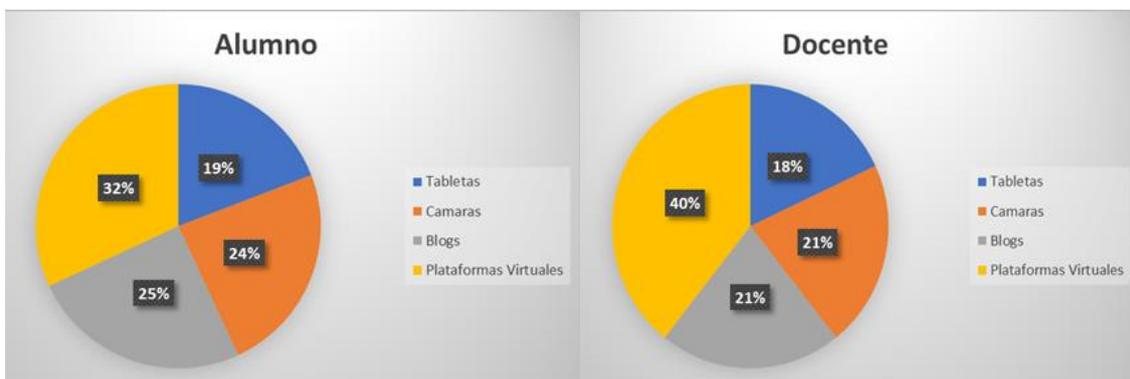


Fuente: Autores

Sin embargo, existen herramientas TIC que son menos utilizadas y que de una u otra manera motivan y mejoran los aprendizajes; entre las cuales se encuentran: (Lanuza Gámez, Rodríguez, & Saavedra Torres, 2018).

Figura 1.7

Porcentaje de herramientas no muy utilizadas por alumnos y profesores



Fuente: Autores

Mediante estas herramientas se mejora la calidad educativa, ya que estas motivan al razonamiento lógico, crítico, así como al desarrollo de habilidades y destrezas en estudiantes de las diferentes carreras contribuyendo de esta manera a un aprendizaje holístico. (Lanuza Gámez, Rodríguez, & Saavedra Torres, 2018).

1.9 Las OVAS empleadas en el aprendizaje Automotriz.

La Implementación de las OVAS en el aprendizaje automotriz es de vital importancia para los estudiantes ya que gran parte optan por sitios web al momento de realizar alguna investigación o consultar información de un tema determinado, además de ser intuitivos y fortalecer los conocimientos. Es decir, la enseñanza con estos medios es relativamente mínima, esto se lo realiza de acuerdo con la necesidad específica de cada centro de enseñanza, estas tienden a promover tanto las habilidades teóricas como prácticas, el uso de adecuado entre la información y el conocimiento, posibilita y mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje tanto para el docente como para el estudiante.

1.10 El uso de las OVAS en Automotriz como método de aprendizaje.

La implementación de las OVAS en la industria automotriz ha influido significativamente en el proceso de aprendizaje. El fácil acceso a las aplicaciones informáticas a través de Internet ha impulsado el uso de herramientas virtuales, ya que cuentan con entornos llamativos y gráficos de buena calidad, además, de la optimización de recursos y costos.

Además, permiten intercambiar conceptos e ideas, logrando un desarrollo sustancial y relevante dentro y fuera de las instituciones académicas. Con este método promueven el aprendizaje autónomo, en la cual los estudiantes pueden acudir a plataformas online tales como ELECTUDE, donde pueden aprender conceptos, características, generalidades de los diferentes sistemas y a diagnosticar las principales averías en el vehículo mediante

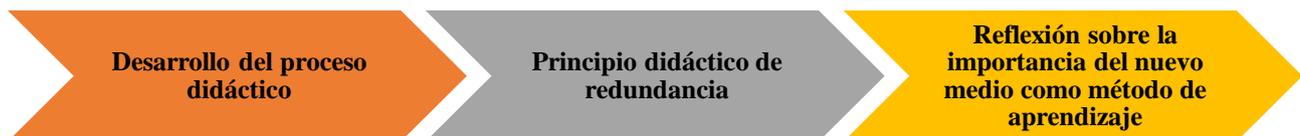
simulaciones interactivas y animaciones. “El fácil acceso a las aplicaciones informáticas, una atractiva presentación de contenidos, contar con nuevos entornos y situaciones problema, así como la optimización de recursos y costos” (Cabrera Medina, Sánchez Medina, & Rojas, 2016, págs. 2-100).

1.11 Las Herramientas Multimedia en el Aprendizaje.

El uso de los elementos multimedia es utilizado frecuentemente en la actualidad, principalmente en el campo del aprendizaje, permite captar la atención de los estudiantes, además son innovadores y ayudan a diversificar los métodos de enseñanza que aplica el docente en el aula de clases. En las Ciencias de Educación la aplicación de estas tecnologías, se basan en 3 principios básicos.

Figura 1.8

Principios básicos del aprendizaje

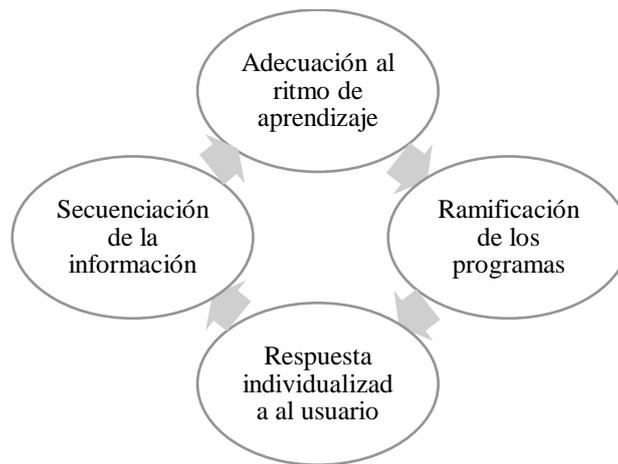


Fuente: Autores

Las características principales de las herramientas educativas en el proceso de enseñanza aprendizaje depende del enfoque que se tenga sobre el mismo, es decir, dependerá de las características que el docente aplicará en la materia o tema a impartir en el aula. La multimedia incorpora características y mejoras con respecto a la enseñanza tradicional como son:

Figura 1.9

Características de la multimedia en el aprendizaje



Fuente: Autores

La efectividad de la multimedia en la enseñanza depende de las instrucciones dadas al programa educativo, el cual incentive al estudiante a formar parte este proceso comunicativo, es decir entre el elemento multimedia y el usuario debe existir un proceso de diálogo, el cual dará al estudiante las repuestas a sus inquietudes, le permitan también plantear problemas que puedan resolver mediante el uso de esta herramienta tecnológica, todo esto mediante instrucciones sencillas y fáciles de comprender, es evidente que toda herramienta multimedia debe contener características didácticas multimedia (videos, presentaciones, texto, imágenes, interactividad) que permitan al estudiante desarrollar sus habilidades cognitivas de aprendizaje.

1.12 ¿Qué es una plataforma educativa?

Su principal función es facilitar la creación de entornos online y mejorar la educación a distancia, con la finalidad de experimentar las mismas experiencias de aprendizaje que se imparte en un aula de clase. Su propósito es fomentar el uso de sitios online, con la finalidad de fortalecer el proceso de educación tradicional.

Entre las plataformas educativas más utilizadas en el aprendizaje autónomo podemos mencionar:

Figura 1.10

Tipos de Plataformas Online



Fuente: (Rojero, 2019)

1.13 Tipos de plataforma educativa.

Figura 1.11

Tipos de plataforma educativa.

Propietario o comercial

- Ofrece sistemas completos, bien documentados y con funciones necesarias para cualquier entorno.
- Ejemplos: Blackboard, FirstClass, WebCT, Wix, etc.

Libre

- De libre acceso y mucho más económicos.
- El usuario es autónomo para manipular.
- Ejemplos: Aturo, moodle, Claroline, Dokeos, Chamilo, etc.

Plataforma de proceso propio

- Diseñados para la comercialización, no tiene factores económicos, además es exclusivamente para el ámbito educativo.

Fuente: Autores

El proyecto utiliza una plataforma única que le permite crear un entorno completo con información bien documentada y multimedia (videos, presentaciones, texto, imágenes, interactividad). Esto ayuda a los estudiantes a mejorar su aprendizaje y a involucrarse más en

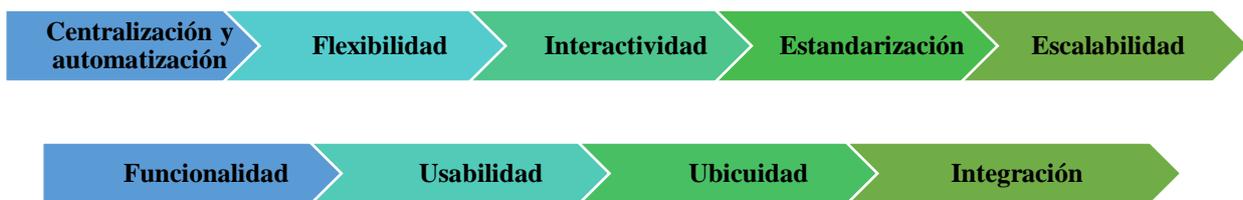
el salón de clases. Además, estos sitios web estarán disponibles tanto en computadoras de escritorio como en teléfonos inteligentes.

1.14 Características de las plataformas Online.

Las plataformas online buscan satisfacer las necesidades de los usuarios mediante sus sitios web al momento de buscar información. Entre sus características destacan:

Figura 1.12

Características de las plataformas Online



Fuente: Autores

1.15 Criterios para evaluar una plataforma Online.

La evaluación de los sitios web tiene gran importancia al momento de trabajar con una de estas, ya que se necesita un pensamiento crítico para validar si los recursos son fiables y adecuados a las necesidades informativas de cada usuario.

A continuación, se detallarán en el siguiente cuadro los criterios que se usaron para evaluar los diferentes sitios web.

Tabla 1.3

Evaluación de Plataformas Online

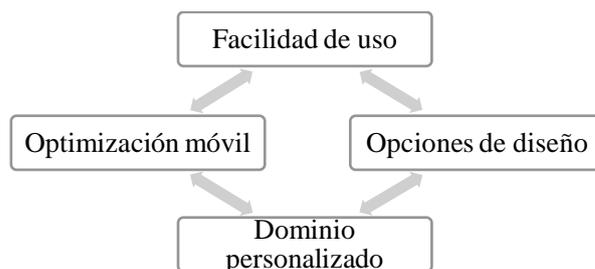
Criterios por evaluar	Facilidad de uso	Opciones de diseño	Dominio personalizado	Optimización móvil	Puntuación de recomendación¹
Wix	Excelente	Excelente	Excelente	Muy bueno	9.9
GoDaddy	Excelente	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	9.0
Site 123	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno	8.6
SquareSpace	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	8.9
Moodle	Muy bueno	Bueno	Bueno	Bueno	8.9

Fuente: Autores

Las computadoras son un recurso primordial en el aprendizaje, ya que mediante estos se pueden acceder a sitios web. Es por ello, la importancia de realizar la evaluación de las diferentes plataformas online con las características antes descritas se ha confeccionado una aproximación a los criterios que se deben tomar en cuenta; entre los que destacan:

Figura 1.13

Criterios para evaluación de una plataforma online



Fuente: Autores

¹ Tabla 1.3 información TOP 10 mejores plataformas virtuales. (2021)

1.16 Evaluación de las plataformas Online.

Tabla 1.4

Características de varias Plataformas Online

Wix	Facilidad de uso	<i>No se necesita contar con conocimientos de programación, ni generar códigos.</i>
	Opciones de diseño	<i>Cuenta con más de 70 categorías de plantillas.</i>
	Dominio personalizado	<i>Ofrece la posibilidad de utilizar un subdominio totalmente gratuito.</i>
	Opción Móvil	<i>Opción para crear versiones de la página para móviles.</i>
GODADDY	Facilidad de uso	<i>Más utilizado para el registro de dominios, ofrece un periodo de 30 días.</i>
	Opciones de diseño	<i>No es proveedor de servicios de creación de sitios web, se especializa en alojamiento web.</i>
	Dominio personalizado	<i>Se dedica al registro de dominios web y presta servicios de hosting.</i>
	Opción Móvil	<i>Cuenta con más de 22 temas para opción móvil y ordenador.</i>
SITE123	Facilidad de uso	<i>Centrada en la creación rápida pero no con toda libertad creativa.</i>
	Opciones de diseño	<i>Cuenta con más de 180 plantillas que pueden ser modificadas.</i>
	Dominio personalizado	<i>Cuenta con dominio de otro sitio web, brinda la facilidad de migrar a SITE123.</i>
	Opción Móvil	<i>En cualquier plantilla existe la opción de trabajar en móvil u ordenador.</i>
Squarespace	Facilidad de uso	<i>Flexibilidad para insertar su propio código HTML para mayor personalización.</i>
	Opciones de diseño	<i>Cuenta con aproximadamente 70 plantillas con 14 categorías, todas pueden ser modificadas.</i>
	Dominio personalizado	<i>Al crear una cuenta el sitio web lo ubicará en un dominio integrado, podrá ser modificado al activar su cuenta.</i>
	Opción Móvil	<i>Opción disponible para todas las plantillas.</i>

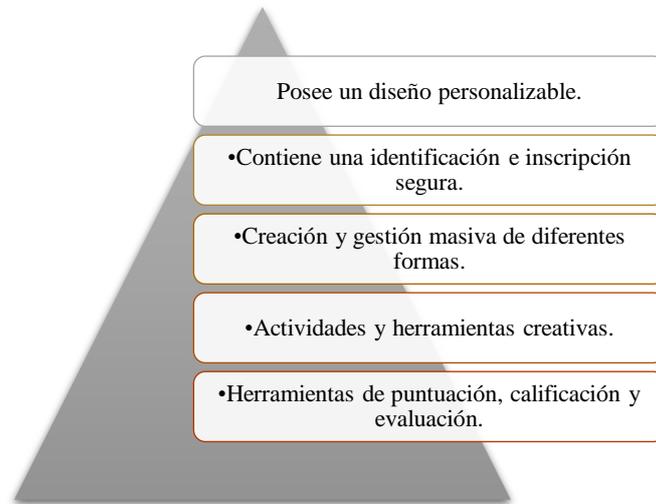
Fuente: Autores

1.17 Elección de la plataforma Online.

Para este estudio se utilizará la plataforma web “Moodle” perteneciente a plataformas comerciales, ya que el objetivo es desarrollar una plataforma en línea para conocer el sistema de inyección de gasolina GDI, ayudando a los estudiantes a conocer las características, funcionamiento, averías, etc. Además, esta plataforma ofrece múltiples posibilidades de diseño, un dominio personalizado donde se puede utilizar el subdominio totalmente gratuito, y además tiene la ventaja de enlazar diferentes programas, haciendo la página más fácil de crear e intuitiva para los alumnos. A continuación, detallaremos algunas de las características de esta plataforma:

Figura 1.14

Características de la plataforma online Moodle



Fuente: Autores

2 CAPÍTULO II: El Motor de Inyección Directa a Gasolina GDI.

2.1 Motores de Inyección directa a gasolina

2.1.1 Definición

El motor de Inyección Directa a Gasolina utiliza un sistema de inyección de combustible que suministra gasolina directamente en la cámara de combustión, este tipo de motor permite un mayor control sobre la cantidad de combustible que se implementará en cada ciclo de combustión, resultando en una mayor eficiencia y potencia.

Figura 2.1

Motor con sistema de inyección directa

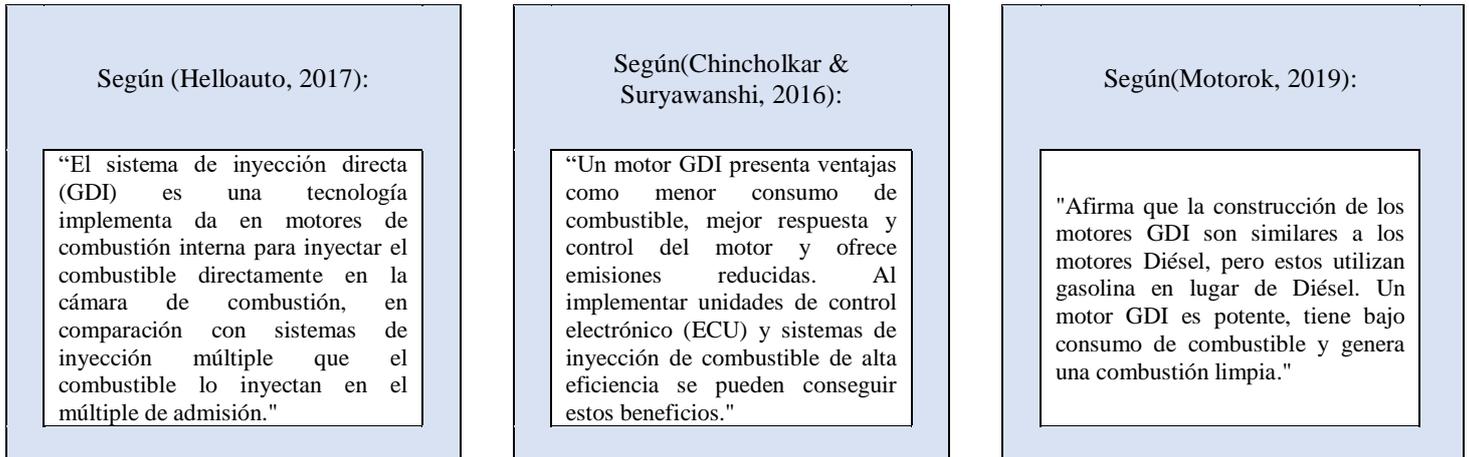


Fuente: (Redondo, 2019)

A continuación, se presentan varias definiciones de autores sobre los motores de inyección directa a gasolina:

Figura 2.2

Definiciones por autores sobre Motores de inyección directa a gasolina GDI



Fuente: Autores

2.1.2 Características generales de un motor de inyección electrónica de combustible

El motor con sistema de inyección electrónica de combustible tiene como objetivo un mejor rendimiento, economía en los mecanismos de funcionamiento y reducir las emisiones contaminantes del aire.

(Duronio et al., 2019) presentan algunas características del motor con sistema de inyección electrónica de combustible.

Tabla 2.1

Características del motor con sistema GDI

Alta eficiencia	Los motores de inyección directa a gasolina tienen una mayor eficiencia térmica debido a la mejor combustión y a la menor cantidad de combustible no quemado que se emite.
Mejora de la potencia	Permite una mayor precisión en el suministro de combustible, lo que puede mejorar la potencia del motor en un 10-15% en comparación con los motores de inyección indirecta.
Menor consumo de combustible	La inyección directa de gasolina ofrece una mejor mezcla aire-combustible y una mayor eficiencia en la combustión, permite un menor consumo de combustible.
Mayor emisión de partículas	A pesar de su alta eficiencia, la inyección directa de gasolina a alta presión puede provocar la emisión de partículas ultrafinas, lo que puede afectar la calidad del aire y la salud humana.

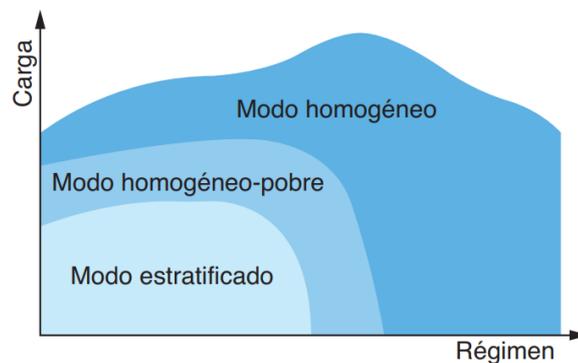
Fuente: (Duronio et al., 2019)

2.1.3 Modos de operación

El sistema de inyección directa ofrece mejoras como el ahorro de combustible y disminución de la emisión de gases contaminantes. Para ello el motor con sistema de inyección directa opera con los siguientes modos de funcionamiento.

Figura 2.3

Modos de operación del motor GDI



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.1.3.1 *Modo estratificado pobre:*

En este modo se consigue tener una mezcla de aire-combustible cerca a la bujía y llenar el restante de la cámara de combustión con aire y gases de escapes provenientes de la válvula EGR.

El motor presentará una reducción del consumo de combustible, pero se requiere de un sistema de escape sofisticado.

La inyección del combustible se lo realiza antes del encendido, la mezcla cercana a la bujía presentará un factor Lambda entre $\lambda=1,6$ a 3 lo que permitirá una buena combustión.

Para el control de la carga del motor se lo efectúa variando el caudal de inyección, sin la necesidad de utilizar la mariposa de aceleración la que se encontrará casi abierta totalmente, aunque el acelerador no esté accionado completamente. Con esto se consigue rellenar el

cilindro de aire que no se consume para aumentar la presión de compresión y tener como resultado el incremento del rendimiento del motor.

Figura 2.4

Modo estratificado pobre



Fuente:(Pardiñas, 2012)

El modo estratificado es posible a regímenes débiles; ralentí, 3500 rpm, con cargas bajas y cargas medias. No se lo aplica en cargas altas porque es una mezcla extremadamente rica alrededor de la bujía no sería posible la inflamación.

2.1.3.2 Funcionamiento en mezcla homogénea:

Con este modo de funcionamiento se consiguen prestaciones máximas del motor, la mezcla se enriquece hasta un Factor Lambda $\lambda=1$. El combustible se inyectará en la fase de admisión para crear una mezcla homogénea previo a su inflamación. La carga del motor se controla por la mariposa de electrónica.

2.1.3.3 Modo homogéneo-pobre:

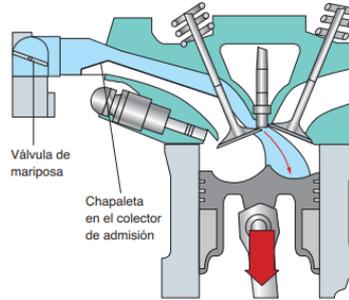
El motor funcionará en este modo durante la transición del modo estratificado pobre y el funcionamiento homogéneo. En la cámara de combustión se presentará una mezcla homogénea pobre con un factor lambda $\lambda=1,55$.

Admisión. En esta fase la mariposa de aceleración se encuentra totalmente abierta y la chapaleta del colector de admisión estará cerrada.

