



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE DIAGNÓSTICO DE FALLOS EN UN MOTOR
DAEWOO G15SF**

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

AUTORES: JOHN FERNANDO PAUTE CABRERA
EDISSON RAFAEL PINTADO LEÓN
TUTOR: ING. CHRISTIAN OMAR PULLA MOROCHO, MSc.

Cuenca - Ecuador
2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, John Fernando Paute Cabrera con documento de identificación N° 0105750665 y Edison Rafael Pintado León con documento de identificación N° 0106139272; 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, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



John Fernando Paute Cabrera

0105750665



Edisson Rafael Pintado León

0106139272

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

Nosotros, John Fernando Paute Cabrera con documento de identificación N° 0105750665 y Edison Rafael Pintado León con documento de identificación N° 0106139272, 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: “Implementación de un panel de diagnóstico de fallos en un motor Daewoo G15SF”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico 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, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



John Fernando Paute Cabrera

0105750665



Edisson Rafael Pintado León

0106139272

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: IMPLEMENTACIÓN DE UN PANEL DE DIAGNÓSTICO DE FALLOS EN UN MOTOR DAEWOO G15SF, realizado por John Fernando Paute Cabrera con documento de identificación N° 0105750665 y por Edisson Rafael Pintado León con documento de identificación N° 0106139272, 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, 24 de febrero del 2023

Atentamente,



Ing. Christian Omar Pulla Morocho, MSc.

0103570602

DEDICATORIA

El presente proyecto se los dedico a mis padres José Alfonso y María Transito, a mis hermanas Tania y Angelica por todo el apoyo y los ánimos brindados durante el desarrollo de este proyecto. Sin ustedes esto no fuera posible.

De la misma forma dedico este proyecto a todas las personas que se preocuparon por mí en el transcurso de esta etapa.

Que Dios y la Virgen les bendigan.

Edisson Rafael Pintado León

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado principalmente a Dios, por darme la oportunidad la salud y la vida de culminar con mi carrera, a mis padres, por brindarme todo su apoyo incondicional guiándome con sus consejos y su buen ejemplo, a mis hermanas que fueron fuente de inspiración para salir adelante, a mi pareja que estuvo conmigo a lo largo de este camino mostrándome su apoyo.

John Fernando Paute Cabrera

AGRADECIMIENTO

A Dios, a la Santísima Virgen y a San Juan Bosco por la fortaleza y sabiduría brindada en mi etapa universitaria.

A mis padres José Alfonso y María Transito y mis hermanas Tania y Angelica, por no dejarme solo, apoyándome en todo momento.

A nuestro tutor, Ing. Christian Pulla por darnos su apoyo y conocimientos para llevar a cabo este proyecto

Al personal docente, administrativo y de servicios de la Universidad Politécnica Salesiana.

A mi compañero John y a sus primos por darme su apoyo en este proyecto.

A mis amigos, de manera especial a P. Marcelo Cevallos, P. Pedro Soto y Erick Jara y a aquellos que no he mencionado aquí, pero están en mis pensamientos:

GRACIAS POR TODO, QUE DIOS LES

PAGUE.

Edisson Rafael

AGRADECIMIENTO

A mis primos que fueron parte de este proceso, a mi compañero Edison que siempre estuvo dedicando su tiempo en el desarrollo de este proyecto.

A mis maestros que dedicaron tiempo y esfuerzo para compartir todos sus conocimientos , sin su instrucción técnica y profesional no habría logrado este nivel de aprendizaje.

A mis compañeros y amigos que estuvieron a mi lado brindando todo su apoyo.

John Fernando

RESUMEN

El presente proyecto se enfoca en el reacondicionamiento del motor Daewoo G15SF, así como la implementación de un panel de diagnóstico de fallos en un motor, permitiendo una mejor interacción del estudiante de la carrera de Ingeniería Automotriz con los elementos que conforman un motor de combustión interna a gasolina.

El proyecto inicia con la fase 1, donde se desarrolla la revisión de fuentes bibliográficas referentes a los diferentes sistemas que conforman un motor de encendido provocado, así como de los procedimientos de diagnóstico que se pueden llevar a cabo para identificar problemas de funcionamiento y su respectiva resolución.