Se reducirán las pérdidas por estrangulamiento y se producirá un flujo intenso de aire que ingresa al cilindro.

Figura 2.5

Modo homogéneo-pobre en fase de admisión



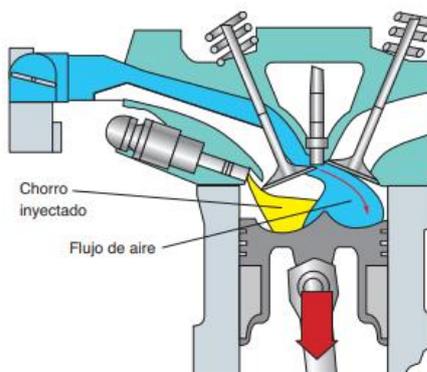
Fuente:(Pardiñas, 2012)

Inyección. Durante el ciclo de admisión, antes del PMS el combustible es inyectado directamente en el cilindro a unos 300° . La unidad de control electrónica regula la cantidad de combustible inyectado con un factor Lambda aproximadamente $\lambda=1,55$.

Con esto se consigue reducir más el consumo de combustible a comparación con el funcionamiento con reducción de gases de escape.

Figura 2.6

Modo homogéneo-pobre en fase de inyección



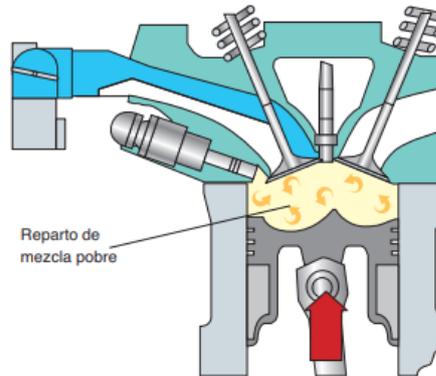
Fuente:(Pardiñas, 2012)

Formación de la mezcla. Al inyectar el combustible tan temprano se dispone de más tiempo para formar la mezcla hasta el momento del encendido.

Se consigue una mezcla uniforme en la cámara de combustión.

Figura 2.7

Formación de la mezcla en modo homogéneo-pobre



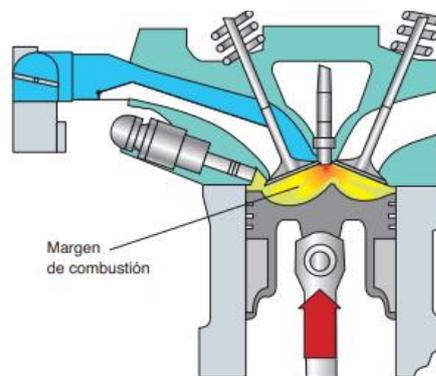
Fuente:(Pardiñas, 2012)

Combustión. Al tener un reparto homogéneo de la mezcla, se puede elegir desenvueltamente el momento de encendido.

La combustión se realizará en toda la cámara de combustión.

Figura 2.8

Combustión del modo homogéneo-pobre



Fuente:(Pardiñas, 2012)

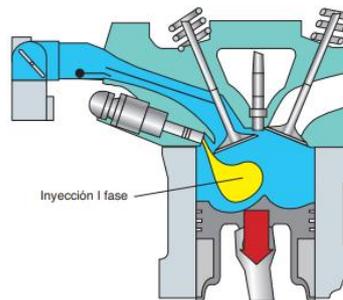
2.1.3.4 *Inyección en dos fases-calefacción del catalizador:*

En el modo homogéneo, se calentará el catalizador para conseguir que este alcance su temperatura de funcionamiento rápidamente. Se consigue optimizar la suavidad del funcionamiento mecánico y reducción de HC.

Primera inyección. Por inyectar el combustible a unos 300° y antes del PMS en la fase de admisión, se consigue que la mezcla se forme homogéneamente.

Figura 2.9

Primera inyección de la calefacción de catalizador



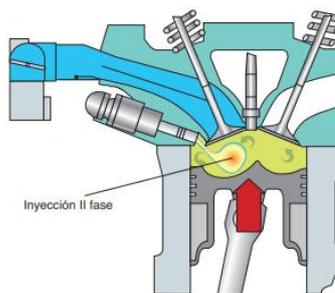
Fuente:(Pardiñas, 2012)

Segunda inyección. Se inyecta una cantidad pequeña de combustible, aproximadamente a 60° previo al PMS en la carrera de compresión.

La mezcla se inflamará muy tarde y aumentará la temperatura de los gases de escape.

Figura 2.10

Segunda inyección de la calefacción de catalizador



Fuente:(Pardiñas, 2012)

Los gases de escape más calientes ayudan a que el catalizador alcance más rápido su temperatura de servicio.

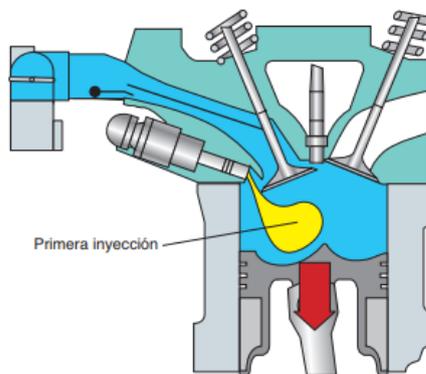
2.1.3.5 Inyección en dos fases-plena carga:

Los motores de inyección directa presentarán una mezcla heterogénea a regímenes de hasta 3000 rpm y a plena carga, estos son indeseable por ello con una inyección en dos fases se evita este fenómeno y se aumenta el par.

Primera inyección. Se lo realiza a 300° antes del PMS en el ciclo de admisión, aproximadamente se inyecta dos tercios de la cantidad total del combustible.

Figura 2.11

Primera inyección de plena carga



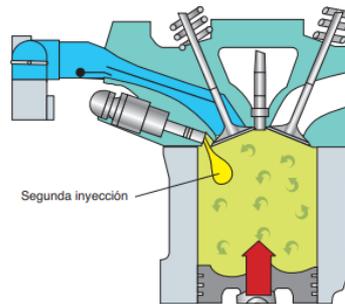
Fuente:(Pardiñas, 2012)

Segunda inyección. Lo restante del combustible es inyectado aproximadamente al inicio del ciclo de compresión. Se depositará una menor cantidad de combustible en las paredes de los cilindros y se tendrá una mejora en la homogeneidad de la mezcla.

Se presentará una mezcla poco más rica en la zona de las bujías a comparación del resto de la cámara de combustión, con ello se tendrá una mejora de la combustión y reducción de la tendencia al picado.

Figura 2.12

Segunda inyección de plena carga



Fuente: (Pardiñas, 2012)

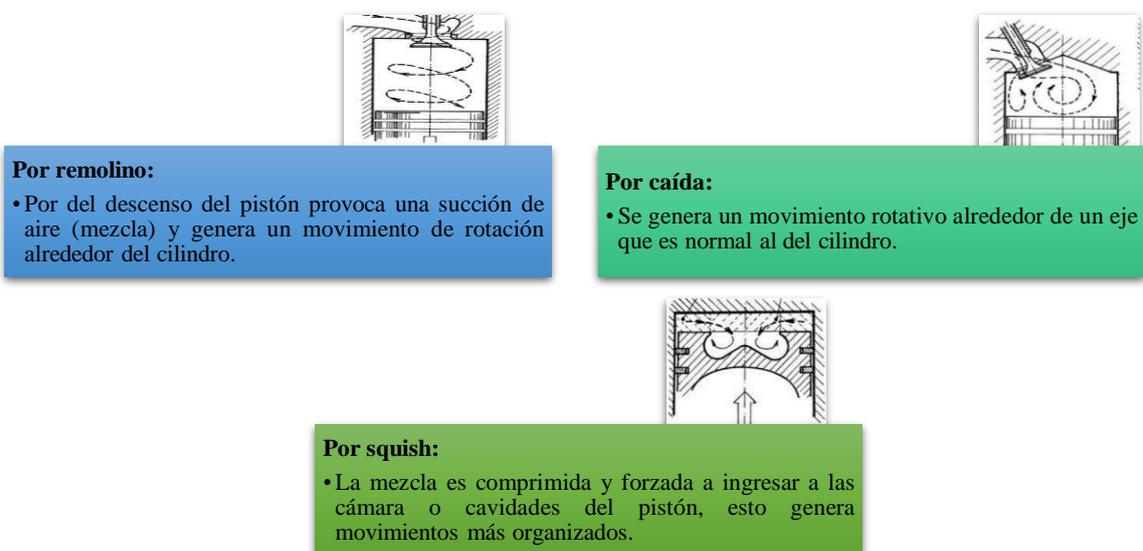
2.1.4 Factores que afectan a la combustión

2.1.4.1 Turbulencia en los conductos de admisión y cámaras de combustión

Para tener una buena combustión es importante una buena mezcla entre el oxígeno y el combustible, para ello se tiene un determinado mecanizado para favorecer la turbulencia generada en los conductos de admisión y cámara de combustión.

Figura 2.13

Turbulencia en los conductos de admisión y cámaras de combustión



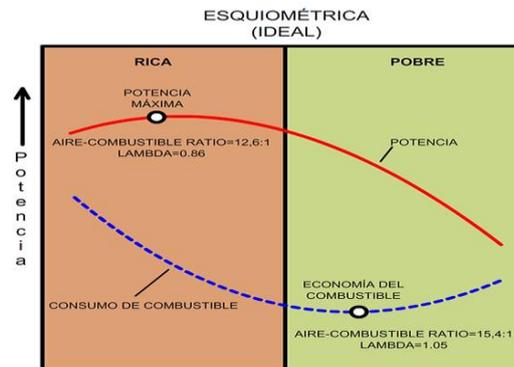
Fuente: (Claver, 2019)

2.1.4.2 Factor de mezcla:

El factor lambda, permite deducir la proporción de aire-combustible que ingresara a la cámara de combustión en un motor de combustión interna.

Figura 2.14

Curva de potencia y consumo de combustible respecto al Factor Lambda



Fuente: (Blog Mecánicos, 2016)

Tabla 2.2

Relación estequiométrica de combustibles

COMBUSTIBLE	RELACIÓN AFR
Gasolina	14,7:1
Diésel	14,5:1
Etanol	6,7:1
GPL	15,63:1
GNC	17,4:1

Fuente: Autores

2.1.4.3 Pistones

El mecanizado de los pistones se utiliza para dirigir el combustible una vez que se haya inyectado, el objetivo es conseguir una mezcla estratificada o una mezcla relativamente rica en la zona de la bujía para iniciar la combustión. Una vez que ocurre la ignición, el combustible restante se quemará y producirá una mezcla eficiente. (Smith, 2016).

Figura 2.15

Forma del Pistón para Motores GDI



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.1.4.4 Autoencendido:

Es conocido también como detonación, este fenómeno ocurre cuando la mezcla de aire-combustible que se encuentra en la cámara de combustión se inflama antes de tiempo.

Tabla 2.3

Causas y consecuencias del autoencendido

CAUSAS	CONSECUENCIAS
Incorrecta relación de aire y combustible.	Datos en los pistones y bielas.
Grado térmico de la bujía inadecuado.	Pérdida de potencia del motor.
Cámara de combustión con puntos calientes.	Incremento de la temperatura del motor.
Combustible de baja calidad.	Aumento del consumo de combustible.
Altas temperaturas del ambiente.	Ruido excesivo del motor.
Combustible contaminado.	Incremento de las emisiones contaminantes.
Sistema de inyección de combustible defectuoso.	Fallas en el motor.

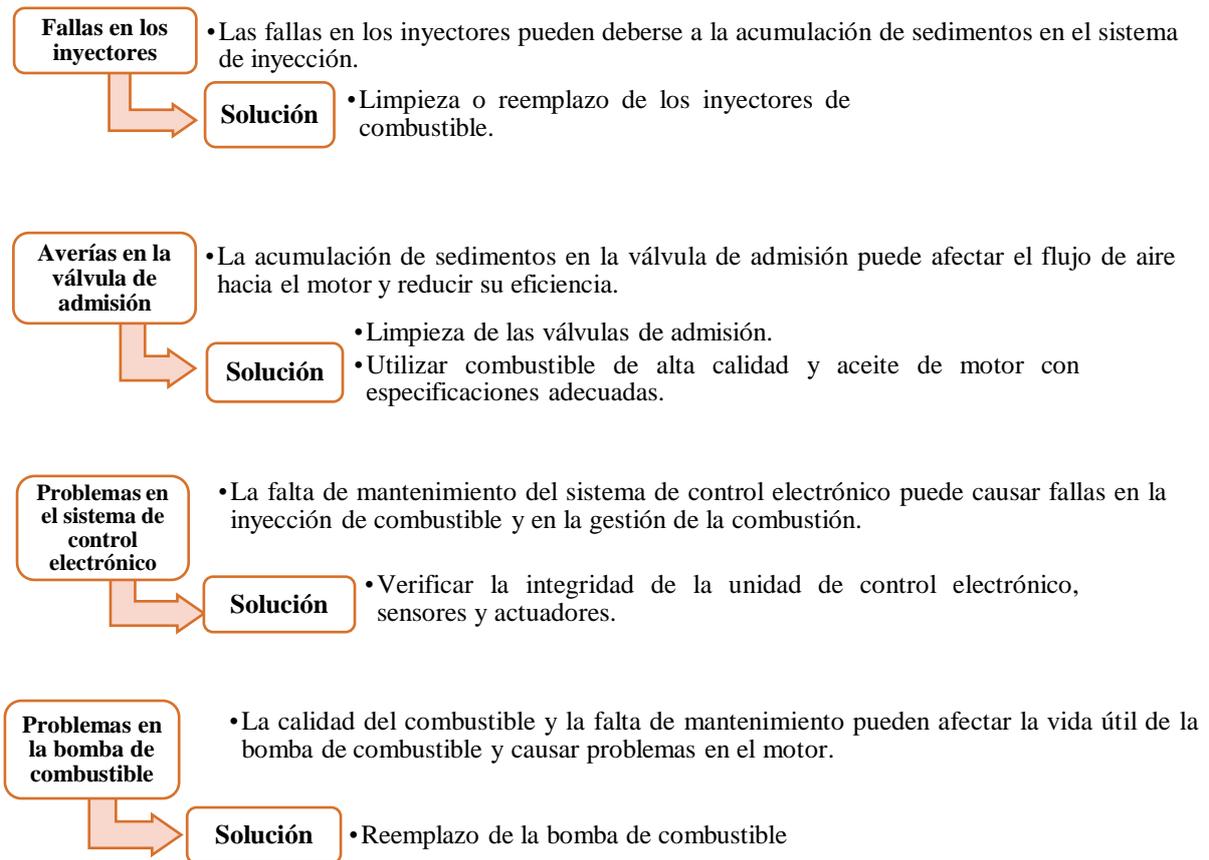
Fuente: Autores

2.1.5 Posibles Averías en el Motor de inyección Directa a Gasolina

En el motor de inyección directa a gasolina se pueden presentar averías por una variedad de factores, como problemas en sensores, sistema de alimentación, fallas en la electrónica de control, entre otros.

Figura 2.16

Averías y soluciones en motores GDI



Fuente: Autores

2.1.6 Emisiones de un motor GDI

El estudio realizado por (Ge et al., 2022) sobre el impacto del tiempo de inyección en las emisiones de partículas de un motor de inyección directa a gasolina, los resultados fueron que las emisiones de partículas aumentaron con el tiempo de inyección, por lo que concluyeron que este es un factor importante que considerar para controlar las emisiones en los motores de inyección directa a gasolina.

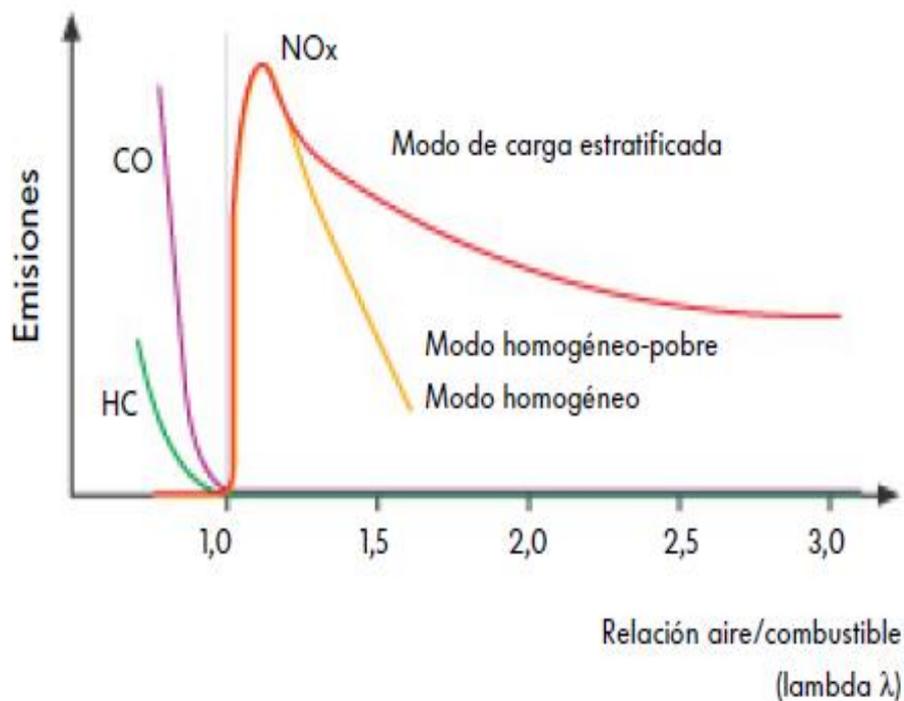
Con base en la investigación por parte de (Bogarrra et al., 2016) sobre el estudio de las emisiones de material particulado y gaseoso en motores de inyección directa de gasolina mediante reformado de combustible de gases de escape a bordo, se obtuvieron como resultado

que las emisiones de partículas aumentaron con a la carga y la velocidad de giro del motor, concluyeron que estos factores influyen en la generación de emisiones del motor GDI.

En la figura 2.17 se presenta el comportamiento de las emisiones en un Motor de inyección directa a gasolina.

Figura 2.17

Emisiones respecto a lambda del Motor GDI



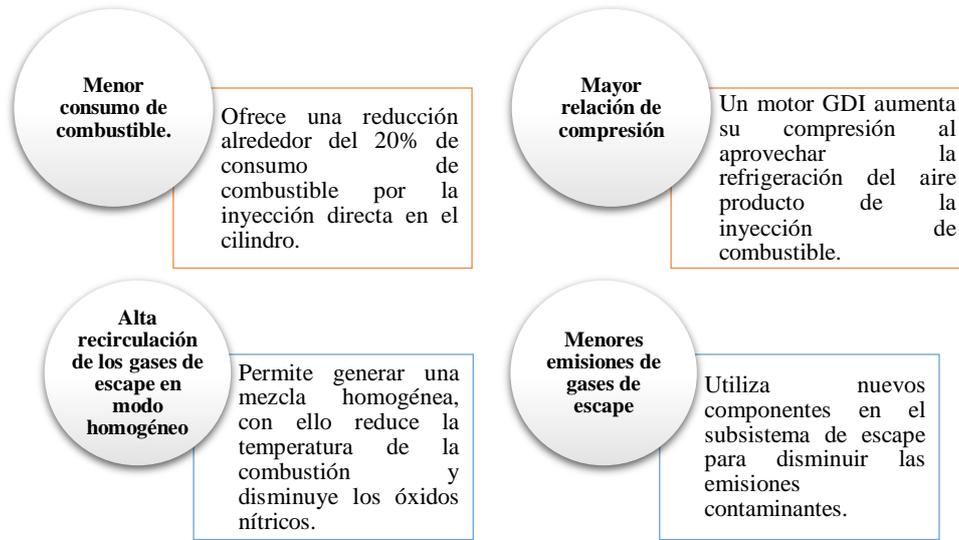
Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.1.7 Ventajas del motor de inyección directa de gasolina.

Desde el punto de vista de (Collaguazo, 2013) los motores de inyección directa a gasolina presentan las siguientes ventajas:

Figura 2.18

Ventajas del Motor GDI



Fuente: (Collaguazo, 2013)

2.2 Inyección Directa a Gasolina GDI

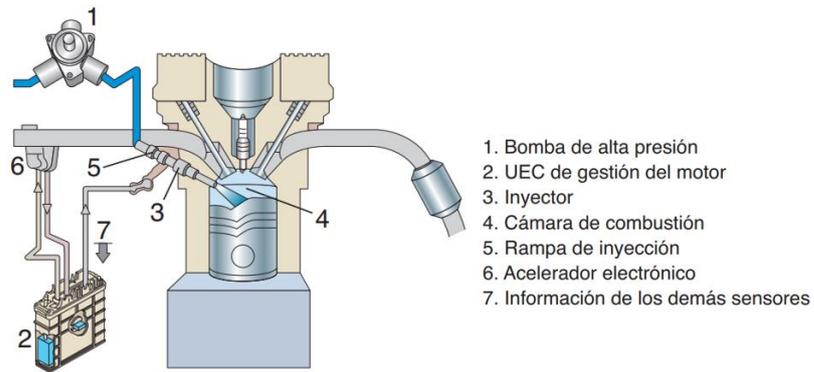
2.2.1 Definición

En un sistema de inyección directa, la gasolina es inyectada de forma directa en la cámara de combustión. El combustible es inyectado a una presión elevada gracias a una bomba de alta presión, según (Pardiñas, 2012) esta presión oscila entre 30 y 150 bares.

Este sistema es gestionado por la ECU del vehículo mediante una serie de parámetros (régimen, posición de mariposa, etc.), controla la duración de la inyección, el inicio de esta, como también la presión para inyectar el combustible.

Figura 2.19

Esquema de principio de un sistema de inyección directa a gasolina



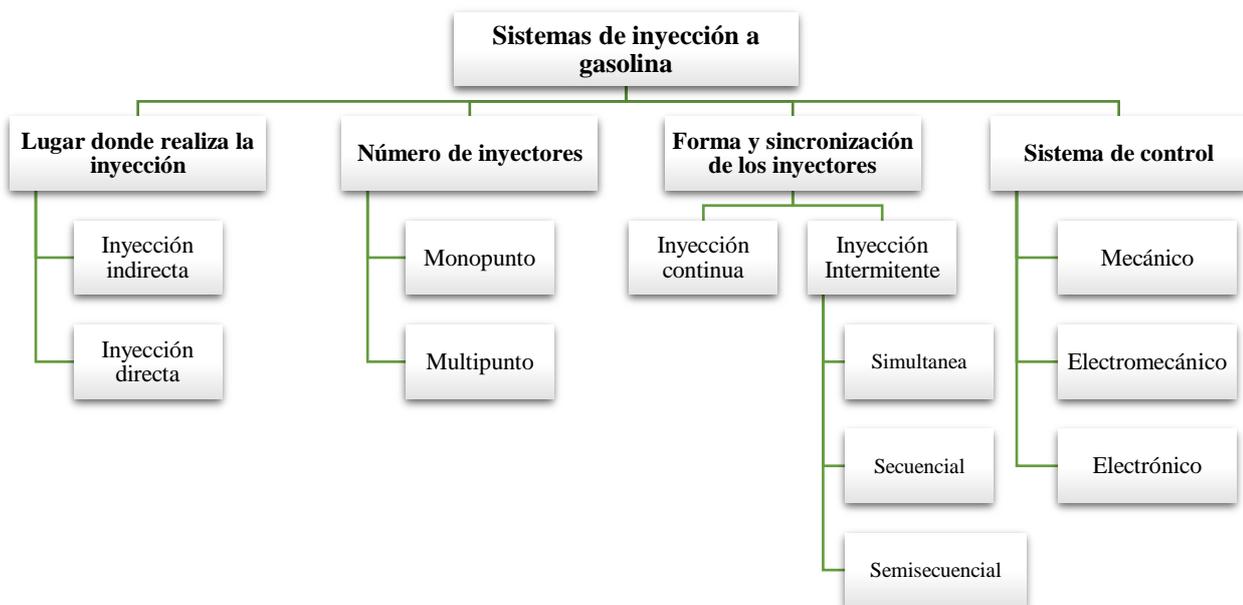
Fuente: (Pardiñas, 2012)

2.2.2 Clasificación de los sistemas de inyección a gasolina

Los sistemas de inyección a gasolina se pueden clasificar de distintas formas, en la figura 2.20 se presenta la clasificación más común:

Figura 2.20

Clasificación de los sistemas de inyección



Fuente: Autores

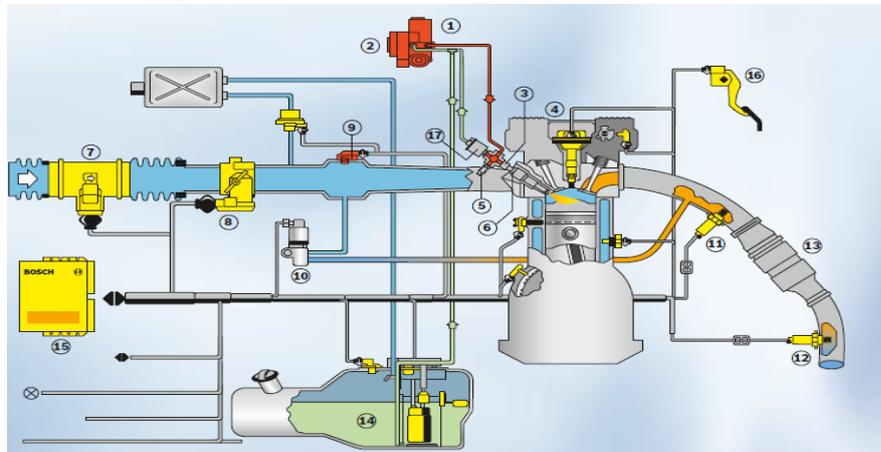
2.2.3 Sistema de inyección Motronic MED- Inyección directa de gasolina.

El Motronic MED ofrece mejores prestaciones para la inyección directa de gasolina, al ser un inteligente sistema que se adapta a todas las magnitudes relevantes con una gran precisión va a ajustar a la situación de marcha respectiva.

Según (Bosch, 2008), el funcionamiento en carga parcial se genera una mezcla pobre estratificada de aire-combustible, para carga completa se genera una mezcla homogénea. El inyector dosificará y pulverizará en poco tiempo y con una alta presión el combustible, esto para obtener una mejor la mezcla en la cama de combustión.

Figura 2.21

Sistema de Inyección Motronic MED



Fuente: (Bosch, 2008)

1. Medidor de masa de aire con sensor de temperatura.	10. Válvula de retro alimentación de gases de escape.	19. Unidad de mando.
2. Depósito de carbón activo.	11. Sensor de presión del tubo de aspiración.	20. Interfaz de diagnóstico.
3. Válvula de ventilación de depósito.	12. Sensor de alta presión.	21. Testigo de diagnóstico.
4. Bomba de alta presión.	13. Válvula de inyección de alta presión.	22. Inmovilizador.
5. Válvula de regulación de presión.	14. Sensor de picado.	23. CAN.
6. Distribuidor de combustible.	15. Sensor de temperatura del motor.	24. Conjunto de bomba de combustible.
7. Bobina de encendido.	16. Sonda lambda.	25. Sensor de revoluciones.
8. Pedal de acelerador.	17. Sonda lambda LSF.	
9. Cuerpo de mariposa electrónico.	18. Catalizador NOx.	

2.2.4 Componentes de sistema GDI

2.2.4.1 Sistema de alimentación de combustible:

El sistema de combustible tiene la función de proveer el combustible a los inyectores la cantidad y bajo las condiciones necesarias, según el requerimiento de los modos de funcionamiento del motor.

Se encuentra dividido por un sistema de baja y uno de alta presión. A continuación, se presenta los elementos que conforman estos sistemas:

Tabla 2.4

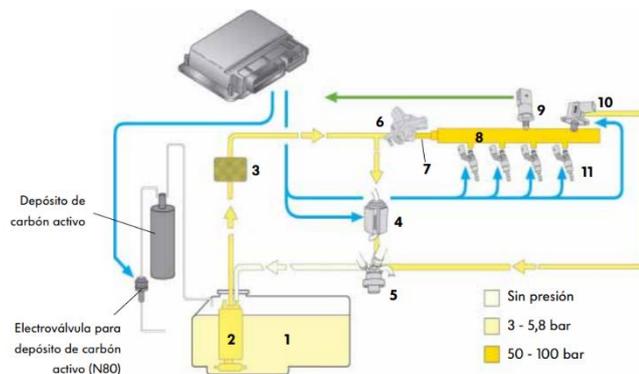
Sistema de alimentación de combustible

SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
De baja presión	De alta presión
Desde el depósito, la bomba eléctrica entrega el combustible hacia la bomba de alta presión. El combustible se encuentra alrededor de 3 bares.	La bomba de alta presión impulsa el combustible entre 50 hasta 100 bares hacia el riel de combustible y a los inyectores. Esta presión es medida por un sensor y regulado por una válvula.
Elementos: 1. Depósito de combustible. 2. Bomba eléctrica de combustible. 3. Filtro de combustible. 4. Válvula de dosificación de combustible. 5. Regulador de presión.	Elementos: 6. Bomba de alta presión. 7. Riel de combustible de alta presión 8. Sensor de presión combustible 9. Válvula reguladora de presión de combustible 10. Inyectores de alta presión

Fuente: (Bosch, 2008)

Figura 2.22

Componentes del sistema de alimentación de combustible



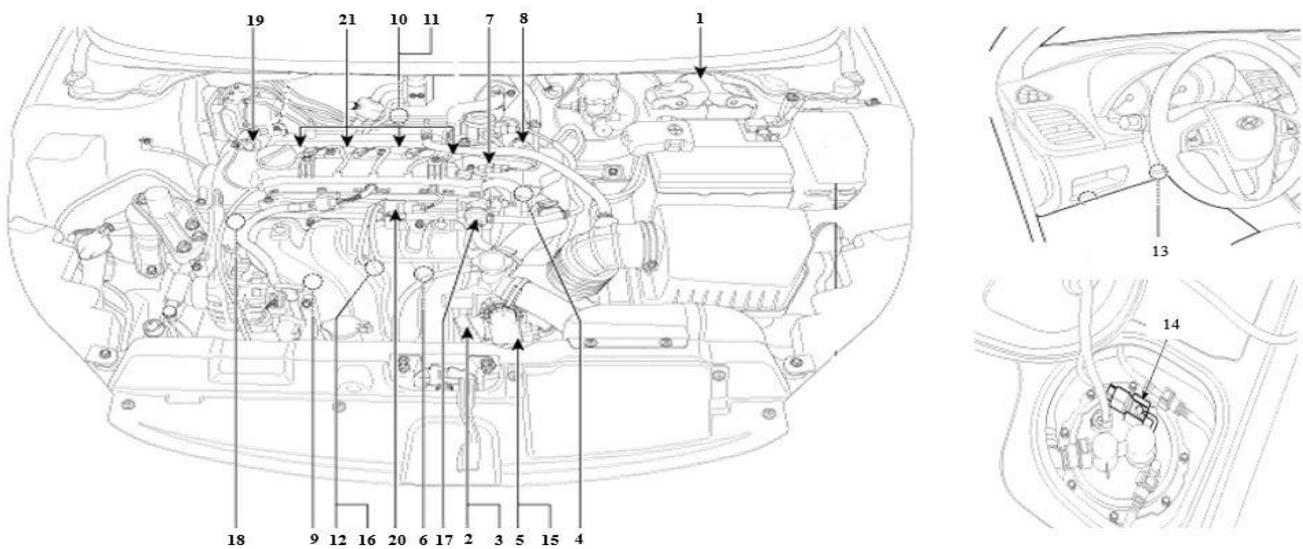
Fuente: (Volkswagen, 2002)

2.2.4.2 Componentes del sistema eléctrico/electrónico:

Para identificar las condiciones en las que se encuentra operando el vehículo se hace uso de sensores, estos detectan magnitudes físicas y las transforman en señales eléctricas, la envían al módulo de control electrónico, el mismo que se encarga de procesar la información para posteriormente mandar órdenes a los actuadores del sistema.

Figura 2.23

Ubicación de componentes, sensores y actuadores



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

Tabla 2.5

Módulo de control del motor



Fuente: Autores

Tabla 2.6

Sensores del sistema GDI

<p>2. Sensor de presión absoluta (MAP) 3. Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)</p>	<p>4. Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)</p>	<p>5. Sensor de posición del acelerador (TPS) 15. Motor ETC</p>
		
<p>6. Sensor de posición del cigüeñal (CKP)</p>	<p>7. Sensor de posición del árbol de levas (CMP/Admisión)</p>	<p>8. Sensor de posición del árbol de levas (CMP/Escape)</p>
		
<p>9. Sensor de golpeteo (KS)</p>	<p>10. Sensor de oxígeno calentado</p>	<p>11. Sensor de oxígeno calentado</p>
		
<p>12. Sensor de presión de riel (RPS)</p>	<p>13. Sensor de posición del acelerador (APS)</p>	<p>14. Sensor de presión del tanque de combustible (FTPS)</p>
		

Fuente: Autores

Tabla 2.7

Actuadores del sistema GDI

16. Inyector	17. Válvula solenoide de control de purga (PCSV)	18. Válvula de control de aceite (CVVT/Admisión)
		
19. Válvula de control de aceite (CVVT/Escape)	20. Válvula solenoide de admisión variable (VIS)	21. Bobina de encendido
		

Fuente: Autores

2.3 Consideraciones del sistema de inyección directa a gasolina

2.3.1 Bomba de Alta Presión

Esta bomba es responsable de generar una presión suficientemente alta para que el combustible se pulverice por completo.

Generalmente, es impulsada por el árbol de levas, así se mantiene la bomba de alta presión alineada con el motor. Esto asegura que siempre se obtenga la presión de combustible necesaria para funcionar correctamente.

Figura 2.24

Tipos de Bombas de Alta Presión de combustible



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

Tabla 2.8

Características de las Bombas de Alta Presión

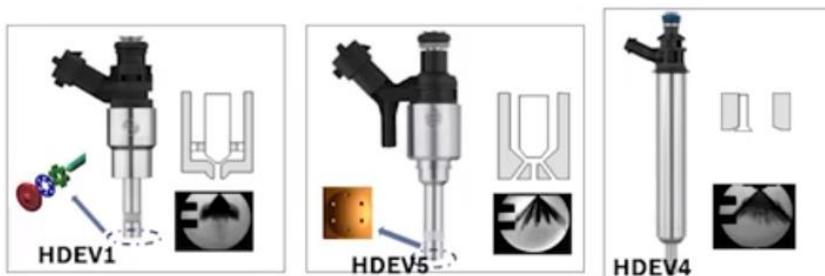
	HDP1	HDP2	HDP5
TYPE	3 radial cylinders	1 Cylinder	1 Cylinder
SYSTEMS	MED 7_x and MED9_x earlier versions	MED9_x later versions and MED17_x	MED9_x and MED17_x
INSTALLATION	01.2002->	05.2002->	04.2006->
P_{máx.}	2-12 MPa	3-12 MPa	4-20MPa
P primary	300-500 kPa	400-600kPa	150-600 kPa
Q_{máx.}	>80 l/h	>120 l/h	>120 l/h

Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.3.2 Inyector de Alta Presión

Figura 2.25

Inyectores de alta presión



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

Tabla 2.9

Características de los Inyectores de Alta Presión

	HDEV1	HDEV5	HDEV4
WORKING	Electro-magnet, coil	Electro-magnet, coil	Piezo electrical
SYSTEM PRESSURE	10MPa	15MPa, option 20MPa	15MPa
INJECTION	Swirl nozzie	Multiple hole nozzie (variable injection spray)	O-Nozzie (Outwards opening nozzie needle)
ACTUATION VOLTAGE	50-90V	140V	65V

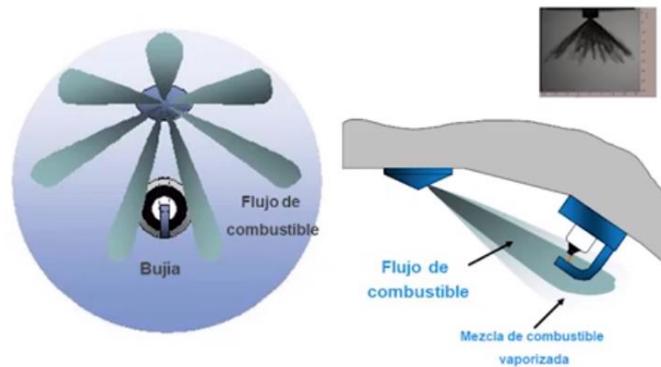
Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.3.3 Instalación de las Bujías de encendido

En los motores con sistema de inyección directa de gasolina, es importante respetar el par de apriete de las bujías de encendido que manda el fabricante, para evitar problemas en la combustión debido a la orientación de los electrodos en el montaje.

Figura 2.26

Posición del electrodo entre el combustible inyectado



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

2.4 Recopilación de información del Motor de Inyección Directa Hyundai G4FD

Para la recolección de información se utilizó la maqueta Hyundai G4FD con sistema GDI de la Universidad Politécnica Salesiana-sede Cuenca.

2.4.1 Sensores

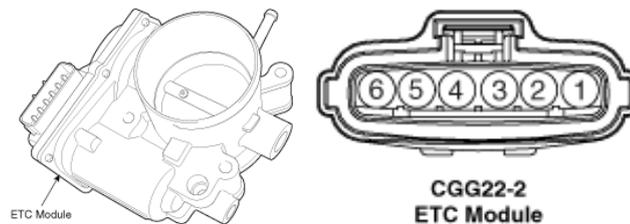
2.4.1.1 Control electrónico del acelerador (ETC)

El sensor de posición del acelerador (TPS) es un componente que abre y cierra según el accionamiento del acelerador, mide el ángulo de apertura de la válvula de mariposa.

Cuando la apertura es, 0° el sensor se encuentra sellado y sin paso de aire. Esta información se envía al ECM o módulo de control electrónico. Por otro lado, a máxima aceleración del vehículo, el ángulo medido por el sensor TPS es de 100°. La carga constante requerida por el vehículo es medida por el sensor TPS y el ECM controla la velocidad del motor.

Figura 2.27

Control electrónico del acelerador (ETC)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.10 se puede observar la designación de los pines que tiene este sensor. Este compuesto tiene 6 pines y hacen referencia a señales de la ECU, GND del sensor, Alimentación de 5 (V) y un controlador del motor eléctrico para la activación de la mariposa de aceleración.

Tabla 2.10*Caracterización del Sensor ETC*

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
ETC	1	ETC Motor (-) Control	Naranja	12,1 V	13,9 V	13,24 V	0,13 V
	2	ETC Motor (+) Control	Rosa	12,38 V	11,9 V	11,76 V	5 V
	3	GND	Naranja	0,26 mV	8mV	11,5mV	12,6mV
	4	Señal TPS 2	Amarrillo	4,19 V	4,26 V	4,26 V	4,16 V
	5	Alimentación	Azul	5 V	4,98 V	5 V	5 V
	6	Señal TPS 1	Gris	0,79 V	0,7 V	0,77 V	0,81 V

Fuente: Autores

En la tabla 2.11 se puede observar el voltaje de las señales del TPS 1 y TPS 2 a diferentes revoluciones.

Tabla 2.11*Voltaje respecto a RPM del Sensor TPS*

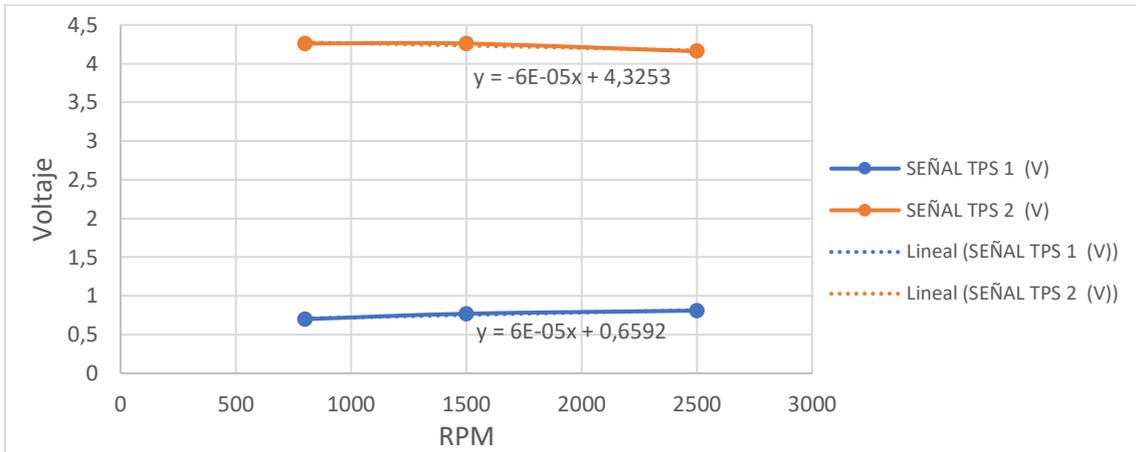
RPM	SEÑAL TPS 1 (V)	SEÑAL TPS 2 (V)
800	0,7	4,26
1500	0,77	4,26
2500	0,81	4,16

Fuente: Autores

En la figura 2.28 se representa del comportamiento del sensor, tomando en cuenta la señal del TPS 1 Y TPS 2, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones del motor.

Figura 2.28

Curva del comportamiento del TPS- Voltaje vs RPM

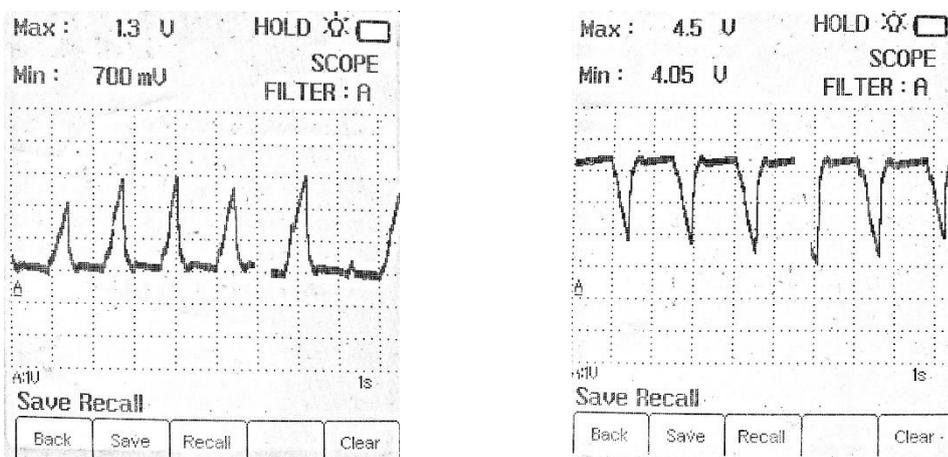


Fuente: Autores

Con la ayuda de un osciloscopio se puede verificar el oscilograma de funcionamiento del sensor TPS. En la figura 2.29 se puede verificar que la señal del TPS1 es una onda que trabaja con un voltaje mínimo 700 (mV) y un voltaje máximo 1.3 (V). Mientras que la señal del TPS2 es una onda que trabaja con un voltaje mínimo de 4(V) y un voltaje máximo de 4.5(V).

Figura 2.29

Oscilogramas de los Sensores TPS 1 y TPS2



Fuente: Autores

2.4.1.2 Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)

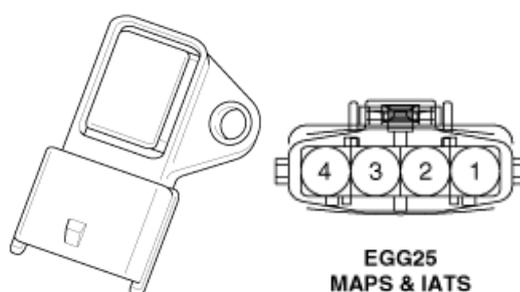
El sensor MAP mide el volumen de aire en el colector de admisión.

Calcula la depresión del colector de admisión después de que el aire fluye a través del cuerpo del acelerador. La unidad de control utiliza esta señal para calcular la cantidad de aire en el colector de admisión.

El sensor IAT trabaja en conjunto con el módulo de control o ECU y detecta la temperatura del aire que ingresa al motor. Es un termistor que cuanto aumenta la temperatura, menor es la resistencia en el sensor.