En la fase 2, se realiza un diagnóstico previo del estado del banco didáctico del motor Daewoo G15SF, realizando las reparaciones necesarias con el fin de conseguir su operatividad.

Una vez reacondicionado el banco didáctico se ejecuta la fase 3 del proyecto, donde se diseña, construye e implementa un panel de diagnóstico de fallos, integrando los respectivos instrumentos de medición y diagnóstico; finalizando el proyecto con una verificación del funcionamiento del banco didáctico.

Palabras Claves: Actuadores, Diagnóstico, Sensores.

ABSTRACT

This project focuses on the reconditioning of the Daewoo G15SF engine, as well as the implementation of a fault diagnosis panel on an engine, allowing for better interaction of Automotive Engineering students with the elements that make up a gasoline internal combustion engine.

The project begins with phase 1, where a review of bibliographic sources referring to the different systems that make up a spark-ignition engine, as well as the diagnostic procedures that can be carried out to identify operating problems and their respective resolution, is developed.

In phase 2, a preliminary diagnosis of the state of the didactic bench of the Daewoo G15SF engine is carried out, making the necessary repairs to achieve its operability.

Once the didactic bench is reconditioned, phase 3 of the project is executed, where a fault diagnosis panel is designed, constructed, and implemented, integrating the respective measurement and diagnostic instruments; the project concludes with a verification of the operation of the didactic bench.

Keywords: *Actuators, Diagnosis, Sensors.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
DEDICATORIA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE DE CONTENIDOS	X
INTRODUCCION	1
PROBLEMA DE ESTUDIO	1
JUSTIFICACIÓN	2
GRUPO OBJETIVO	2
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.	4

1.	Capítulo 1	4
1.1	Sistema de encendido del motor.....	4
1.1.1	Bujías de encendido	4
1.1.2	Bobina de encendido.....	5
1.1.3	Clasificación de los sistemas de encendido	6
1.2	Sistema de alimentación de combustible	12
1.2.1	Depósito de combustible.....	13
1.2.2	Electrobomba de alimentación.....	13
1.2.3	Filtro de combustible	14
1.2.4	Filtro de aire.....	15
1.2.5	Rampa de inyección.....	15
1.2.6	Regulador de presión	16
1.2.7	Inyectores.....	17
1.3	Clasificación de los sistemas de inyección	18
1.3.1	Clasificación según el número de inyectores.....	18
1.3.2	Clasificación según la ubicación del inyector.....	19
1.3.3	Clasificación según el sincronismo de la inyección	20
1.4	Unidad de control del motor.....	20
1.5	Sensores.....	21
1.5.1	Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT).....	22
1.5.2	Sensor de temperatura de aire (IAT).....	23

1.5.3	Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	24
1.5.4	Sensor de flujo de masa de aire (MAF)	25
1.5.5	Sensor de posición del acelerador (TPS)	26
1.5.6	Sensor de posición de cigüeñal (CKP).....	28
1.5.7	Sensor de posición de árbol de levas (CMP)	29
1.5.8	Sensor de oxígeno	30
1.5.9	Sensor de velocidad (VSS)	32
1.5.10	Sensor de detonación (KS).....	33
1.6	Actuadores.....	34
1.6.1	Válvula de control de ralentí (IAC)	34
1.7	Diagnostico a bordo en vehículos.	35
1.7.1	Diagnostico a bordo OBD I	35
1.7.2	Diagnostico a bordo OBDII	36
1.8	Diagnóstico del rendimiento del motor	38
1.8.1	Equipos de diagnóstico electrónico.	38
1.8.2	Procedimientos para diagnóstico de un vehículo	40

CAPÍTULO 2: Reacondicionamiento del banco didáctico del motor Daewoo

G15SF. 42

2.	Capítulo 2.....	42
2.1	Identificación del motor	42
2.2	Estado general del banco didáctico.	43
2.2.1	Estado de elementos del sistema de alimentación	43