Figura 2.30

Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.12 se puede verificar la designación de los pines, este sensor está combinado por 2 sensores que es el sensor MAP y IAT. Estos sensores están compuestos por la señal del MAP, la señal del IAT, GND y finalmente un voltaje de referencia de 5 (V).

Tabla 2.12

Caracterización del Sensor MAP- IAT

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
MAP / IAT	1	señal MAP	Azul	2,93 V	1,51 V	1,15 V	0,98 V
	2	Alimentación	Rosado	4,99 V	4,8 V	5 V	3,83 V
	3	señal IAT	Verde	2,55 V	2,48 V	1,73 V	1,76 V
	4	GND	Negro	5,5mV	6,8mV	14,7mV	16,4mV

Fuente: Autores

En la tabla 2.13 se puede observar el voltaje de las señales del sensor MAP y las señales del sensor IAT a diferentes cargas de revoluciones.

Tabla 2.13

Voltaje respecto a RPM del Sensor MAP-IAT

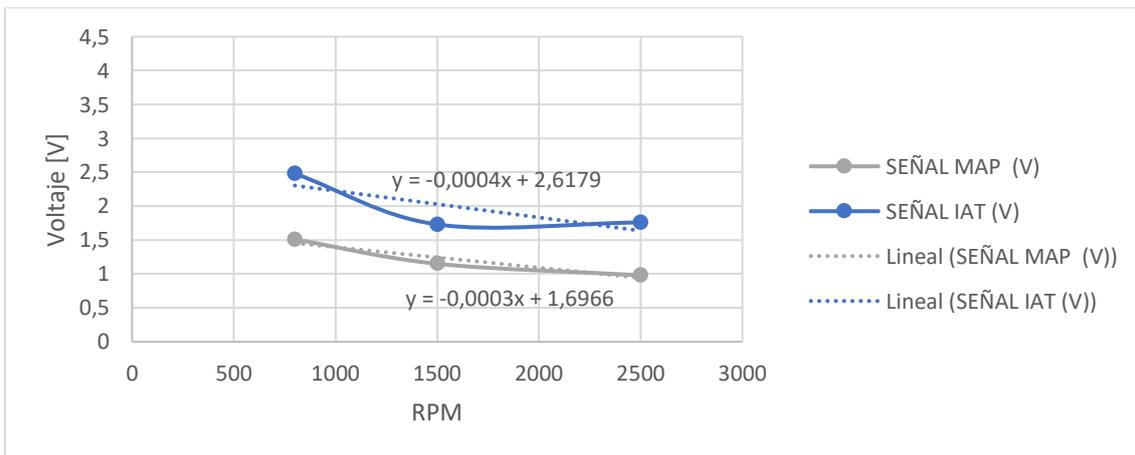
RPM	SEÑAL MAP (V)	SEÑAL IAT (V)
800	1,51	2,48
1500	1,15	1,73
2500	0,98	1,76

Fuente: Autores

En la figura 2.31 se representa el comportamiento del sensor, tomando en cuenta la señal del MAP e IAT, esta señal hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones en el motor.

Figura 2.31

Curva del comportamiento de los Sensores MAP e IAT- Voltaje vs RPM

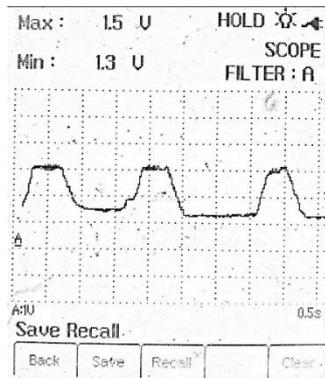


Fuente: Autores

En la figura 2.32 se puede observar la curva del comportamiento del sensor MAP por medio de un osciloscopio, el sensor MAP trabaja con un voltaje mínimo de 1.3 (V) y un voltaje máximo 1.5 (V).

Figura 2.32

Oscilograma del Sensor MAP

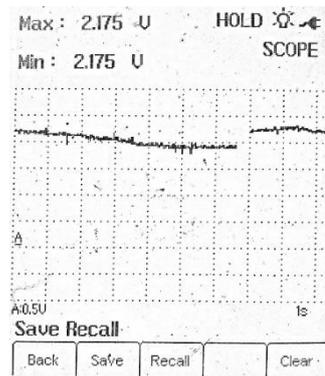


Fuente: Autores

En la figura 2.33 se puede observar la curva del comportamiento del sensor IAT por medio de un osciloscopio, el sensor IAT trabaja con un voltaje mínimo de 2 (V) y un voltaje máximo 2.5 (V).

Figura 2.33

Oscilograma del Sensor IAT



Fuente: Autores

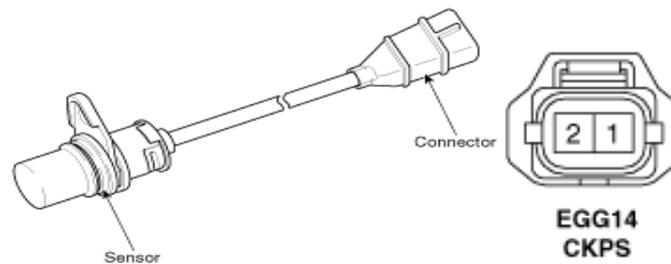
2.4.1.3 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor CKP que significa (Crankshaft Position Sensor) es de tipo inductivo, se activa cuando los dientes de la rueda fónica se acercan al sensor, creando una señal de voltaje analógico.

Con este tipo de sensor, la señal se genera sin ninguna fuente de alimentación externa (es decir, no recibe corriente ni voltaje de la unidad de control), sino únicamente por el efecto causado por el magnetismo creado entre la rueda giratoria y el sensor CKP.

Figura 2.34

Sensor de posición del cigüeñal (CKP)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.14 se identifica los pines el sensor CKP, está compuesto por 2 pines; señal del CKP y de GND que viene de la computadora.

Tabla 2.14

Caracterización del Sensor CKP

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
CKP	1	GND	Azul	2,38 V	2,38 V	2,39 V	2,42 V
	2	señal CKP	Negro	2,4 V	2,36 V	2,37 V	2,42 V

Fuente: Autores

En la tabla 2.15 se puede observar el voltaje de la señal del CKP a diferentes cargas de revoluciones.

Tabla 2.15

Voltaje respecto a RPM del Sensor CKP

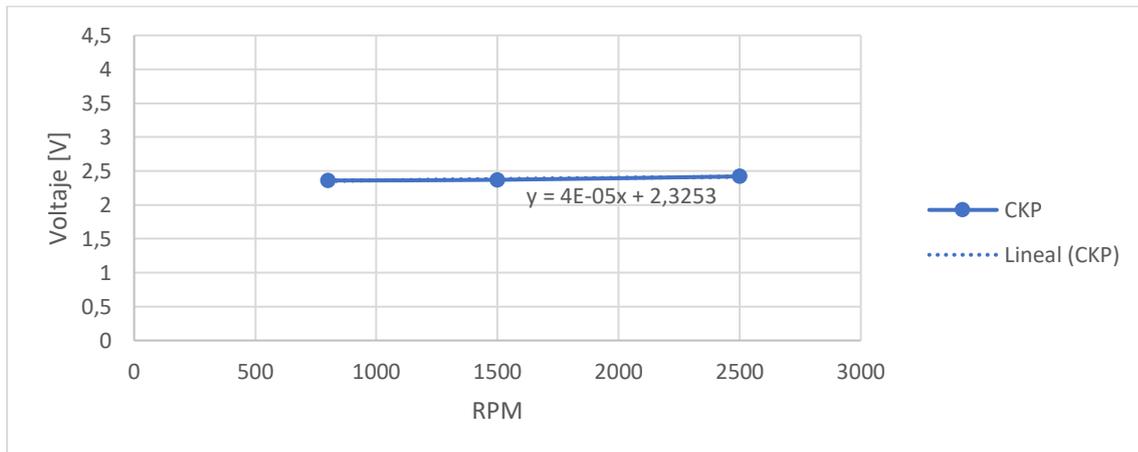
RPM	SEÑAL CKP (V)
800	2,36
1500	2,37
2500	2,42

Fuente: Autores

En la figura 2.35 se representa el comportamiento del sensor, tomando en cuenta la señal del CKP, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.35

Curva del comportamiento del sensor CKP - Voltaje vs RPM

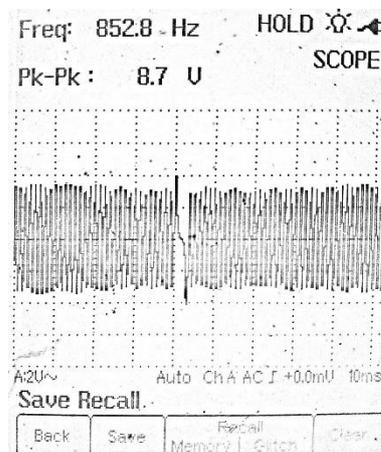


Fuente: Autores

En la figura 2.36 se muestra el oscilograma característico del sensor CKP, en donde se observa que el voltaje de pico a pico 8.7 (V) con una frecuencia de 852.8 (Hz).

Figura 2.36

Oscilograma del Sensor CKP



Fuente: Autores

En la tabla 2.16 se presenta valores de comprobación de acuerdo con el manual, a temperatura ambiente la resistencia del sensor se debe encontrar en un valor de 774-946 (Ω).

Tabla 2.16

Valor de resistencia para la comprobación del Sensor CKP

Sensor	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
CKP	774-946 [20°C]	821

Fuente: Autores

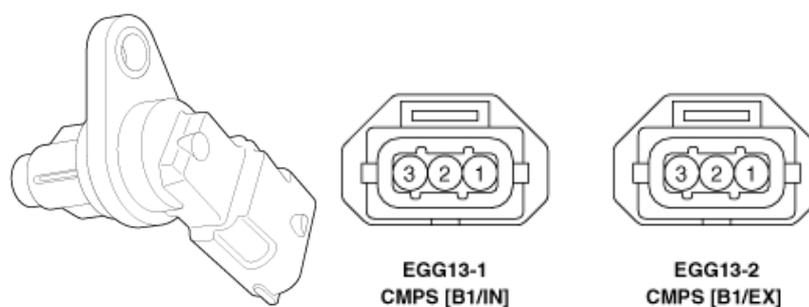
2.4.1.4 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

El sensor CMP permite determinar la carrera del pistón en el cilindro. Su función es la misma o consistente con la del sensor CKP, proporcionando así la sincronización del tiempo de encendido e inyección. Hay un engranaje en un extremo del árbol de levas, un sensor montado muy cerca detecta cada ranura o diente.

Esta señal de voltaje trabaja en conjunto con la del cigüeñal. Estos permiten a la computadora del motor determinar exactamente cuándo se encenderá cada bujía. Además de regular el caudal de inyección de cada cilindro en el arranque.

Figura 2.37

Sensor de posición del árbol de levas (CMP)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.17 se puede observar la identificación de los pines del sensor. Este motor cuenta con 2 sensores CMP, el primer sensor es para el árbol de levas de admisión y el otro para el eje de levas de escape.

Cada sensor tiene la siguiente identificación: una alimentación del sensor de 5(V), GND y finalmente la señal del sensor. Este sensor es tipo Hall.

Tabla 2.17

Caracterización del Sensor CMP

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
CMP adm.	1	Alimentación	Café	5 V	4,98 V	5 V	5 V
	2	Señal CMP adm.	Verde	4,77 V	1,66 V	2,45 V	2,38 V
	3	GND	Azul/blanco	4,5mV	4,8mV	15,8 mV	16,4 mV
CMP esc.	1	Alimentación	Café	5,01 V	4,99 V	5 V	5,01 V
	2	Señal CMP esc.	Amarillo/señal	4,75 V	1,67 V	2,42 V	2,47 V
	3	GND	Blanco/tierra	4,5mV	4,2mV	15,4 mV	17,2 mV

Fuente: Autores

En la tabla 2.18 se puede observar los voltajes de las señales de CMP de Admisión y de Escape, con diferentes cargas de revoluciones.

Tabla 2.18

Voltaje respecto a RPM del Sensor CMP

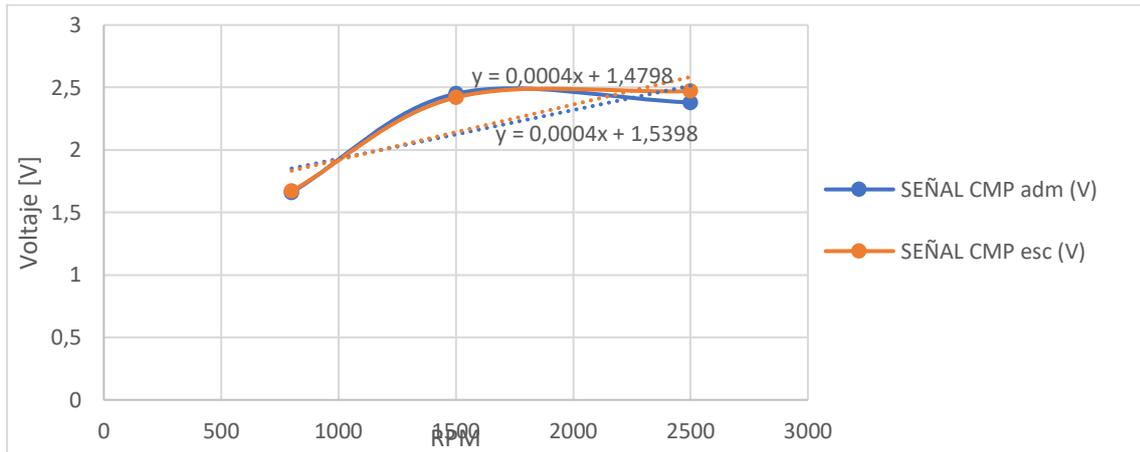
RPM	SEÑAL CMP adm. (V)	SEÑAL CMP esc. (V)
800	1,66	1,67
1500	2,45	2,42
2500	2,38	2,47

Fuente: Autores

En la figura 2.38 se observa el comportamiento de los sensores, tomando en cuenta la señal del CMP de admisión y de escape, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.38

Curva del comportamiento de los Sensores CMP - Voltaje vs RPM

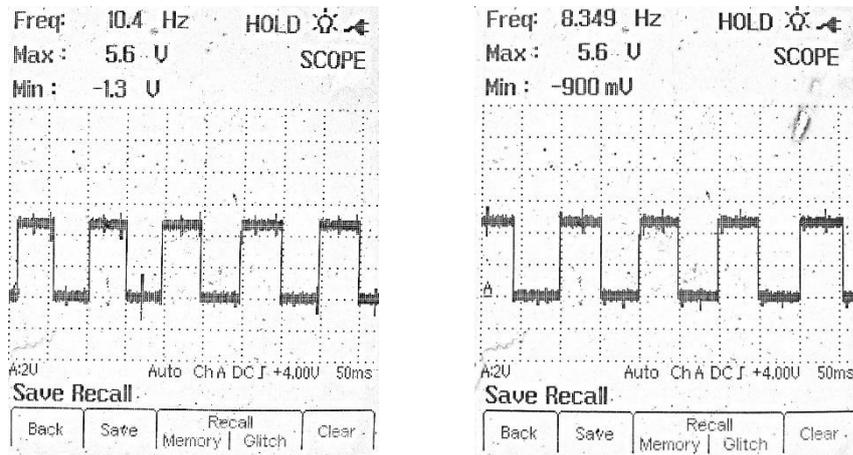


Fuente: Autores

En la figura 2.39 se presenta la curva característica de los sensores CMP de admisión y de escape. Tienen un voltaje mínimo de 2.5 (V) hasta un voltaje máximo de 5(V).

Figura 2.39

Oscilogramas de los sensores; CMP de admisión y CMP de escape



Fuente: Autores

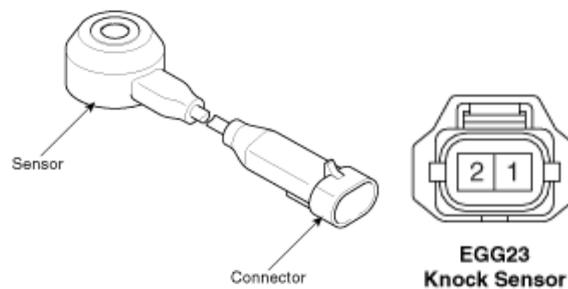
2.4.1.5 Sensor de detonación (KS)

El propósito de este sensor es informar a la ECU acerca de la detonación que se está produciendo en el motor. Esto permite modificar la sincronización del encendido para corregir el "golpeteo" causado por un golpeteo inusual en el vehículo.

Es de tipo piezoeléctrico (más utilizado): puede generar voltaje cuando se le aplica tensión mecánica (vibración en este caso) y también cuando se le aplica presión. Entonces, cuando se generan vibraciones anormales en el motor, este sensor generará voltaje que es interpretado por la ECU principalmente con la función de cambiar el tiempo de encendido.

Figura 2.40

Sensor de detonación (KS)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.19 se puede identificar los pines del sensor, consta de un pin de GND y de la señal del sensor KS.

Tabla 2.19

Caracterización del Sensor KS

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
KS	1	GND	Gris	1,44 V	1,34 V	1,33 V	1,34 V
	2	Señal KS	Amarillo	1,46 V	1,33 V	1,35 V	1,35 V

Fuente: Autores

En la tabla 2.20 se puede observar los voltajes de las señales del sensor KS a diferentes cargas de revoluciones.

Tabla 2.20

Voltaje respecto a RPM del Sensor KS

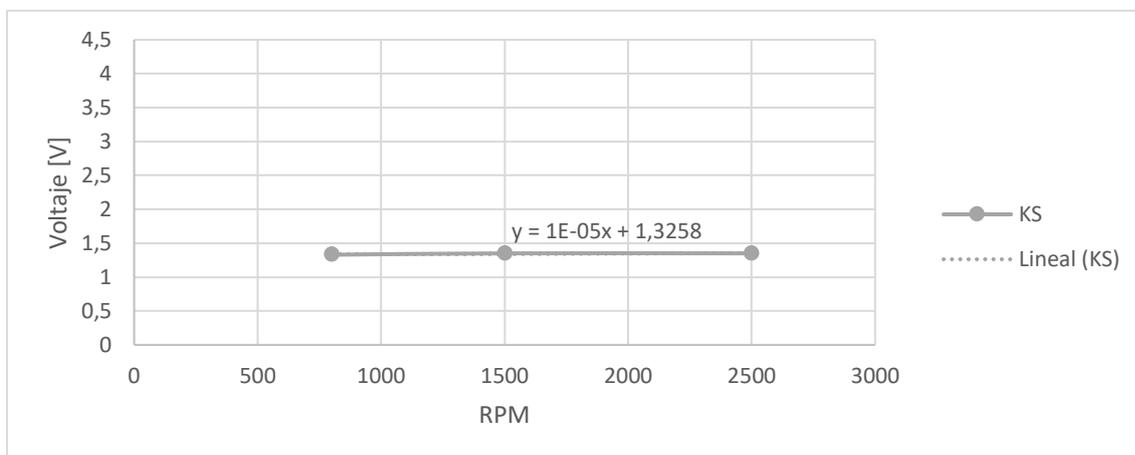
RPM	SEÑAL KS (V)
800	1,33
1500	1,35
2500	1,35

Fuente: Autores

En la figura 2.41 se representa del comportamiento del sensor, tomando en cuenta la señal del Sensor KS, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.41

Curva del comportamiento del Sensor KS - Voltaje vs RPM



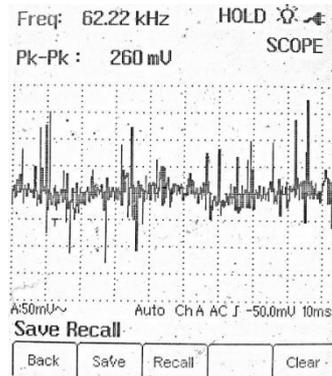
Fuente: Autores

En la figura 2.42 se puede observar el oscilograma característico del sensor KS.

El sensor KS tiene un voltaje máximo de pico a pico de 260 (mV) con una frecuencia de 62.22 (kHz).

Figura 2.42

Oscilograma del Sensor KS



Fuente: Autores

En la tabla 2.21 se puede observar una comprobación con valores del manual de fabricante, la resistencia del sensor KS debe mantenerse en un rango de 0.06 a 0.08(M Ω).

Tabla 2.21

Valor de resistencia para la comprobación del Sensor KS

Sensor	Resistencia Teórica (M Ω)	Resistencia Medido (M Ω)
KS	0.06 a 0.08(M Ω).	0,076

Fuente: Autores

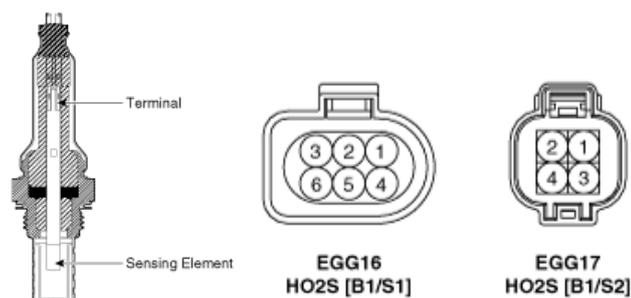
2.4.1.6 Sensor de oxígeno (O₂)

El sistema GDI está compuesto de 2 sensores de Oxígeno, estos se encuentran ubicados antes del catalizador y uno después del catalizador. Tiene la función de detectar la cantidad de O₂ en los gases de escape.

Se encarga de medir y controlar la cantidad de combustible y oxígeno presente en los gases de escape del motor. Envía una señal a la computadora del automóvil. De esta manera se puede saber si la mezcla es rica o pobre. Es decir, puede usarlo para averiguar cuánto combustible necesita el motor.

Figura 2.43

Sensor de Oxígeno (O2)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.22 se puede observar la designación de los Sensores de Oxígeno.

En el sensor de oxígeno ubicado antes del catalizador tenemos: GND, Alimentación, Control del voltaje, Voltaje de resistencia.

En el sensor de oxígeno instalado después del catalizador tenemos: GND, señal de la computadora, Alimentación y finalmente control del sistema eléctrico.

Tabla 2.22

Caracterización del Sensor Oxígeno

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
O2 arriba	1	GND común para VS, IP	Gris	2,67 V	2,94 V	2,96 V	2,96 V
	2	VS+ (NERST Cell Voltaje)	Naranja	2,36 V	13,98 V	14,3 V	13,97 V
	3	Rc/Rp (Pump Cell Voltage)	Rosa	2,5 V	2,49 V	2,51 V	2,52 V
	4	Alimentación	Rojo	1,94 V	2,4 V	2,52 V	2,52 V
	5	Heather Control	Blanco	12,35 V	7,5 V	2,38 V	2,43 V
	6	Rc (Compensative Resistance)	Amarillo	1,93 V	2,34 V	2,53 V	2,52 V
O2 abajo	1	GND	Verde	4,3mV	1,2mV	16,8 mV	15,7 mV
	2	Señal O2	Gris	0,44 V	0,69 V	0,61 V	0,56 V
	3	Alimentación	Azul	12,35 V	1,83 V	2,26 V	2,29 V
	4	Heather Control	Rojo	12,36 V	14 V	14,24 V	14,22 V

Fuente: Autores

En la tabla 2.23 se puede observar los voltajes de las señales del sensor de oxígeno después del sistema catalítico a diferentes cargas de revoluciones.

Tabla 2.23

Voltaje respecto a RPM del Sensor Oxígeno

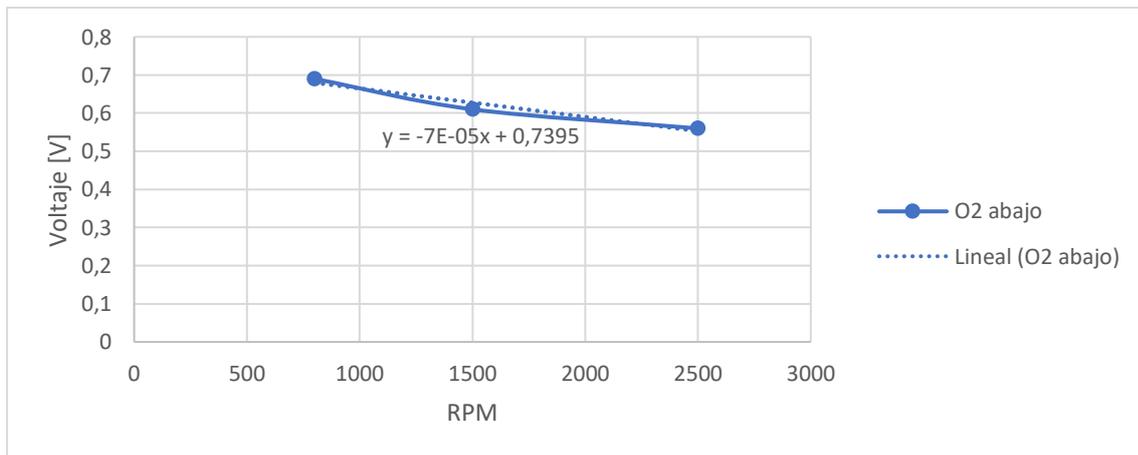
RPM	SEÑAL O2 abajo (V)
800	0,69
1500	0,61
2500	0,56

Fuente: Autores

En la figura 2.44 se representa el comportamiento del sensor, tomando en cuenta la señal del sensor O2, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.44

Curva del comportamiento del Sensor O2 - Voltaje vs RPM

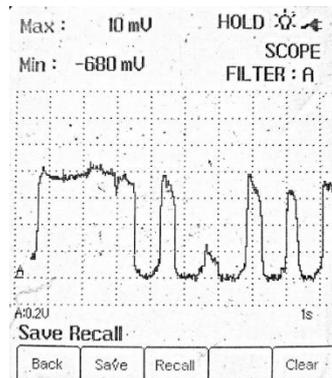


Fuente: Autores

En la figura 2.45 se observa el oscilograma característico obtenido por un osciloscopio, la curva característica del sensor oxígeno tiene un voltaje mínimo de -680 (mV) y un voltaje máximo de 10 (mV).

Figura 2.45

Oscilograma del Sensor O2



Fuente: Autores

En la tabla 2.24 se observa el valor de la resistencia adecuada de funcionamiento, de acuerdo con el manual del vehículo este valor no tiene que ser superior a 86.3 (MΩ).

Tabla 2.24

Valor de resistencia para la comprobación del Sensor de Oxígeno

Sensor	Resistencia (MΩ)
O2 arriba	86,3

Fuente: Autores

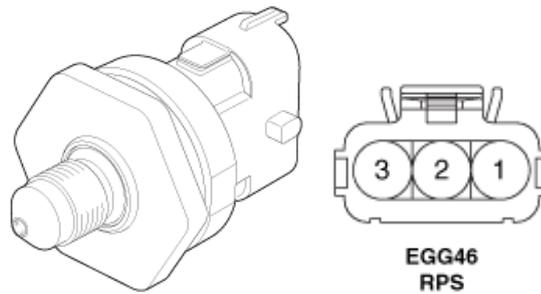
2.4.1.7 Sensor de presión del riel (RPS)

Los sensores de presión en los sistemas de inyección directa gasolina es de tipo piezoeléctrico. Miden la presión del combustible en el acumulador de alta presión. El módulo de control electrónico (Módulo de control del motor - ECM) determina la tasa de inyección de combustible óptima en función de las condiciones de funcionamiento del motor.

El sensor de presión del riel RPS está instalado al final del riel común y mide la presión del combustible entregado por la bomba de alta presión. A medida que la presión del combustible actúa a través del riel de inyectores este empuja el elemento piezoeléctrico hacia adentro, que cuando se deforma genera una señal de voltaje.

Figura 2.46

Sensor de presión del riel (RPS)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.25 se observa la designación de los pines del sensor RPS, está compuesto por una Alimentación, GND, y la señal del sensor.

Tabla 2.25

Caracterización del Sensor RPS

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
RPS	1	Alimentación	Rojo	5 V	5 V	5,02 V	5,02 V
	2	Señal RPS	Rosa	0,62 V	1,28 V	1,30 V	1,31 V
	3	GND	Amarillo	6,7mV	5,2mV	27,1 mV	29,2 mV

Fuente: Autores

En la tabla 2.26 se puede observar los voltajes de la señal del sensor RPS a diferentes revoluciones del motor.

Tabla 2.26

Voltaje respecto a RPM del Sensor RPS

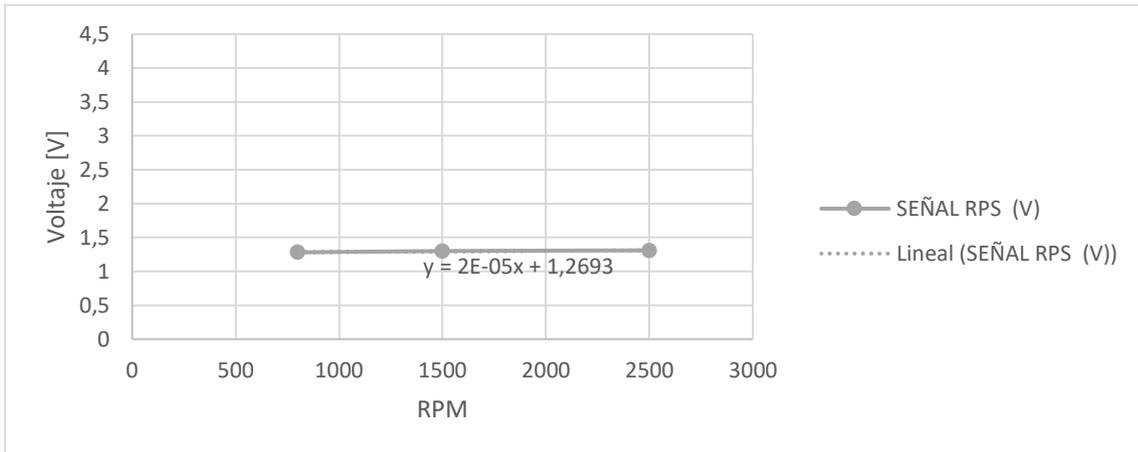
RPM	SEÑAL RPS (V)
800	1,28
1500	1,3
2500	1,31

Fuente: Autores

La figura 2.47 muestra del comportamiento del sensor RPS, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.47

Curva del comportamiento del Sensor RPS - Voltaje vs RPM

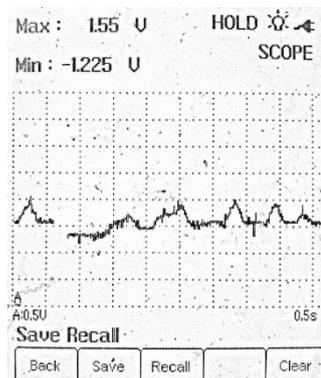


Fuente: Autores

En la figura 2.48 se observa el oscilograma característico del sensor obtenido por un osciloscopio, la curva característica del sensor RPS tiene un voltaje mínimo de 0,6(V) y un voltaje máximo de 1 (V).

Figura 2.48

Oscilograma del Sensor RPS



Fuente: Autores

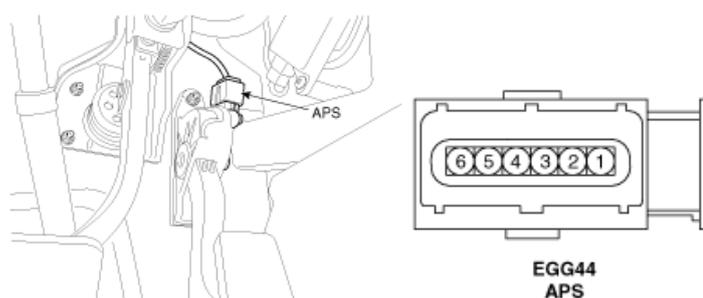
2.4.1.8 Sensor de posición del acelerador (APS)

El sensor APS ayuda a controlar el sistema de aceleración de un vehículo. La tarea principal del APS es medir la posición del pedal del acelerador. Es de tipo potenciométrico con dos resistencias.

El sensor de posición contiene dos potenciómetros que cambian el voltaje de entrada al módulo de control dependiendo de la posición angular del eje del sensor.

Figura 2.49

Sensor de posición del acelerador (APS)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.27 se observa la designación de los pines del sensor APS, este sensor cuenta de 2 señales, una señal que indica a baja revoluciones y una segunda señal en altas revoluciones. También está conformado por una Alimentación Individual y un GND individual.

Tabla 2.27

Caracterización del Sensor APS

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
APS	1	Señal APPS 1	Azul	0,37 V	0,37 V	0,5 V	0,52 V
	2	Alimentación APS 2	Naranja	4,99 V	5 V	5,02 V	5,03 V
	3	Alimentación APS 1	Verde	4,99 V	5 V	5,03 V	5,03 V
	4	Señal APS 2	Rosa	0,74 V	0,74 V	0,91 V	1,3 V
	5	GND APS 1	Blanco	5,4 mV	5,8 mV	25,5 mV	26,7 mV
	6	GND APS 2	Amarillo	0,5 mV	5,6 mV	25,5 mV	26,3 mV

Fuente: Autores

En la tabla 2.28 se puede observar los voltajes de la señal de los sensores APS1 y APS2 a diferentes revoluciones del motor.

Tabla 2.28

Voltaje respecto a RPM del Sensor APS

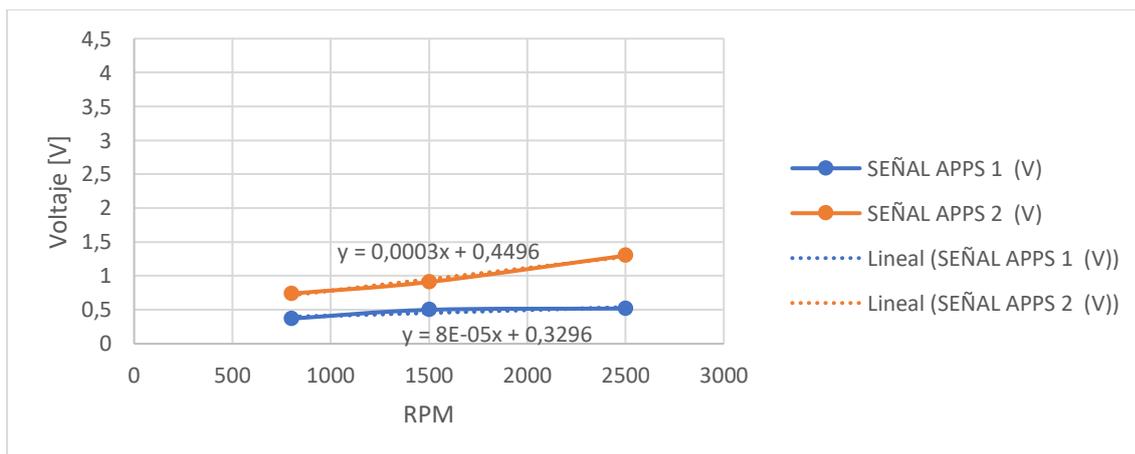
RPM	SEÑAL APS 1 (V)	SEÑAL APS 2 (V)
800	0,37	0,74
1500	0,5	0,91
2500	0,52	1,3

Fuente: Autores

En la figura 2.50 se representa el comportamiento de los sensores APS1 y APS2, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.50

Curva del comportamiento de los Sensores APS- Voltaje vs RPM



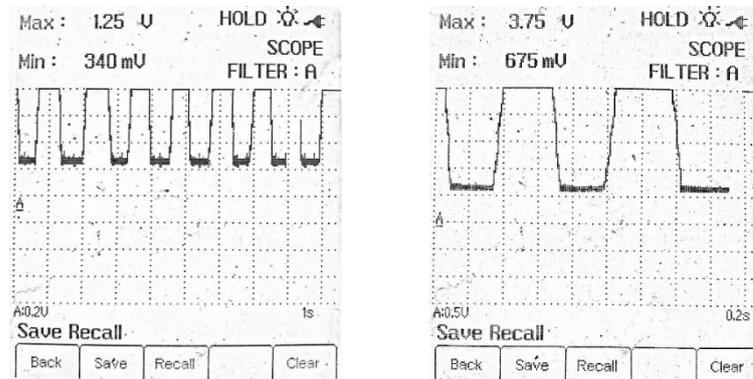
Fuente: Autores

En la figura 2.51 se puede observar el oscilograma característico que se obtiene por un osciloscopio, en la señal del APS1 se encuentra en un voltaje mínimo de 340 (mV) con el acelerador sin accionar, con el pedal del acelerador accionado totalmente se presenta un voltaje máximo de 1.25 (V). Mientras que la señal del APS2 sin accionar el acelerador se

encuentra en un voltaje mínimo de 675 (mV), alcanzo un voltaje máximo de 3.75 (V) al accionar el pedal del acelerador totalmente.

Figura 2.51

Oscilogramas de los Sensores APS



Fuente: Autores

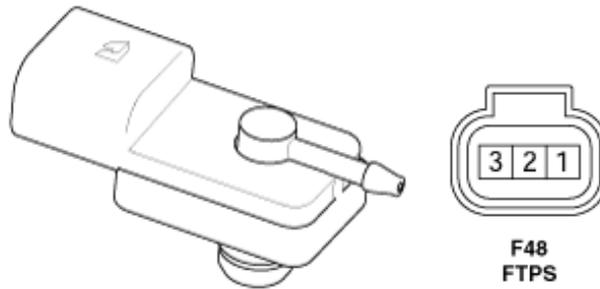
2.4.1.9 Sensor de presión del tanque de combustible (FTPS)

El sensor FTPS se encuentra en el tanque, ayuda a determinar la presión del combustible en el depósito, hoy en día se mantiene un espacio de aire de alrededor del 10% en el tanque, para no sobrecargarse por un exceso de presión en el interior, cuando el automóvil se calienta por la temperatura ambiente, se forman más vapores de combustible que necesitan ser controlados.

Una forma en que algunos fabricantes de automóviles regulan esto de manera más eficiente es instalando un sensor de presión de combustible en el tanque. Este sensor es controlado por el PCM y por el nivel de voltaje que él mismo envía, controlado por el sensor FTP, muestra el nivel de presión que hay en el tanque.

Figura 2.52

Sensor de presión del tanque de combustible (FTPS)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.29 se observa la designación de los pines que tiene el sensor FTPS, está compuesto por una Alimentación, GND, y la señal del sensor.

Tabla 2.29

Caracterización del Sensor FTPS

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
FTPS	1	Alimentación	Rosa	5,1 V	5 V	5,02 V	5,02 V
	2	GND	Negro	6,5mV	7,3mV	26,2 mV	27,6 mV
	3	Señal FTPS	Azul	2,52 V	2,53 V	2,55 V	2,55 V

Fuente: Autores

En la tabla 2.30 se puede observar los voltajes de la señal del sensor FTPS a diferentes revoluciones del motor.

Tabla 2.30

Voltaje respecto a RPM del Sensor FTPS

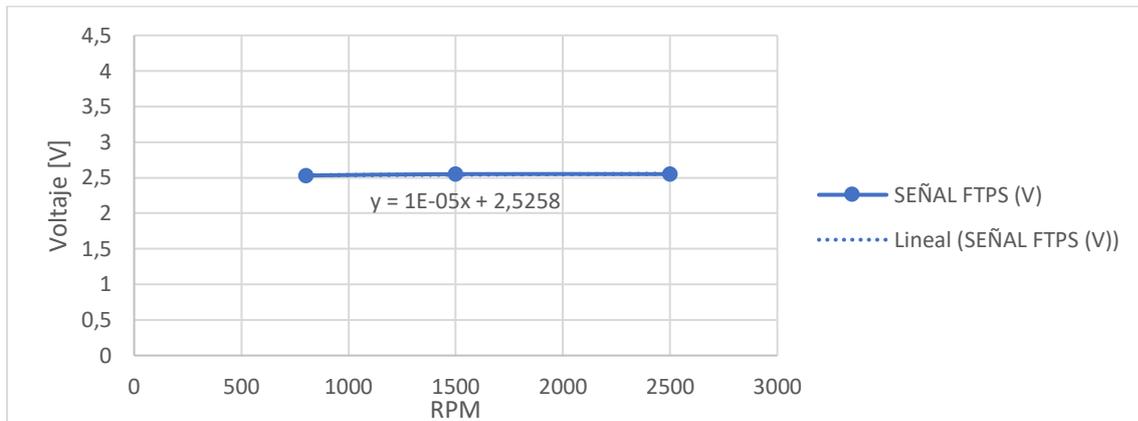
RPM	SEÑAL FTPS (V)
800	2,53
1500	2,55
2500	2,55

Fuente: Autores

En la figura 2.53 se representa la curva del comportamiento del sensor FTPS, esta hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.53

Curva del comportamiento del Sensor FTPS- Voltaje vs RPM

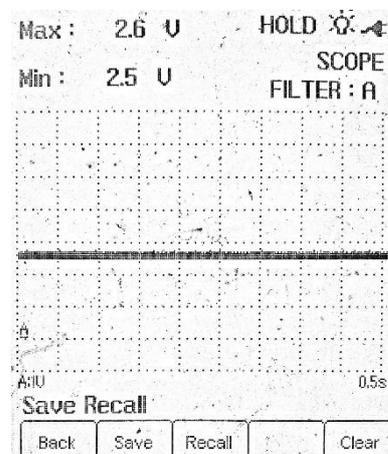


Fuente: Autores

En la figura 2.54 se observa el oscilograma característico del sensor FTPS, tiene un voltaje mínimo de funcionamiento de 2.3 (V) y un voltaje máximo de 2.5 (V).

Figura 2.54

Oscilograma del Sensor FTPS



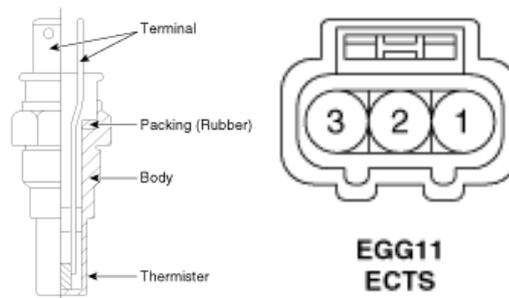
Fuente: Autores

2.4.1.10 Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)

El sensor ECT reacciona a los cambios en la temperatura del refrigerante del motor. Al medir la temperatura del refrigerante del motor, la ECU conoce la temperatura promedio en todo el motor. El sensor ETC tiene una resistencia NTC. El principio de funcionamiento de este sensor significa que la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura. Como puede ver, la señal proporcionada por el sensor ECT no es lineal, sino inversamente proporcional, por lo que la ECU toma la información interpretando el valor y la convierte en una indicación de la temperatura del refrigerante.

Figura 2.55

Sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.31 se observa la designación de los pines del sensor ECT, está compuesto por 2 pines que son GND y la señal del ECT.

Tabla 2.31

Caracterización del Sensor ECT

SENSOR	N. PIN	Función	ID	KOEO	KOER	1500 RPM	2500 RPM
ECT	1	GND	Amarillo	4,5mV	6,3mV	24,5 mV	26,4 mV
	2	Sin función	-	-	-	-	-
	3	Señal ECT	Naranja	2,59 V	0,58 V	0,55 V	0,55 V

Fuente: Autores

En tabla 2.32 se observa el valor del voltaje de referencia del sensor ECT a diferentes revoluciones del motor.

Tabla 2.32

Voltaje respecto a RPM del Sensor ECT

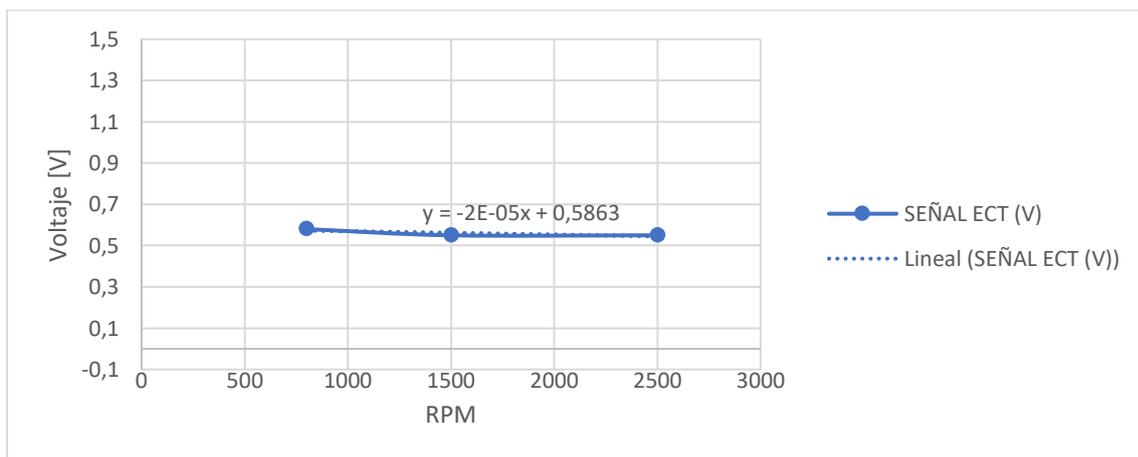
RPM	SEÑAL ECT (V)
800	0,58
1500	0,55
2500	0,55

Fuente: Autores

En la figura 2.56 se representa el comportamiento del sensor ECT, esta señal se hace referencia a sus voltajes de acuerdo con diferentes revoluciones que se comporta el motor.