2.2.2	Estado del sistema de encendido.....	44
2.2.3	Estado de sensores y actuadores	45
2.2.4	Estado del sistema de lubricación	46
2.2.5	Estado del sistema de refrigeración.	47
2.2.6	Estado de relojes de medición.....	48
2.2.7	Estado de motor de arranque y alternador.	49
2.2.8	Estado de conexiones eléctricas	50
2.2.9	Estado de puerto de diagnóstico.	50
2.2.10	Prueba de compresión del motor.....	51
2.2.11	Prueba de estanqueidad en cilindros.	52
2.2.12	Estado de soporte de motor.....	53
2.3	Reacondicionamiento del banco didáctico.....	53
2.3.1	Reacondicionamiento del motor	53
2.3.2	Reacondicionamiento del soporte de motor.....	54
CAPÍTULO 3: Implementación del panel de diagnóstico en el motor Daewoo G15SF.		
.....		56
3	Capítulo 3	56
3.1	Características del panel de diagnóstico.....	56
3.2	Diseño del panel de instrumentos.....	57
3.2.1	Dimensionamiento	57
3.2.2	Ubicación de los elementos del panel de instrumentos.	58
3.3	Rotulación de sensores y actuadores	59

3.4	Instalaciones eléctricas del banco de diagnóstico.	60
3.4.1	Identificación de los terminales de la unidad de control.....	60
3.4.2	Identificación de conectores de sensores y actuadores.	62
3.4.3	Diagramas eléctricos del motor G15SF	63
3.4.4	Lectura de códigos de fallo del motor.....	64
3.4.5	Extensión de cables del arnés	65
3.4.6	Diagramas eléctricos de instrumentos de medición.....	66
3.5	Construcción del panel de diagnóstico.	66
3.6	Comprobación de funcionamiento	73
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES.....		76
BIBLIOGRAFIA		77
ANEXOS		82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.	Bujías de encendido.	5
Figura 1-2.	Bobina de encendido.	6
Figura 1-3.	Encendido electromecánico convencional.	7
Figura 1-4.	Esquema de encendido transistorizado controlado por ruptor.	8
Figura 1-5.	Esquema de un encendido electrónico con generador de impulsos.	8
Figura 1-6.	Esquema de un generador inductivo.	9

Figura 1-7. Generador de efecto Hall.	10
Figura 1-8. Esquema de un sistema de encendido DIS.....	11
Figura 1-9. Sistema de encendido COP.	12
Figura 1-10. Depósito de combustible.	13
Figura 1-11. Electrobomba de combustible.	14
Figura 1-12. Filtros de combustible.	14
Figura 1-13. Filtros de aire.....	15
Figura 1-14. Rampa de inyectores.	16
Figura 1-15. Regulador de presión.....	17
Figura 1-16. Partes del inyector.	18
Figura 1-17. Cuadro sinóptico de un sistema de inyección Monopunto.....	19
Figura 1-18. Esquema de un sistema de inyección multipunto.	19
Figura 1-19. Unidad de control del motor.	21
Figura 1-20. Grafica de voltaje, temperatura y resistencia del sensor de temperatura NTC.	22
Figura 1-21. Sensor ECT.	23
Figura 1-22 Sensor IAT.	24
Figura 1-23. Oscilograma de un sensor MAP.....	24
Figura 1-24. Ubicación del sensor MAP.....	25
Figura 1-25. Ubicación del sensor MAF.....	25
Figura 1-26. Forma de onda de un sensor MAF.	26
Figura 1-27. Sensor TPS.	27
Figura 1-28. Forma de onda de un sensor TPS.....	27
Figura 1-29. Sensor CKP y su ubicación.	28
Figura 1-30. Señal emitida por un sensor CKP inductivo y tipo Hall.	29

Figura 1-31. Señal de un sensor CMP tipo Hall.	30
Figura 1-32. Ubicación de los sensores de oxígeno.....	30
Figura 1-33. Señal de un sensor de oxígeno de Zirconio.....	31
Figura 1-34. Señal de salida de un sensor de Titanio.	32
Figura 1-35. Ubicación del sensor VSS.....	32
Figura 1-36. Ubicación del sensor KS.	33
Figura 1-37. Señal de sensor de picado.	34
Figura 1-38. Ejemplo de válvula IAC.....	35
Figura 1-39. Conector OBD I GM.....	35
Figura 1-40. Conector OBD II.....	36
Figura 1-41. Designación de los códigos de avería genéricos OBD II.....	37
Figura 1-42. Multímetro automotriz.	38
Figura 1-43. Osciloscopio Automotriz.	39
Figura 1-44. Escáner Automotriz.....	40
Figura 2-1. Estado actual del banco didáctico.	42
Figura 2-2. Estado del depósito de combustible.	44
Figura 2-3. Estado de las Bujías.	45
Figura 2-4. Inspección visual de sensor TPS.....	46
Figura 2-5. Revisión de Cañerías.....	47
Figura 2-6. Estado de instrumentos de medición.....	48
Figura 2-7. Estado del alternador.....	49
Figura 2-8. Estado de conexiones de instrumentos.....	50
Figura 2-9. Comprobación de compresión en el cilindro.	51
Figura 2-10. Comprobación de fugas.....	52
Figura 2-11. estado actual de banco didáctico.	53

Figura 2-12. Soporte de motor Dae Sung.	55
Figura 2-13. Montaje de motor sobre el nuevo soporte.	55
Figura 3-1. Dimensiones del panel de instrumentos.	57
Figura 3-2. Ubicación de los instrumentos del panel.	58
Figura 3-3. Distribución de los elementos del panel de toma de señales.	59
Figura 3-4. Dimensiones de rótulo de sensores.	59
Figura 3-5. Representación del panel de diagnóstico.	60
Figura 3-6. Conector de la unidad de control del motor.	60
Figura 3-7. Conexión para visualizar códigos de fallo.	64
Figura 3-8. Secuencia de encendido de un código de fallo.	64
Figura 3-9. Equivalencias entre AWG y mm ²	66
Figura 3-10. Montaje del motor en el soporte.	67
Figura 3-11. Construcción de la base del panel de diagnóstico.	68
Figura 3-12. Construcción del panel de diagnóstico.	69
Figura 3-13. Proceso de pintura del panel de diagnóstico.	69
Figura 3-14. Conexiones eléctricas para sensores y actuadores del motor.	70
Figura 3-15. Canalización del arnés hacia el panel de diagnóstico.	70
Figura 3-16. Instalación para toma de señales.	71
Figura 3-17. Instalación de los medidores del panel de diagnóstico.	71
Figura 3-18. Señalización del sensor MAP.	72
Figura 3-19. Panel de Diagnostico terminado.	72
Figura 3-20. Instalación de la batería.	73
Figura 3-21. Ubicación del puerto ALDL y de la lampara "SES".	74
Figura 3-22. Verificación del funcionamiento del panel de diagnóstico.	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Especificaciones Principales del motor G15SF.	43
Tabla 2.2. Estado de elementos del sistema de alimentación.	43
Tabla 2.3. Estado de elementos del sistema de encendido.	44
Tabla 2.4. Estado de sensores y actuadores.	45
Tabla 2.5. Estado de elementos del sistema de lubricación.	46
Tabla 2.6. Estado de elementos del sistema de refrigeración.	47
Tabla 2.7. Estado de relojes de medición.	48
Tabla 2.8. Estado de motor de arranque y alternador.	49
Tabla 2.9. Estado de conexiones eléctricas.	50
Tabla 2.10. Estado del puerto de diagnóstico.	50
Tabla 2.11. Prueba de compresión del motor.	51
Tabla 2.12 Resultados de la prueba de fugas de compresión.	52
Tabla 2.13. Correcciones realizadas en el motor.	54
Tabla 3.1. Designación de pines de unidad de control.	61
Tabla 3.2. Características visuales de los conectores del motor.	62
Tabla 3.3. Listado de códigos de fallo.	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Diagramas eléctricos Motor Daewoo G15SF.	82
Anexo 2. Diagramas de instrumentos de medición.	86

INTRODUCCION

El proyecto técnico “Implementación de un panel de diagnóstico de fallos en un motor Daewoo G15SF” pone a disposición el proceso de diseño y construcción de un panel de diagnóstico eléctrico en un motor de combustión interna.

La esencia de este proyecto técnico es identificar los diferentes tipos de inyección electrónica, los elementos que constituyen y la forma en la que estos interactúan durante el funcionamiento del motor, además de establecer procesos que permitan realizar un diagnóstico correcto de posibles fallas en el funcionamiento del motor.

Se realizará una inspección de los elementos que conforman el banco didáctico del motor Daewoo G15SF para que, una vez este funcional, implementar un panel de diagnóstico y realizar comprobaciones de funcionamiento.