Figura 2.56

Curva del comportamiento del Sensor ECT- Voltaje vs RPM

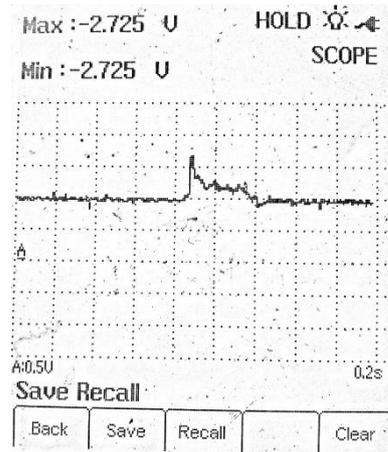


Fuente: Autores

La figura 2.57 muestra el oscilograma del sensor ECT con una temperatura de funcionamiento del motor.

Figura 2.57

Oscilograma del Sensor ECT



Fuente: Autores

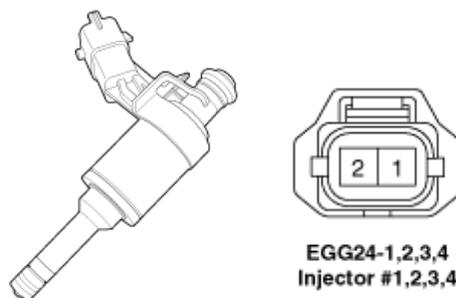
2.4.2 Actuadores

2.4.2.1 Inyector

Pertenece al sistema de combustible y cumple la función de suministrar gasolina con alta presión y pulverizada en la cámara de combustión del motor distribuyéndolo lo más uniformemente posible en el aire contenido dentro de esta.

Figura 2.58

Inyector



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.33 se observa una comprobación por el manual del fabricante, la resistencia del Inyector a una temperatura ambiente debe ser 1.5(Ω)

Tabla 2.33

Valor de resistencia para la comprobación de los Inyectores

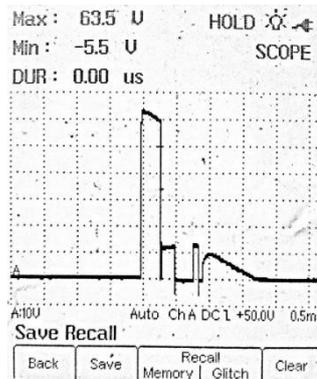
Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
Inyector 1	1,5 [20 °C]	1,7
Inyector 2		1,7
Inyector 3		1,7
Inyector 4		1,7

Fuente: Autores

En la figura 2.59 se observa el oscilograma característico del funcionamiento de un ciclo de inyección en altas revoluciones, mantiene un pico demasiado alto por lo cual se inyecta mayor combustible.

Figura 2.59

Oscilograma del Inyector- High

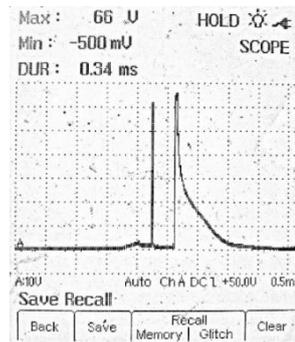


Fuente: Autores

En la figura 2.60 se observa el oscilograma de “Inyección Low”, el funcionamiento en bajas revoluciones mantiene un pico demasiado alto pero su ciclo se reduce en un tiempo más corto.

Figura 2.60

Oscilograma del Inyector- Low



Fuente: Autores

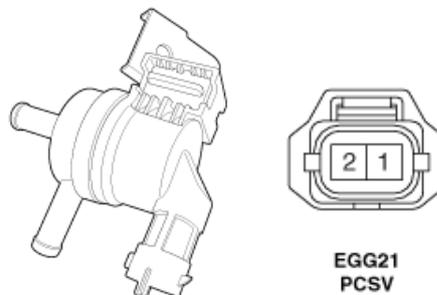
2.4.2.2 Válvula solenoide de control de purga (PCSV)

La función de la válvula PCV es aliviar la presión existente en el cárter debido al accionamiento del pistón y al aumento de temperatura que se produce en el interior del motor.

Los vapores vuelven a entrar en la cámara de combustión y forman parte de la mezcla de aire y combustible. Para lograr una combustión completa, la unidad de control (ECU) se encarga de ajustar la mezcla para que sea óptima.

Figura 2.61

Válvula solenoide de control de purga (PCSV)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.34 se puede observar una comprobación del manual del vehículo, el valor de resistencia de la válvula PCSV a temperatura ambiente debe tener un valor de 22-26 (Ω).

Tabla 2.34

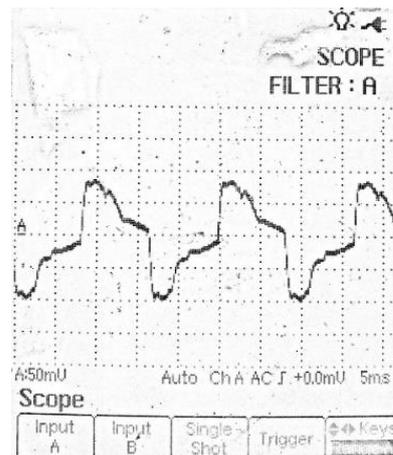
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula PCSV

Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
PCSV	22,0 ~ 26,0 [20 °C]	24,1

Fuente: Autores

Figura 2.62

Oscilograma de la Válvula PCSV



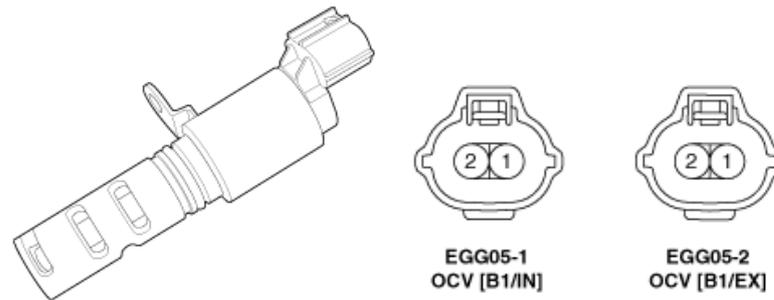
Fuente: Autores

2.4.2.3 Válvula de control de aceite (CVVT)

Esta es una bobina eléctrica montada en el cabezote y controlada por una computadora. Su trabajo es controlar la cantidad y la dirección del aceite que ingresa al conjunto CVVT. Este sistema está compuesto por dos válvulas, está ayuda a comandar de mejor manera el aceite al sistema.

Figura 2.63

Válvula de control del aceite (CVVT)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.35 se puede observar valores de comprobación, la resistencia de la válvula CVVT a temperatura ambiente debe tener un valor de 6.9-7.9 (Ω).

Tabla 2.35

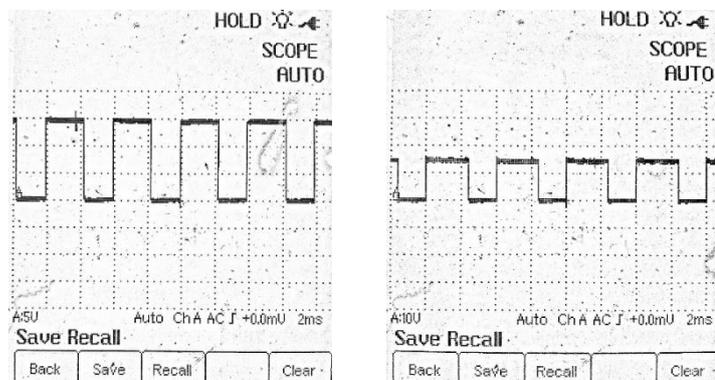
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula CVVT

Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
Válvula de presión de aceite 1	6.9 ~ 7.9 [20°C]	7,6
Válvula de presión de aceite 1	6.9 ~ 7.9 [20°C]	7,6

Fuente: Autores

Figura 2.64

Oscilogramas de las Válvulas CVVT



Fuente: Autores

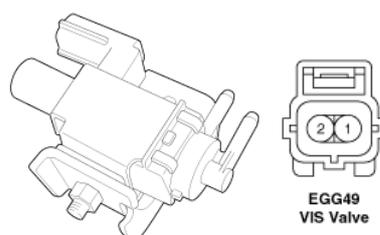
2.4.2.4 Válvula solenoide del múltiple de admisión variable (VIS)

El solenoide del múltiple de admisión variable (VIS) es un componente que se usa para controlar la longitud efectiva del múltiple de admisión. El colector de admisión es responsable de suministrar aire al motor y su longitud puede afectar el rendimiento en diferentes rangos de velocidad del motor.

La válvula VIS es parte de un sistema más grande conocido como colector de admisión variable (VIM). Este sistema le permite cambiar la longitud del múltiple de admisión para optimizar el flujo de aire según las condiciones de manejo. La válvula solenoide VIS actúa como un interruptor controlado electrónicamente que enciende o apaga el suministro de aire a las cámaras de admisión del colector.

Figura 2.65

Válvula solenoide del múltiple de admisión variable (VIS)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.36 se puede observar una comprobación que recomienda el manual del vehículo, a temperatura ambiente la válvula VIS debe tener una resistencia de 30-35 (Ω).

Tabla 2.36

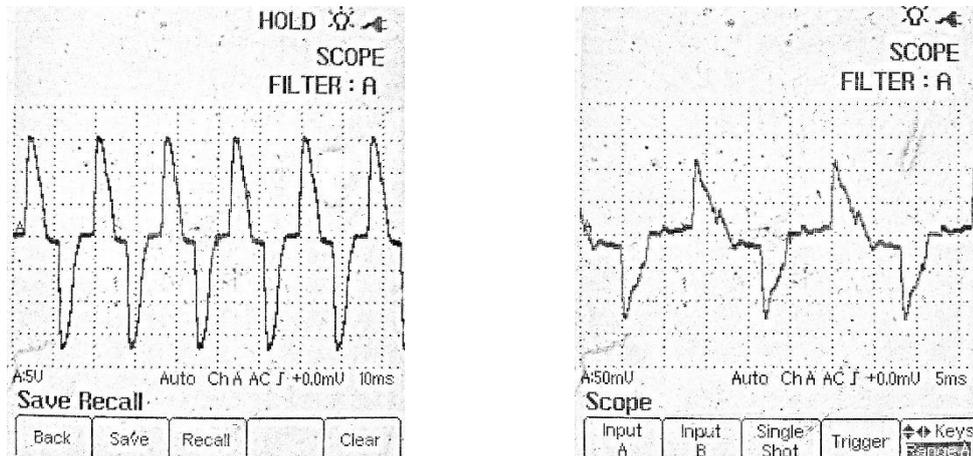
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula VIS

Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
VIS	30,0 ~ 35,0 [20 °C]	31

Fuente: Autores

Figura 2.66

Oscilogramas de las Válvulas VIS



Fuente: Autores

2.4.2.5 Válvula de control de presión de combustible (FPRV)

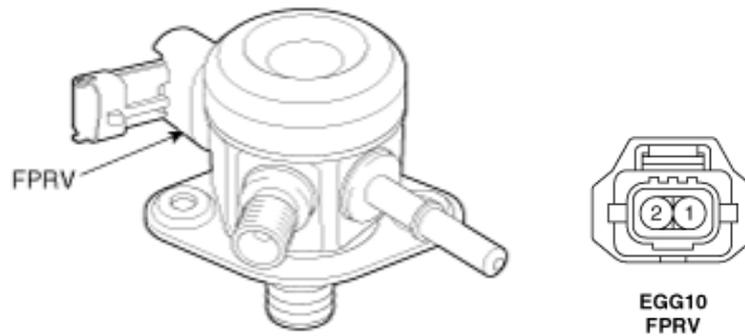
La válvula de alivio de presión de combustible (FPRV) es un componente importante del sistema de suministro de combustible para un motor de combustión interna. Su función principal es regular y mantener la presión correcta en el sistema de combustible.

El FPRV está diseñado para proteger el sistema de combustible de una presión excesiva que puede dañar los componentes. Esta válvula generalmente se encuentra en el riel de combustible o en el cuerpo del regulador de presión de combustible.

Cuando el motor está funcionando, la bomba de combustible suministra presión al sistema de combustible. El FPRV actúa como una válvula de alivio de presión que se abre cuando la presión en el sistema excede un nivel predeterminado.

Figura 2.67

Válvula de control de presión de combustible (FPRV)



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

En la tabla 2.37 se puede observar una comprobación que recomienda el manual del vehículo, el valor de resistencia de la válvula FTRV en temperatura ambiente debe tener un valor de 0.5-0.9(Ω).

Tabla 2.37

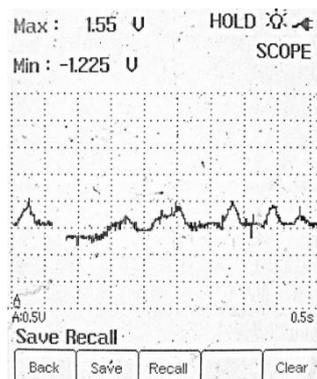
Valor de resistencia para la comprobación de la Válvula FPRV

Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
FPRV	0,5 – 0,9 [20 °C]	0,8

Fuente: Autores

Figura 2.68

Oscilograma de la Válvula FPRV



Fuente: Autores

2.4.2.6 Bobina de encendido

En la bobina de encendido juega un papel crucial en la generación de chispas para encender la mezcla de aire y combustible en cada cilindro del motor. La bobina de encendido en un sistema GDI es similar a la que se encuentra en los sistemas de encendido convencionales, pero está diseñada para manejar mayores demandas de energía debido a las mayores presiones de inyección y la necesidad de generar una chispa más potente.

Funciona convirtiendo la corriente eléctrica de baja tensión proveniente del sistema de encendido en una chispa de alta tensión que salta entre los electrodos de la bujía. En un sistema GDI, cada cilindro tiene su propia bobina de encendido que se encuentra directamente sobre la bujía. Esto permite un control más preciso del momento y la duración del encendido, mejorando la eficiencia de la combustión y la respuesta del motor.

Figura 2.69

Bobina de Encendido



Fuente: *Manual de servicio del motor Hyundai G4FD*

En la tabla 2.38 se puede observar el valor de resistencia que establece el fabricante, las bobinas de encendido deben tener una resistencia de $0.75(\Omega)$. Dependiendo de la temperatura pueden subir su resistencia.

Tabla 2.38

Valor de resistencia para la comprobación de la Bobina de encendido

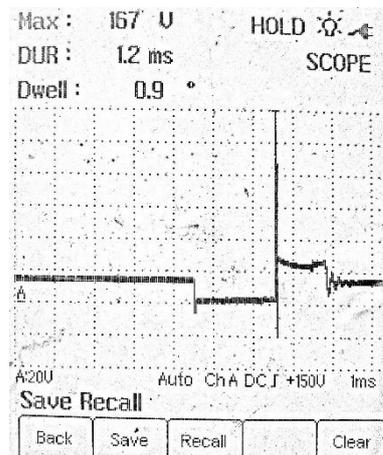
Bobinas de encendido	Resistencia Teórico (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
	0,75 \pm 15%	1,3

Fuente: Autores

En la figura 2.69 se observa el oscilograma del bobinado primario de la bobina de encendido del motor GDI.

Figura 2.70

Oscilograma de la Bobina de Encendido- Señal de la bobina primaria



Fuente: Autores.

3 CAPÍTULO III: Creación del módulo virtual mediante el software Moodle.

3.1 Creación del módulo virtual

Para el diseño del módulo virtual se utilizará el software MOODLE versión 4.1.0, con el objetivo de crear una plataforma para el aprendizaje del Motor de Inyección Directa a Gasolina G4FD Hyundai.

3.1.1 Registro en la plataforma XETED

XETED es una plataforma de alojamiento en la nube LMS (Learning Management System), la creación de su primera cuenta es gratuito para 100 usuarios, al exceder esta cantidad se deberá pagar un consto adicional (Xeted LLC, 2020).

Tabla 3.1

Características de la plataforma XETED

Características de XETED
Soporte para su sitio (Moodle 4.10)
Planes según el número de usuarios
Almacenamiento ampliable
Instalar temas personalizados
Instalar complementos adicionales
Complementos: Zoom, Big Blue Button y Jitsi Meet
Utilice su propio nombre de dominio
Rendimiento Rápido

Fuente: Autores

3.1.2 Creación de la base de datos o DATABASE en la plataforma XETED

Para acceder a una cuenta en esta plataforma se debe ingresar al portal <https://xeted.com/>, definir el nombre del sitio, seleccionar la interfaz a utilizar Moodle 4.1.0., registrar un correo electrónico, marcar (He leído los términos y condiciones) y después en crear sitio.

En esta plataforma se guardarán todos los archivos necesarios para la interfaz, e incluye la dirección de acceso hacia la plataforma en Moodle 4.1.0.

Figura 3.1

Ventana para crear una cuenta de XETED



Fuente: Autores

Tabla 3.2

Enlace del módulo virtual

Dirección de acceso hacia el módulo virtual en Moodle
https://ceca.xeted.com/

Fuente: Autores

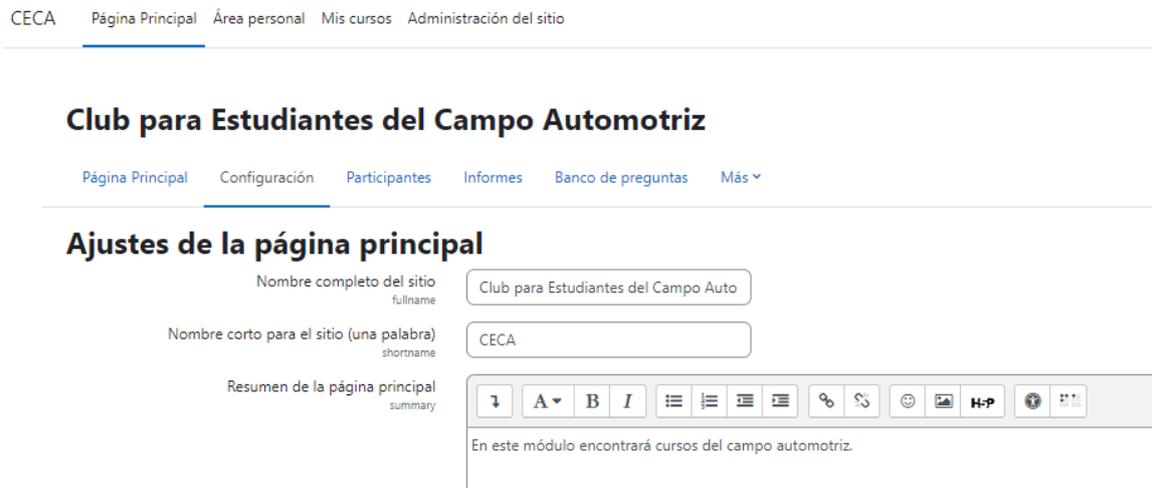
3.1.3 Diseño de la página principal

Una vez creado la plataforma, se procede a realizar ajuste de la página principal, en la opción de configuración podemos ingresar el nombre completo del sitio, nombre corto para el sitio y un resumen de la página principal.

En la figura 3.2, se indica los ajustes para la plataforma referente a este proyecto.

Figura 3.2

Diseño de la página principal del módulo virtual



Fuente: Autores

Figura 3.3

Página principal del sitio CECA



Fuente: Autores

3.1.4 Creación del curso

En el siguiente apartado se ingresará la información necesaria para crear un curso y dar forma al Módulo virtual, como se muestra en la figura se procederá a completar o agregar información en cada pestaña o literal.

Figura 3.4

Registro de información para crear un nuevo curso en CECA

Crear un nuevo curso

General

Nombre completo del curso: Motor de Inyección Directa a Gasolina

Nombre corto del curso: GDI-Hyundai

Categoría de cursos: Category 1

Visibilidad del curso: Mostrar

Fecha de inicio del curso: 25 junio 2023 00:00

Fecha de finalización del curso: 24 junio 2024 00:00 Habilitar

Descripción

Resumen del curso

Archivos del resumen del curso

Tamaño máximo de archivo: Sin límite, número máximo de archivos: 1

Archivos

Puede arrastrar y soltar archivos aquí para añadirlos

Tipos de archivo aceptados: gif, jpeg, jpg, png, svg, svgt

Formatos de imagen usados para web: gif, jpeg, jpg, png, svg, svgt

Fuente: Autores

Figura 3.5

Imagen para la portada para el curso “Motor de Inyección Directa a Gasolina”



Fuente: Autores

En CECA (Club para Estudiantes del Campo Automotriz) se generó un curso denominado Motor de inyección Directa a Gasolina el mismo que contendrá material de carácter teórico práctico.

Figura 3.6

Portada del módulo virtual CECA

Club para Estudiantes del Campo Automotriz

Categoría Configuración Más ▾

Buscar cursos

Motor de Inyección Directa a Gasolina



Es un curso para entender el funcionamiento y mantenimiento del motor de inyección directa a gasolina Hyundai G4FD.

Profesor: [Patricio Campoverde Barbecho](#)

Fuente: Autores

3.1.5 Ingreso de temas dentro del curso

Una vez creado el curso se procede a ingresar temas de trabajo que tendrá el curso.

Moodle 4.1.0 presenta una facilidad para este proceso, ya que cuenta con la generación automática de dichos temas.

Se puede observar en la figura 3.7 que se pueden añadir e ingresar el número de temas necesarios.