PROBLEMA DE ESTUDIO

El trabajo de laboratorio en el campo de la ingeniería busca integrar las competencias básicas en la formación de ingenieros tales como identificar problemas, planificar su resolución, diseñar experimentos que den respuestas a interrogantes planteados para que, con los datos obtenidos se permita analizar, interpretar y explicar resultados. (Pesa, Bravo, Silvia, & Villafuerte, 2014)

El desarrollo de la carrera de Ingeniería Automotriz contempla la realización de prácticas de laboratorio, que permiten afianzar los conceptos teóricos adquiridos durante las horas clase, para lo cual se cuenta con bancos didácticos necesarios para este fin.

Se cuenta con el banco didáctico con un motor Daewoo G15SF, sin embargo, para el desarrollo de prácticas implica que se haga mediante cableado externo, involucrando mayor tiempo y riesgos para el desarrollo de esta actividad. Se agrava el problema al existir una disminución del número de horas en la materia en el nuevo curriculum del Ing. Automotriz.

Se destaca también que el número de bancos es insuficiente para el número de estudiantes, provocando una limitada interacción con los bancos didácticos de motores de combustión interna durante los periodos de prácticas.

JUSTIFICACION Y GRUPO OBJETIVO

JUSTIFICACIÓN

Mediante la adecuación de este banco didáctico se pretende simular comportamientos en el motor Daewoo G15SF, mediante la aplicación de fallos en el mismo con el uso de un tablero específico, permitiendo aplicar los conocimientos teóricos en la parte práctica del funcionamiento del motor.

De esta manera se facilitará el trabajo de los estudiantes durante las prácticas, logrando fortalecer la adquisición de destrezas en el diagnóstico de fallos en motores de combustión interna, trasladando este conocimiento al campo laboral.

GRUPO OBJETIVO

El proyecto está dirigido a los docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana, en la materia de Motores de Combustión Interna.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Implementar un panel de diagnóstico de fallos en un motor Daewoo G15SF

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar el estado del arte sobre el proceso de diagnóstico en motores de combustión interna para fundamentar el marco teórico.
- Reacondicionar el motor Daewoo G15SF mediante un diagnóstico previo para conseguir su funcionalidad.
- Implementar un panel de diagnóstico mediante un diseño previo para el banco didáctico del motor Daewoo G15SF.

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

1. Capítulo 1

En este capítulo se desarrolla la revisión de fuentes bibliográficas referentes a los diferentes sistemas que conforman un motor de encendido provocado, así como de los procedimientos de diagnóstico que se pueden llevar a cabo en los mismos

1.1 Sistema de encendido del motor

El sistema de encendido cumple con la función de convertir la baja tensión de la batería en alta tensión y distribuirla en forma de chispa a cada uno de los cilindros del motor, iniciando la combustión de la mezcla aire-combustible. (Ediciones CEAC, 2002)

1.1.1 Bujías de encendido

Las bujías se ubican sobre la culata, con su electrodo en el interior de la cámara de combustión. Cumple con la tarea de encender mediante una chispa eléctrica la mezcla aire-combustible que se encuentra sometida a presiones altas en el interior de la cámara. El funcionamiento de este elemento debe ser el correcto para garantizar un buen funcionamiento del motor. (Pardiñas & Feijoo, 2018)



Figura 1-1. Bujías de encendido.¹

1.1.2 Bobina de encendido

Este elemento es esencial en el sistema de encendido ya que está relacionado directamente con la calidad de la chispa que se provee a la bujía. Su operación se basa en el principio de funcionamiento de un transformador eléctrico, alimentando con la tensión eléctrica de la batería a una bobina primaria, cuando se corta rápidamente esta tensión, se induce sobre el bobinado secundario una tensión elevada que será dirigida hacia la bujía. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

¹ Fuente: Los Autores.



Figura 1-2. Bobina de encendido.²

1.1.3 Clasificación de los sistemas de encendido

Se puede clasificar a los sistemas de encendido de la siguiente manera:

1.1.3.1 Encendido electromecánico convencional

Se compone de los siguientes elementos (Figura 1-3): batería, llave de contacto, bobina, distribuidor, bujías y el cableado necesario para su conexión. A su vez el distribuidor contiene un ruptor, levas, el condensador y el rotor.

² Fuente: Los Autores.

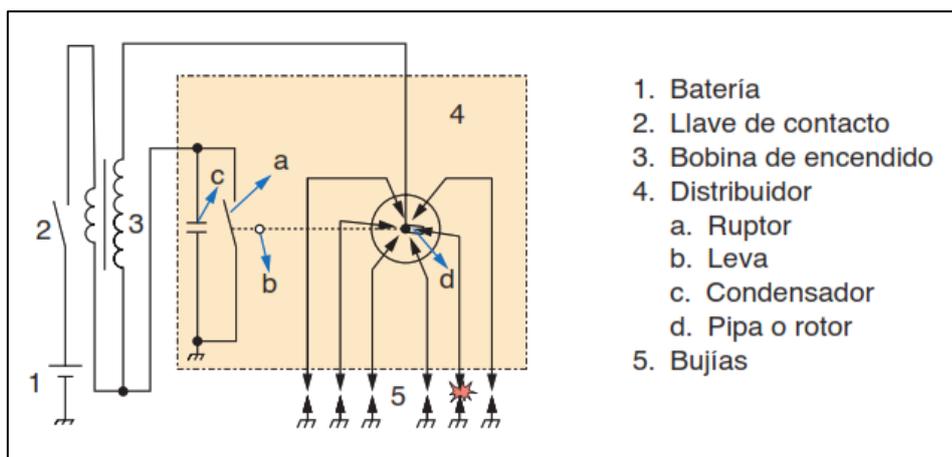


Figura 1-3. Encendido electromecánico convencional.³

Cuando se acciona la llave de contacto y el motor de arranque comienza a girar, la leva da vueltas, abriendo y cerrando los platinos, cuando estos se cierran, la corriente de baja tensión proveniente de la batería llega al borne positivo de la batería, recorriendo el bobinado primario, saliendo por el borne negativo de la bobina, que está conectado al ructor y mediante él se cierra en circuito. La corriente que circula por el bobinado primario genera un campo magnético en el núcleo de la bobina. Al abrirse los platinos el campo magnético desaparece rápidamente gracias al condensador, provocando que se induzca una corriente de alta tensión en el arrollamiento secundario de la bobina, esta corriente sale por el borne central dirigiéndose al distribuidor y a las bujías. (Ediciones CEAC, 2002)

1.1.3.2 Encendido transistorizado controlado por ructor

El sistema incorpora un bloque electrónico formado por un transistor de potencia cuya función realizar el corte de corriente en el primario. En este caso el ructor se encarga únicamente de controlar el flujo de corriente en la base del transistor, de esta manera el efecto de autoinducción de la bobina no tiene influencia en los contactos del ructor, por lo que el uso de un condensador para protegerlos se vuelve innecesario. (Pardiñas, 2012)

³ Fuente: (Pardiñas & Feijoo, 2018)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

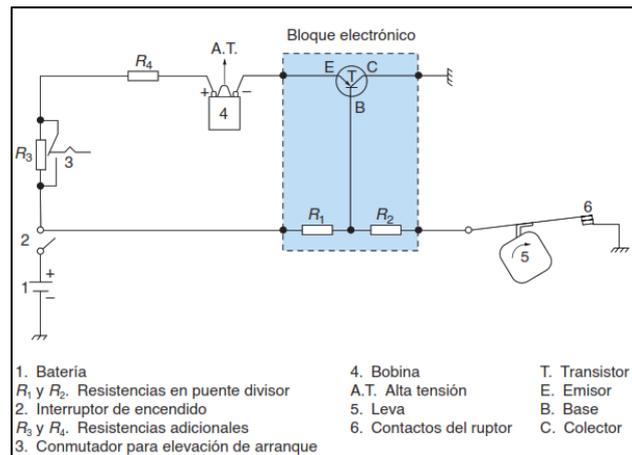


Figura 1-4. Esquema de encendido transistorizado controlado por ruptor.⁴

1.1.3.3 Encendido electrónico con generador de impulsos.

Estos sistemas de encendido sustituyen los ruptores mecánicos por un generador de impulsos ubicado en el distribuidor, este elemento proporciona en su debido momento una señal eléctrica que es enviada a un módulo electrónico, el mismo que amplifica la señal recibida del generador, permitiendo el accionamiento del transistor de potencia que alimenta al primario de la bobina de encendido. (Ediciones CEAC, 2002)