Figura 3.7

Ventana para editar y añadir temas del Curso

Motor de Inyección Directa a Gasolina

Curso Configuración Participantes Calificaciones Informes Más ▾

> General ✎

> Tema 1 ✎

> Tema 2 ✎

> Tema 3 ✎

> Tema 4 ✎

Fuente: Autores

En la figura 3.8, se presenta una vista previa de varios temas creados dentro del curso Motores de Inyección Directa a Gasolina en la plataforma CECA.

Figura 3.8

Vista del curso con temas asignados

General Expandir todo

CURSO

Funcionamiento y Mantenimiento del Motor de Inyección Directa a Gasolina

En el curso virtual sobre el motor de inyección directa a gasolina GDI, los usuarios adquirirán conocimientos sobre:

- El funcionamiento del sistema de inyección directa a gasolina GDI
- Constitución y Generalidades del sistema GDI
- Adquisición habilidades para diagnosticar problemas en el sistema GDI

- > Introducción al Sistema de Inyección Directa a Gasolina - GDI
- > Generalidades Sistema GDI
- > Constitución del Sistema GDI
- > Funcionamiento y Comprobación de Sensores del Sistema GDI
- > Funcionamiento y Comprobación de Actuadores del Sistema GDI
- > Guías de Practicas
- > Evaluaciones

Fuente: Autores

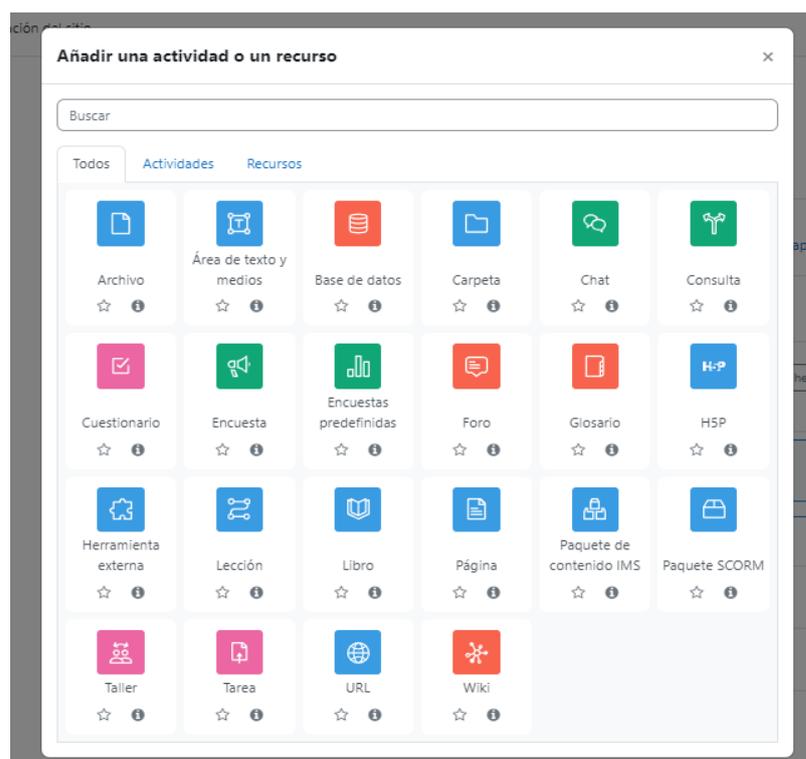
3.1.6 Actividades o recursos dentro de los temas

Dentro de cada tema existe la opción de añadir actividades o recursos relacionados al curso de Motor de Inyección Directa a Gasolina.

En la figura 3.9, se indica el proceso para añadir actividades o recursos.

Figura 3.9

Actividades y recursos para secciones dentro de la plataforma CECA



Fuente: Autores

Tabla 3.3

Listado de actividades y recursos disponibles

Actividades			Recursos	
Base de datos	Encuestas predefinidas	Herramienta externa	Archivos	Paquete de contenido IMS
Chat	Foro	Lección	Carpeta	URL
Consulta	Wiki	Paquete SCORM	Libro	Área de texto y medios
Cuestionario	Glosario	Taller	Página	
Encuesta	H5P	Tarea		

Fuente: Autores

3.1.6.1 Recursos

Mediante la recopilación bibliográfica de información, enfocada al curso de Motor de Inyección Directa a Gasolina, se creará un material de apoyo de cada uno de los temas para que los usuarios adquieran conocimientos sobre estos.

Figura 3.10

Integración del material de apoyo al Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina

The screenshot displays a list of five content packages, each with a blue folder icon, a title, and a 'marcar como hecho' button. The packages are:

- Introducción al Sistema de Inyección Directa a Gasolina - GDI**
PAQUETE DE CONTENIDO IMS
Introducción al Sistema GDI
- Generalidades Sistema GDI**
PAQUETE DE CONTENIDO IMS
Generalidades Sistema GDI
- Constitución del Sistema GDI**
PAQUETE DE CONTENIDO IMS
Constitución del Sistema GDI
- Funcionamiento y Comprobación de Sensores del Sistema GDI**
PAQUETE DE CONTENIDO IMS
Funcionamiento y Comprobación de los Sensores del Sistema GDI
- Funcionamiento y Comprobación de Actuadores del Sistema GDI**

Fuente: Autores

3.1.6.2 Foros

Los foros son un tipo de reunión donde los usuarios pueden conversar y opinar sobre un tema en particular. En el foro se genera una discusión, dirigida por un moderador que interviene para que este sea ordenado.

Figura 3.11

Elaboración de Foros en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina



Fuente: Autores

3.1.6.3 Cuestionarios de evaluación de conocimientos

Para los cuestionarios se establecen preguntas desde simples hasta las más complejas siempre y cuando el usuario pueda entender. Las preguntas tienen una variedad de opciones para que sean lo más intuitivas posibles, estas son:

- Opción múltiple
- Verdadero o falso
- Emparejamiento
- Respuesta corta
- Arrastrar y soltar marcadores

Se estima que, por cada material de apoyo, se deben generar autoevaluaciones que demuestran el completo uso y correcto manejo del material provisto.

Figura 3.12

Integración de Cuestionarios en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina



Fuente: Autores

Los cuestionarios tienen una duración específica de diez minutos, considerado un tiempo prudente para su resolución.

Figura 3.13

Configuración del límite de tiempo para los cuestionarios.

Temporalización

Abrir cuestionario ? 3 julio 2023 16 44 Habilitar

Cerrar cuestionario 3 julio 2023 16 44 Habilitar

Límite de tiempo ? 10 minutos Habilitar

Cuando el tiempo ha terminado ? Hay un periodo de gracia para enviar el cuestionario, pero no para responder a m

Periodo de gracia para el envío ? 2 minutos Habilitar

Fuente: Autores

La calificación de los cuestionarios tiene una valoración de 10 puntos, se establece una calificación para aprobar de 7 puntos con un intento permitido para la resolución de la evaluación.

Figura 3.14

Calificación de los Cuestionarios

▼ **Calificación**

Categoría de calificaciones	?	Sin categorizar ▾
Calificación para aprobar	?	7,00
Intentos permitidos		1 ▾

Fuente: Autores

3.1.6.4 Guías Prácticas

Las guías prácticas tienen la finalidad de ofrecer varias directrices para ejecutar una actividad, con el propósito de entender el funcionamiento, comprobar valores referenciales y finalmente adquirir habilidades y experiencia al realizar montajes y desmontaje de elementos.

Figura 3.15

Integración de guías prácticas en el Curso de Motores de Inyección Directa a Gasolina

▼ **Guías de Practicas**

- RECURSO
Practica 1 - Reconocimiento de los componentes de un Sistema GDI
- RECURSO
Practica 2 - Identificación de los sensores del Sistema GDI
- RECURSO
Practica 3 - Comprobación de inyectores y bobinas de encendido
- RECURSO
Practica 4 - Diagnostico con Escáner Automotriz

Fuente: Autores

4 CONCLUSIONES

Mediante el estado de arte y la revisión bibliográfica se presenta la importancia de la educación Virtual y los beneficios en el aprendizaje de los estudiantes, dentro de estas plataformas se puede tener las mismas actividades que se ejercen en modalidad presencial. Las plataformas virtuales permiten el acceso tanto por PC o móvil, con lo que se tiene seguridad y disponibilidad para los usuarios.

Con un análisis de las plataformas virtuales de usos académico se eligió para el desarrollo del módulo virtual la plataforma MOODLE, esta tiene la facilidad de introducir diversos recursos, además presenta ciertas características similares con el AVAC de la Universidad Politécnica Salesiana por lo que para los estudiantes de esta institución será un ambiente familiar y no tendrán mayor dificultad en su uso.

Para el proyecto de titulación se enfocó en el tema sobre los motores de inyección directa a gasolina GDI, al ser una tecnología innovadora y de acuerdo con la investigación realizada es un sistema que presenta buenas prestaciones como mejor mitigación de los gases de escape, incremento de potencia y reducción de consumo de combustible.

La plataforma virtual desarrollado aportará a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana como un recurso adicional a la materia de Motores de Combustión Interna y que mediante el autoaprendizaje adquieran conocimientos sobre el Motor GDI.

5 RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con los estudios de las plataformas virtuales aplicándolos con temas de interés para los estudiantes, como también para personas que estén interesados en el tema del campo automotriz.

Se puede contribuir en el módulo virtual CECA, actualizando información o creando nuevos cursos y herramientas interactivas con contenido valioso para sus usuarios.

El uso de la plataforma Moodle, permite el acceso mediante un PC como también por el móvil, la misma tiene un fácil manejo y opciones simples para ingresar varios tipos de recursos como cuestionarios, foros, actividades, entre otros. Es una plataforma que permite generar contenido interactivo para sus usuarios.

Al momento de agregar contenidos al módulo se recomienda verificar la gramática y redacción, realizar pruebas de funcionalidad de los recursos, ser específico en el material de apoyo con contenido agradable para los usuarios.

Es importante adjuntar derechos de autor para proteger los honorarios de los creadores sobre: libros, textos de investigación, software, obras audiovisuales, fotografías entre otros. Para ello se puede agregar citas, bibliografía o alguna referencia para establecer al autor de la obra.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Belloch, C. (n.d.). *Entornos Virtuales de Aprendizaje*.
- Blog Mecánicos. (2016, July 29). *¿Sonda Lambda o Sensor de oxígeno?. La Sonda Lambda de banda ancha*. BLOG Mecánicos. <http://www.blogmecanicos.com/2016/07/sonda-lambda-o-sensor-de-oxigeno-la.html>
- Bogarra, M., Herreros, J. M., Tsolakis, A., York, A. P. E., & Millington, P. J. (2016). Study of particulate matter and gaseous emissions in gasoline direct injection engine using on-board exhaust gas fuel reforming. *Applied Energy*, 180, 245–255. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.07.100>
- Bosch. (2008). Sistemas de Inyección Electrónica. In *BOSCH*.
- Cando Zumba, A. del R., Alcoser Cantuña, F. E., Villa Sánchez, H. V., & Ramos Morocho, R. A. (2017a). LOS ENTORNOS VIRTUALES. UN PLUS EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. *3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a Las TIC*, 6(3), 26–42. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2017.57.26-42>
- Cando Zumba, A. del R., Alcoser Cantuña, F. E., Villa Sánchez, H. V., & Ramos Morocho, R. A. (2017b). LOS ENTORNOS VIRTUALES. UN PLUS EN LA DOCENCIA UNIVERSITARIA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. *3C TIC: Cuadernos de Desarrollo Aplicados a Las TIC*, 6(3), 26–42. <https://doi.org/10.17993/3ctic.2017.57.26-42>
- Chincholkar, S. P., & Suryawanshi, J. G. (2016). Gasoline Direct Injection: An Efficient Technology. *Energy Procedia*, 90, 666–672. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.235>

- Claver, L. (2019). *Estudio OD de la turbulencia en un sistema de encendido provocado por precámara mediante el uso de una máquina de expansión de compresión rápida*. [Universitat Politècnica de València]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/178535>
- Collaguazo, H. (2013). *Análisis del Sistema de Inyección Directa de Gasolina en Motores FSI de Volkswagen*.
- Duronio, F., De Vita, A., Allocca, L., & Anatone, M. (2019). Gasoline direct injection engines – A review of latest technologies and trends. Part 1: Spray breakup process. In *ELSEVIER* (Vol. 265). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116948>
- Ge, J. C., Wu, G., Yoo, B., & Choi, N. J. (2022). *Effect of injection timing on combustion, emission and particle morphology of an old diesel engine fueled with ternary blends at low idling operations*. 253. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124150>.
- Helloauto. (2017, April 13). *Gasoline Direct Injection GDI*. Helloauto.Com. <https://helloauto.com/glosario/GDI>
- MotorOK. (2019, January 7). *Nuevo sistema de limpieza BG Platinum para motores GDI*. Motorok.Com. <https://www.motorok.com/noticias/bg-platinum-limpieza-motores-gdi/>
- Motorok. (2019, December 2). *Motores GDI: cómo funcionan y consejos de mantenimiento*. Motorok.Com. <https://www.motorok.com/tribunas/tribuna-sergio-feito-guaja-trading-motores-gdi/>
- Pardiñas, J. (2012). *Sistemas auxiliares del motor*.
- Pulla Morocho, C. O. (2020). *Seminario Paracadémico P56: INYECCIÓN DIRECTA A GASOLINA (GDI) & DIAGNÓSTICO DE INYECTORES*.
- Redondo, M. (2019, December 4). *Cómo conseguir que los motores de gasolina sean más limpios*. HIGHMOTOR. <https://www.highmotor.com/como-conseguir-motores-gasolina-sean-mas-limpios.html>

- Rojero, F. F. (2019, September 22). *moodle-vs-classroom*. Investea.Org.
<https://www.investea.org/principal/las-consejerias-eligen-moodle-habra-que-formar-al-profesorado/moodle-vs-classroom/>
- Smith, J. (2016, October 26). *Diseño de pistones de inyección directa y teorías de ajuste*. MOTORTREND. <https://www.motortrend.com/how-to/explained-direct-injection-piston-design-tuning-theories/>
- Volkswagen. (2002). *Inyección directa de gasolina con Bosch Motronic MED 7*.
<https://es.slideshare.net/GiovannyPuentes/inyeccion-directa-gasolinaboschmotronicmed7autodidatico253>
- Xeted LLC. (2020). *Xeted LLC*. Free LMS Hosting. <https://xeted.com/>

7 ANEXOS

7.1 Anexo 1. Plataforma Moodle

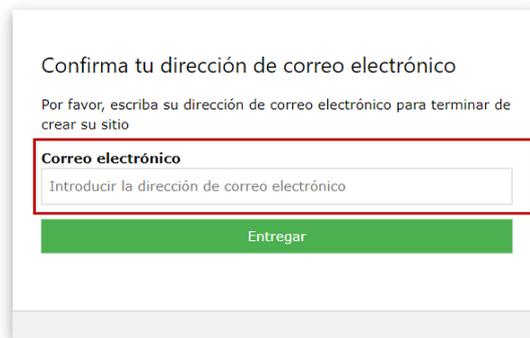
7.1.1. Acceso a la plataforma Moodle 4.1.0. por primera vez

Una vez realizado el registro en la plataforma XETED, se establece que el correo electrónico registrado será de uso exclusivo de la plataforma.

La plataforma XETED presenta una solicitud para el ingreso del correo electrónico, al aceptar se generan las credenciales y se enviarán al buzón de entrada del e-mail que se registró.

Figura 7.1

Ventana de confirmación del e-mail exclusivo del Módulo Virtual



Confirma tu dirección de correo electrónico

Por favor, escriba su dirección de correo electrónico para terminar de crear su sitio

Correo electrónico

Introducir la dirección de correo electrónico

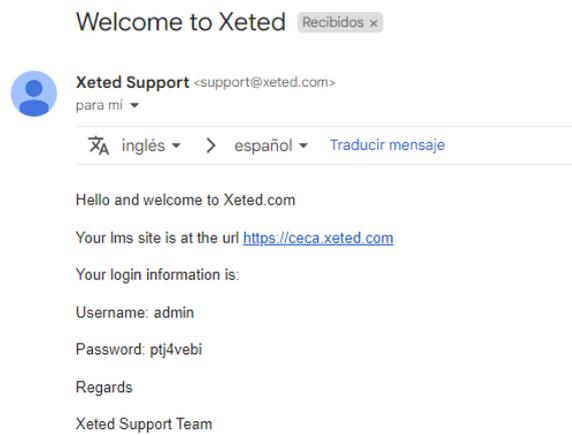
Entregar

Fuente: Autores

En la figura 7.2 se puede observar el correo con las credenciales para el acceso a la plataforma Moodle 4.1.0.

Figura 7.2

Correo con las credenciales del módulo virtual

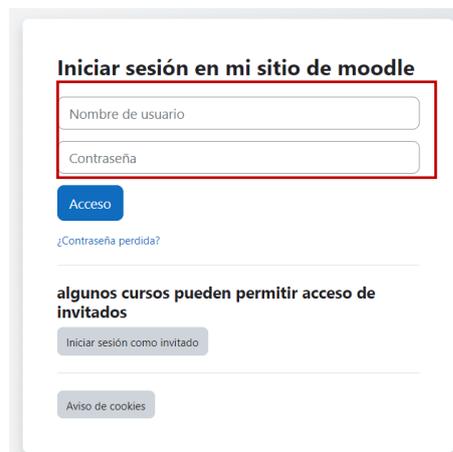


Fuente: Autores

En este también se encuentra un vínculo que direccionara hacia la plataforma como se muestra en la figura.

Figura 7.3

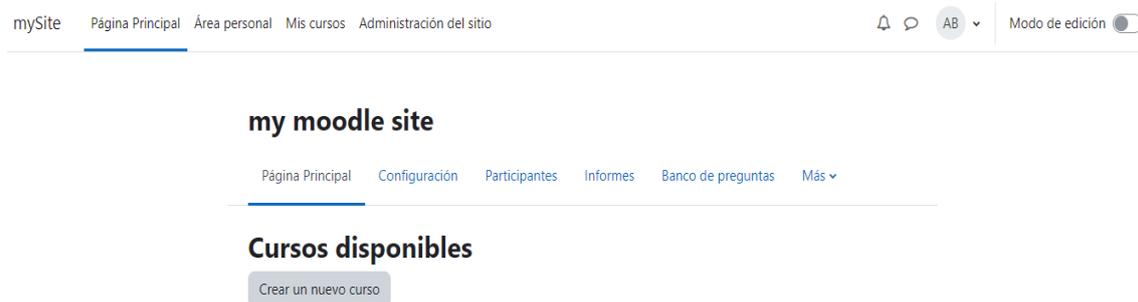
Ventana para el ingreso de credenciales



Fuente: Autores

Figura 7.4

Página principal del Módulo virtual



Fuente: Autores

7.1.2. Idioma

Los principales paquetes de idiomas configurados son:

- Español internacional
- Inglés

7.1.3. Ajustes importantes

En este paso se realizará las configuraciones en el módulo virtual, renombrar la plataforma, registrar de gestores y habilitar el registro de usuarios.

7.1.3.1. Renombrar la Plataforma

El módulo virtual creado en Moodle 4.1.0. se lo nombro CECA por las iniciales de “Club para Estudiantes del Campo Automotriz”.

Figura 7.5

Vista de la página principal con el nombre impuesto por los desarrolladores



Fuente: Autores

También se creó el logo para el módulo virtual.

Figura 7.6

Logo principal del módulo virtual



Fuente: Autores

7.1.3.3. Registro de gestores o desarrolladores

Este apartado establecerá que el gestor o desarrollador tiene la completa auditoría y podrá ingresar sus datos personales.

Tabla 7.1

Datos personales de los desarrolladores

Datos Personales
Nombres y Apellidos
Grado o nivel de estudio
Correo electrónico
Número de contacto

Fuente: Autores

Los campos se ingresarán mediante el recurso “Área de texto y medios”.

Figura 7.7

Página principal con la información personal de los desarrolladores



The screenshot shows the Moodle website header for 'Club para Estudiantes del Campo Automotriz'. The navigation menu includes 'Página Principal', 'Configuración', 'Participantes', 'Informes', and 'Banco de preguntas'. Below the header is a table titled 'DESARROLLADORES' with two columns of developer information.

DESARROLLADORES	
Estudiante de Ingeniería Automotriz	Estudiante de Ingeniería Automotriz
Patricio Alexander Campoverde Barbecho	Christian David Patiño Brito
pcampoverdeb@est.ups.edu.ec	cpatiñob@est.ups.edu.ec
Cuenca, Azuay, Ecuador	Cuenca, Azuay, Ecuador

Fuente: Autores

7.1.3.4. *Habilitación de registro de usuarios*

El software Moodle 4.1.0 permite el registro mediante la “identificación basada en e-mail” el usuario pueda registrarse así mismo, para ello se realiza una gestión y configuración que se muestra en la figura.

Figura 7.8

Gestión de autenticación para registro de usuarios

Gestionar la autenticación

Extensiones (plugins) de identificación disponibles



The screenshot shows a table with columns for 'Nombre', 'Usuarios', 'Habilitar', 'Arriba/Abajo', 'Configuración', 'Probar la configuración', and 'Desinstalar'. The 'Identificación basada en Email' row is highlighted with a red border.

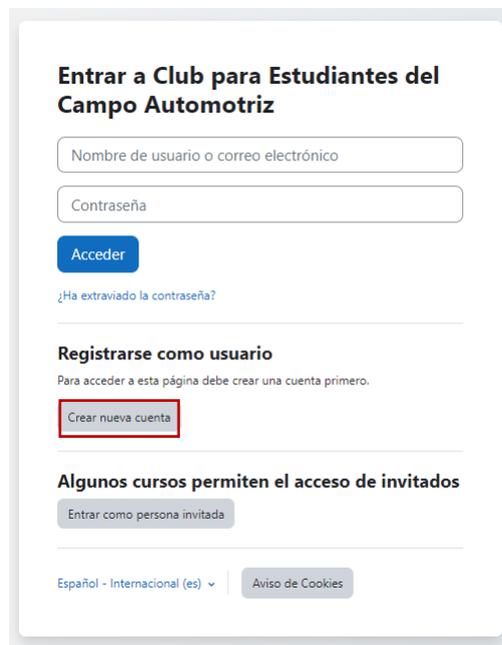
Nombre	Usuarios	Habilitar	Arriba/Abajo	Configuración	Probar la configuración	Desinstalar
Cuentas manuales	3			Configuración		
No hay sesión	0					
Identificación basada en Email	0	<input checked="" type="checkbox"/>		Configuración		Desinstalar
Usar un servidor CAS (SSO)	0	<input type="checkbox"/>		Configuración	Probar la configuración	Desinstalar
Usar una base de datos externa	0	<input type="checkbox"/>		Configuración	Probar la configuración	Desinstalar

Fuente: Autores

Una vez realizado la configuración se puede observar que en la página principal de CECA el usuario podrá crear su cuenta.