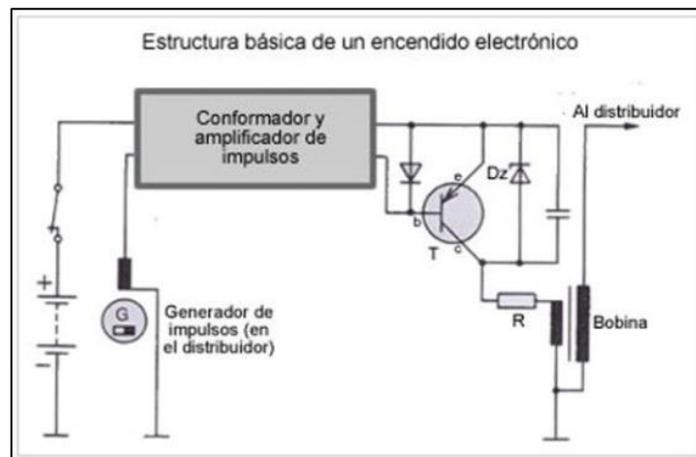


Figura 1-5. Esquema de un encendido electrónico con generador de impulsos.⁵

Los generadores de impulsos pueden ser de dos tipos: de efecto inductivo y de efecto Hall.

⁴ Fuente: (Pardiñas & Feijoo, 2018)

⁵ Fuente: (SlidePlayer, 2020)

1.1.3.3.1 *Generador de efecto inductivo*

El generador de efecto inductivo está formado por un rotor de acero dulce magnético que se encuentra anexo al eje del distribuidor, con un número de dientes iguales al número de cilindros que tenga el motor. El estator se constituye por un imán permanente y una bobina arrollada sobre un núcleo magnético.

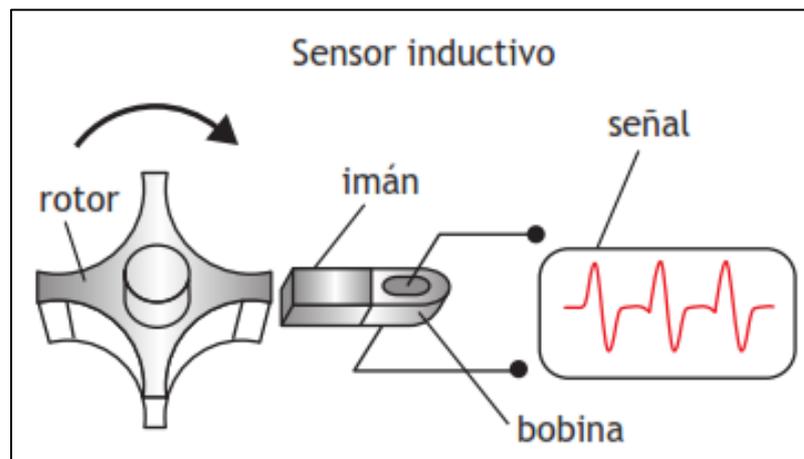


Figura 1-6. Esquema de un generador inductivo.⁶

Cuando el rotor gira, acercando los dientes a la bobina captadora, se genera un voltaje en la misma, energizando el bloque electrónico lo que permite cerrar el circuito del bobinado primario. Cuando el diente del rotor se encuentra con la bobina captadora, la tensión eléctrica se hace cero, desenergizando el bloque eléctrico, lo que provoca que se abra el circuito del primario, generando la inducción de alta tensión en el secundario de la bobina. Finalmente, cuando el diente se aleja de la bobina captadora, se produce una fuerza contra electromotriz, mientras el bloque electrónico se mantiene desenergizado. (Bravo & Guanuche, 2019).