Figura 7.9

Página para el acceso al módulo virtual con las modificaciones realizadas



Fuente: Autores

7.1.4. Rol de usuarios dentro de la plataforma CECA by Moodle

Tabla 7.2

Roles de los usuarios del módulo virtual

Gestor	Pueden acceder a los cursos y realizar modificaciones.
Profesor	Pueden realizar cualquier acción, cambiar actividades y calificar a los estudiantes
Profesor sin permiso de edición	Pueden enseñar en los cursos y calificar a los estudiantes, no tiene habilitado la modificación de actividades
Estudiante	Presentan menos privilegios en el curso

Fuente: Autores

7.2 Anexo 2. Guías Prácticas

	VICERRECTORADO DOCENTE	Código: GUIA-PRL-001
	CONSEJO ACADÉMICO	Aprobación: 2016/04/06
Formato: Guía de Práctica de Laboratorio / Talleres / Centros de Simulación		

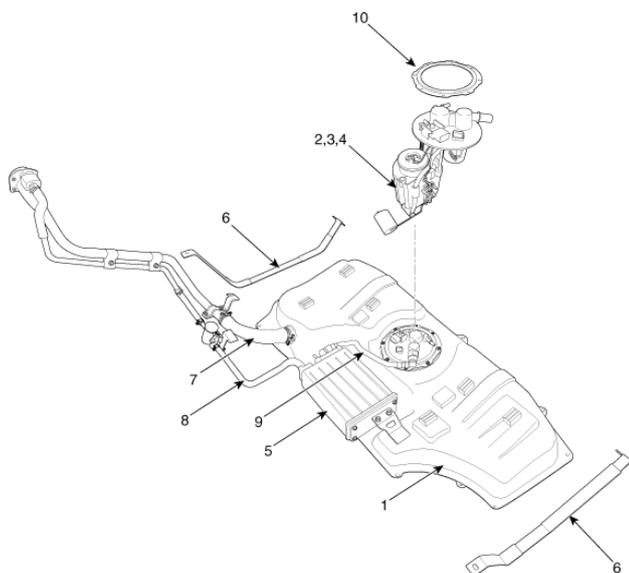
		FORMATO DE GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO / TALLERES / CENTROS DE SIMULACIÓN – PARA ESTUDIANTES
CARRERA: Ingeniería Mecánica Automotriz		CURSO DE INYECCIÓN DIRECTA EN MOODLE: Sistemas de Inyección Directa a Gasolina GDI
OBJETIVO GENERAL		
<ul style="list-style-type: none"> Aplicar los conocimientos teóricos referentes a los Sistemas de Inyección Directa a Gasolina GDI para el desarrollo de prácticas. 		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
<ul style="list-style-type: none"> Realizar el reconocimiento de los componentes de un Sistema GDI Realizar diagnóstico de reconocimiento los elementos de alta y baja presión del sistema de combustible. Desarrollar destrezas en la lectura datos de referencia de voltajes de los sensores que está compuesto el sistema GDI Realizar comprobación de los actuales principales del sistema GDI 		
INSTRUCCIONES:	1. Estudiar la guía de práctica y aplicar estrictamente los procedimientos.	
	2. Utilizar equipo de protección personal (mandil, mascarilla, gafas, guantes y alcohol).	
	3. Disponer de los siguientes equipos de diagnóstico automotriz: Multímetro, medidor de presión de combustible.	
	3. Considerar que, al realizar actividades con debida precaución, ya que son eventos que se mantiene en constante funcionamiento.	
ACTIVIDADES POR DESARROLLAR		
Práctica N° 1	<ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento de los componentes de un Sistema GDI 	
MATERIALES Y EQUIPOS: Guía práctica y manómetro de presión		
a) Proceso por seguir para el reconocimiento de componentes del Sistema GDI:		
<ol style="list-style-type: none"> Estudiar el material correspondiente del módulo virtual “CECA” y en el banco didáctico del motor GDI, identifique los elementos de baja y alta presión de combustible. Identificar en el block motor del banco didáctico: la impronta (modelo del motor), la cilindrada y tipo de familia de motor al que pertenece según su marca. Realizar una captura fotografía de los elementos identificados y adjúntelos en los espacios a continuación: 		
Elementos del sistema de baja presión de combustible	(colocar fotos)	
Elementos del sistema de alta presión de combustible	(colocar fotos)	
Impronta del motor	(colocar foto)	
Cilindrada y familia de motor	(colocar fotos)	

b) Identificar los componentes del sistema de alimentación de combustible:

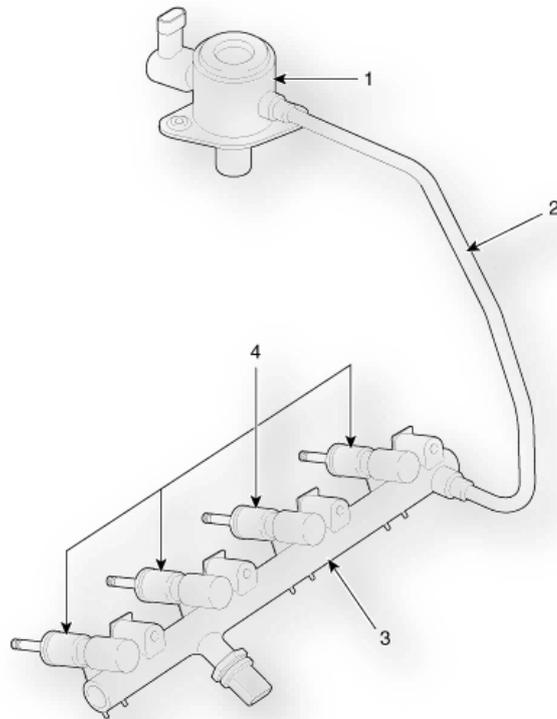
- 1) Identificar en el motor GDI el socket de conexión de bomba de combustible.
 - Primero identificar el tanque de combustible y la cañería de alta presión hacia el riel de inyectores.
 - Colocar el manómetro de presión en la cañería de alta presión sin encender el vehículo.
 - Verificar que este bien sujeta las abrazaderas de conexión del manómetro.
 - Encender el vehículo y verificar la presión obtenida por manómetro de presión.

Identificar con el manómetro la presión del sistema de baja 429 ~ 469 kPa-62.3 ~ 68.1 psi (valor recomendado por el fabricante)	Valor medido de la presión de baja (fotografía)
Identificar con el manómetro la presión del sistema de alta. 2.0 ~ 15.0 MPa-290.1 ~ 2175.6 psi (valor recomendado por el fabricante)	Valor medido de la presión de alta (fotografía)

- 2) Ubicar los diferentes nombres de sistema de combustible.



Elementos de baja presión	Relacione los ítems del 1-10
Bomba de Combustible	2
Sujetadores del tanque de Combustible	6
Regulador de combustible	
Cubierta de Sujeción Bomba de Combustible	
Tanque de Combustible	
Cánister	
Manguera de llenado de combustible	
Filtro de combustible	
Manguera de ventilación	
Tubo Ventilación del Cánister	



*Inyectores.
Riel de inyectores.
Tubería de suministro.
Bomba de combustible de alta presión.*

Literales de alta presión	Nombres
1	
2	
3	
4	

Práctica N° 2

Identificación de los sensores del sistema GDI

MATERIALES Y EQUIPOS: Multímetro automotriz, osciloscopio.

a) Identificación de los sensores del sistema GDI:

SENSOR	DEFINICIÓN	FOTOGRAFÍA SENSOR EN EL MOTOR
Sensor O ₂	<i>Se encarga de medir y controlar la cantidad de combustible y oxígeno presente en los gases de escape del motor</i>	
Sensor KS		
Sensor TPS		
Sensor ECT		
Sensor CKP		
Sensor RPS		
Sensor APPS		
Sensor IAT		

- 1) Registrar y analizar la caracterización de cada sensor, identificando los numero de pines y qué valor de voltaje hace referencia a diferentes cargas del motor. (*considerar los esquemas obtenidos en el literal anterior*)

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificación	Sensor
1	Verde	4.3 mV	1.2 mV	16.8 mV	16.8 mV	GND	02
2	Gris	0.44 V	0.69 V	0.61 V	0.61 V	SEÑAL O2	
3	Azul	12.35 V	1.83 V	2.24 V	2.26 V	ALIMENTACIÓN	
4	Rojo	12.36 V	13 V	14.2 V	14.22 V	CONTROL MOTOR	

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							CMP

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							CKP

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							ETC

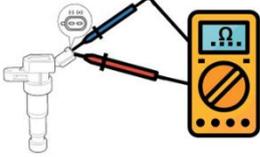
Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							ECT

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							MAP

Nro. PIN	ID	KOEO	KOER Ralentí	KOER 2500 RPM	KOER 3500 RPM	PIN/Identificó	Sensor
							IAT

2) Obtención del oscilograma

Mediante el osciloscopio, obtener los oscilogramas de los siguientes actuadores y sensores:

Elemento	OSCILOGRAMAS		
	Primario (baja tensión)	Esquema de Conexión	Secundario (alta tensión)
Bobina (1-4)			
Inyector N° 1,2,3,4	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
CMP	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
CKP	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
ECT	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
IAT	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
RPS	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>
KS	<i>RALENTÍ</i>		<i>1500 rpm</i>

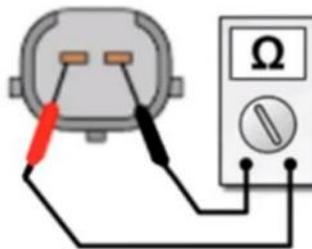
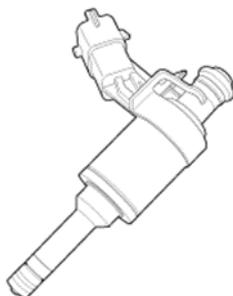
Práctica N° 3

Comprobación de inyectores y bobinas de encendido

MATERIALES Y EQUIPOS: Multímetro y osciloscopio automotrices.

a) Proceso por seguir para la comprobación de inyectores

- 1) Desconectar el cable del borne negativo de la batería.
- 2) Desconectar el socket de conexión de los inyectores GDI.
- 3) Ubicar los terminales de conexión de cada inyector.
- 4) Medir con el multímetro la resistencia del inyector.



Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
Inyector 1	1,5 [20 °C]	
Inyector 2		
Inyector 3		
Inyector 4		

• Preguntas

- Si la temperatura del motor es variable, la resistencia del inyector varía también.
Verdadero
Falso

- Indique el valor máximo y mínimo de resistencia que puede tener un inyector del sistema GDI.

.....

- Indique la principal función de un inyector del sistema GDI

.....

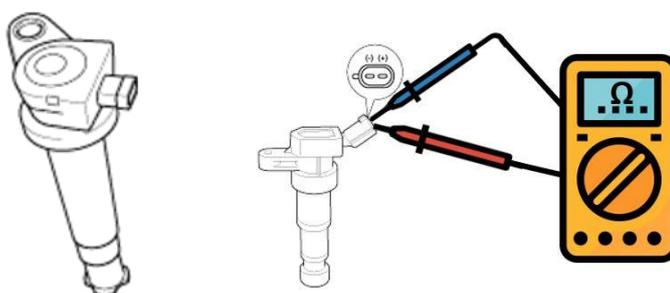
b) Proceso por seguir para la comprobación de las bobinas de encendido

Comprobación de la bobina de encendido (chispa única o de doble chispa)

Comprobar utilizando el multímetro, la resistencia de los arrollamientos primario y secundario de la bobina de encendido.

Circuito Primario

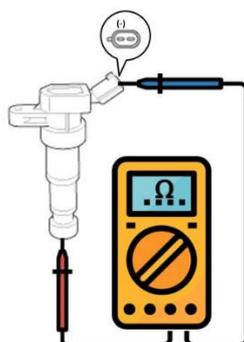
- Para el arrollamiento primario (toma de baja tensión) conectar el óhmetro entre los bornes (15) y (1).



Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medido (Ω)
Bobina 1	$0.75\Omega \pm 15\%$	
Bobina 2		
Bobina 3		
Bobina 4		

Circuito Secundario

- Para el arrollamiento secundario (toma de alta tensión) entre los bornes (1) y la salida de alta tensión (4).



Actuador	Resistencia Teórica (Ω)	Resistencia Medida (Ω)
Bobina 1	$8 \text{ a } 15 \text{ k}\Omega$	
Bobina 2		
Bobina 3		
Bobina 4		

Práctica N° 4

Diagnóstico con Escáner Automotriz

MATERIALES Y EQUIPOS: Multímetro y Escáner Automotriz.

a) Indique los pasos de ingreso con el escáner automotriz al conector de diagnóstico del vehículo:

Adjuntar imagen del conector de diagnóstico OBD

b) Seleccione la opción en el escáner "Parameter Data" o datos de vuelo y complete la información solicitada en las tablas a continuación.

N°	Parámetro	Unidad de medida	Valor registrado	
			KOEO	KOER
1	Revoluciones del motor			
2	Voltaje de la batería			
3	Presión MAP			
4	Temperatura del aire			
5	Temperatura del refrigerante			
6	Tiempo de inyección			
7	Apertura de la mariposa de aceleración			
8	Tiempo del Riel de Inyección (RPS)			

c) Seleccione con el escáner la opción DIAGNOSTIC TROUBLE CODES (DTC) y verifique si en el sistema aparecen guardados códigos de error. A continuación, bórrelos utilizando el equipo (switch de encendido condición KOEO) o desconectando el borne negativo de la batería durante 15 minutos. Localice la fuente del error.

N° errores registrados	Código DTC	Observaciones

CONCLUSIONES:

.....

.....

RECOMENDACIONES:

.....

.....

7.3 Anexo 3. Mantenimiento General para un Motor De inyección Directa a Gasolina

7.3.1. Plan de mantenimiento

SIMBOLOGÍA:

I – INSPECCIONAR. Puede necesitar un cambio o regulación, con el tiempo.

C – REEMPLAZAR.

R – REALIZAR. Cumplir una inspección.

Tabla 7.3

Plan de mantenimiento Motor GDI G4FD

Nro.	Kilómetros x 1000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		Meses	12	24	36	48	60	72	84	96	108
1	Revisión con equipo diagnostico ODS	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
2	Aceite de motor Mobil Super 3000 X2 5W40 Y Filtro	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
3	Revisión de niveles	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
4	Filtro de combustible (interior del tanque)						C				
5	Descarbonización de Válvulas						C				
6	Inspección de fugas en cañerías	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
7	Mangueras de vacío (PCV, CONTROL DE PURGA Y CUERPO DE ACELERACIÓN, ETC.)	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
8	Filtro de Aire	I	I	I	C	I	I	I	C	I	I
9	Correas de accesorios (Alternador, Bomba de agua y A/C)	I	I	I	R	I	I	I	I	C	I
10	Bujías (Cambiar cada 160000km)						C				
11	Holgura de Válvulas									I	
12	Revisar fugas del sistema de refrigeración		I		I		I		I		I
13	Refrigerante del motor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
14	Control de ralentí y gases		R		R		R		R		R
15	Revisar sistema de escape	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Fuente: Autores

7.3.2. Revisión y limpieza de las bujías

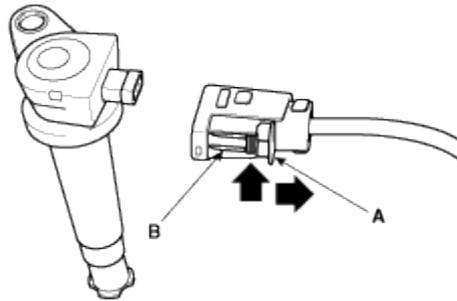
1. Desconecte la bobina de encendido

NOTA. Al quitar el conector de la bobina de encendido, tire del pasador de bloqueo

(A) y empuje el clip (B).

Figura 7.10

Desconexión del conector de la bobina de encendido



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

2. Usando una llave para bujías, extraiga todas las bujías de la culata.

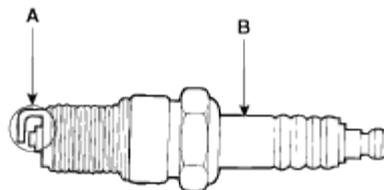
PRECAUCIÓN: Tenga cautela de que ingrese algún objeto por los agujeros de la bujía.

3. Comprobar lo siguiente en las bujías:

- 1) Inspeccione los electrodos (A).
- 2) El aislante cerámico (B).
- 3) Depósitos de carbón.
- 4) Junta dañada o rota.

Figura 7.11

Inspección de la bujía



Depósitos oscuros	Depósitos Blancos
Mezcla de combustible demasiado rica Toma de aire baja	Mezcla de combustible demasiado pobre Tiempo de encendido avanzado Par de apriete insuficiente

Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

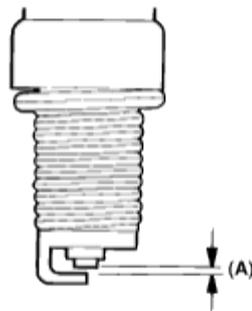
4. En caso de presentar depósitos de carbón realiza la limpieza de estos.
5. Compruebe el espacio de la bujía de encendido usando una galga y ajuste si es necesario.

Valor Estándar:

0.9 – 1 mm (0.0354 – 0.0394 in)

Figura 7.12

Distancia entre electrodos



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

6. Volver a colocar la bujía y ajustar al par de apriete especificado.

Par de apriete:

9.8 – 11.8 Nm. (1 – 1.2 kgf.m)

NOTA: Si se aprieta demasiado puede dañarse la parte roscada de la culata del cilindro.

7.3.3. Limpieza del Cuerpo de Aceleración

1. Encienda el motor y deje que se caliente hasta que el refrigerante alcance una temperatura de 80 °C, seguidamente apague el motor.
2. Retire la tobera de admisión de aire del lado del cuerpo de la mariposa de aceleración.
3. Aplique agente limpiador a la mariposa de aceleración, y déjelo actuar durante unos 5 minutos.

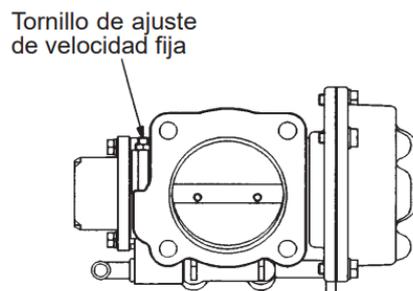
4. Arranque el motor, acelérelo varias veces y déjelo funcionar en ralentí durante 1 minuto.
5. Si no consigue eliminar los depósitos de hollín, repita los pasos 3 y 4.
6. Coloque la tobera de admisión de aire.
7. Desconecte el cable negativo de la batería para borrar el código de diagnóstico, Espere 10 segundos y deje el motor funcionando al ralentí durante aproximadamente 10 minutos.

PRECAUCIÓN: No manipular el tornillo de ajuste de velocidad fija, este viene ajustado con precisión desde fabrica.

En caso de hacerlo se modificará la posición totalmente cerrada de la mariposa de aceleración. La ECU considerará una posición errónea de esta.

Figura 7.13

Tornillo de ajuste de velocidad fija



Fuente: Manual de servicio del motor Hyundai G4FD

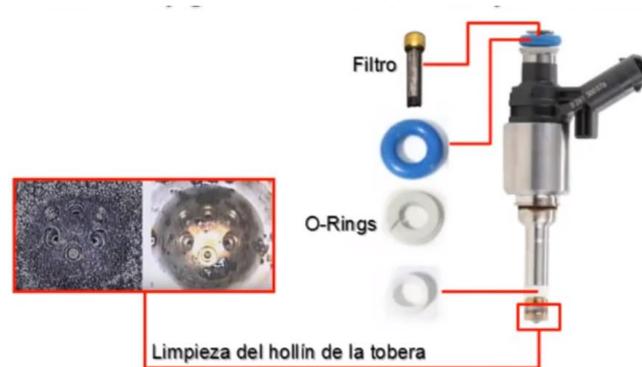
7.3.4. Mantenimiento de Inyectores

1. Prueba de inyectores en banco de limpieza.
2. Utilizar una maquina limpia inyectores GDI.
3. Probar el estado de la bobina del inyector, medir su resistencia.
4. Revisar el patrón de rocío y ángulo de entrega en la ubicación correcta en la cámara de combustión.
5. Revisar fugas en el cuerpo de inyector y en la boquilla o tobera.

6. Probar el ancho de pulso desde marcha en ralentí hasta aceleración completa.
7. Probar el caudal (observe el nivel, las gomas, corrosión o humedad afectan el desempeño).
8. Reemplazar los O-rings de los inyectores después de la limpieza del hollín.

Figura 7.14

Mantenimiento de Inyector



Fuente: (Pulla Morocho, 2020)

Consideraciones para el cambio de O-rings del Inyector:

Utilizar el procedimiento establecido por el fabricante.

Contar con las herramientas apropiadas para el mantenimiento.

7.3.5. Limpieza de Válvulas de Admisión

Materiales requeridos:

1. Limpiador de válvulas GDI.
2. Guantes Protectores.
3. Franela.
4. Cepillo de cerdas suaves.
5. Herramientas.

Consideraciones:

1. El motor debe encontrarse completamente frío.
2. Ubicación de las válvulas de admisión.

Procedimiento:

1. Retirar el múltiple de admisión para tener acceso a la válvula de admisión.
2. Con el motor apagado, aplicar el limpiador de válvulas en cada una de estas.
Seguir las instrucciones del fabricante del limpiador.
3. Con el cepillo fregar las válvulas para eliminar la acumulación de carbón y suciedad.
4. Repetir el proceso 2 y 3, hasta que las válvulas estén limpias.
5. Una vez que las válvulas estén limpias y secas, se vuelve a montar el colector de admisión.

Figura 7.15

Limpieza de Válvulas de Admisión



Fuente:(MotorOK, 2019)