1.1.3.3.2 *Generador de efecto Hall*

Este generador, a diferencia del caso anterior, se caracteriza porque la señal necesaria para el corte de energía del primario de la bobina es obtenida a través de un sensor de efecto

⁶ Fuente: (Auto y Técnica, 2019)

Hall. El generador está constituido por dos partes: una parte fija conocida como barrera magnética formada por un imán permanente con elementos conductores de campo magnético y un circuito integrado Hall; y una pantalla magnética, que es una parte giratoria. (Pardiñas, 2012)

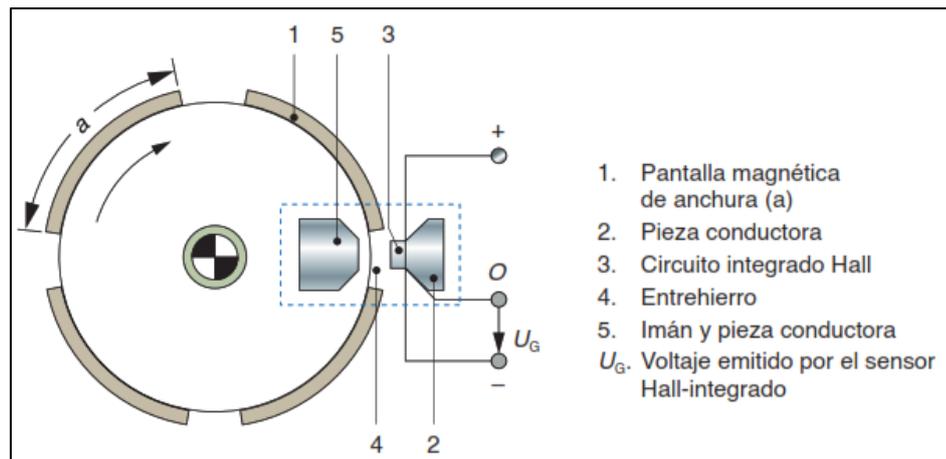


Figura 1-7. Generador de efecto Hall.⁷

El eje del distribuidor está unido a las pantallas magnéticas, cuyo número es igual al número de cilindros del motor, cuando estas se colocan entre el imán, dirigen el campo magnético hacia el circuito integrado Hall, generando en el sensor una tensión de salida positiva, que será utilizada para cerrar el circuito en el primario de la bobina. Cuando la pantalla abandona el entrehierro, el campo magnético deja de tener influencia sobre el conjunto Hall y, consecuentemente, dejando de emitir el voltaje de señal, con lo que el circuito del primario se interrumpe, produciendo la chispa en la bujía. (Pardiñas, 2012).

1.1.3.4 Sistema de encendido DIS

El sistema DIS (Direct Ignition System) prescinde del uso de un distribuidor y en su lugar se utiliza la información de varios sensores que son procesadas por una unidad de control que calcula el momento adecuado en el que se debe interrumpir la energización de la bobina,

⁷ Fuente: (Autoavance, 2012)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

produciéndose la chispa en la bujía. En este sistema la chispa se producirá simultáneamente en los cilindros que se encuentren en carrera ascendente, siendo útil únicamente la chispa que se produce en el cilindro que se encuentra en la fase de compresión, mientras que la otra se la conoce como chispa perdida. (Bravo & Guanuche, 2019)

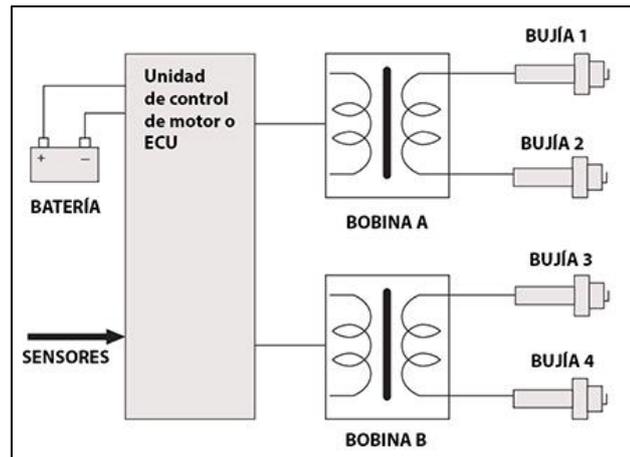


Figura 1-8. Esquema de un sistema de encendido DIS.⁸

1.1.3.5 Sistema de encendido COP

El sistema COP (Coil-On-Plug) utiliza una bobina por cada cilindro presente en el motor. Estas bobinas se colocan directamente sobre las bujías. Este sistema proporciona una eficiencia en el inicio de la combustión, en especial durante el arranque en frío. (Denton & Pells, 2022)



⁸ Fuente: (Sapiensman, s.f)

Figura 1-9. Sistema de encendido COP.⁹

1.2 Sistema de alimentación de combustible

El sistema de alimentación de un automóvil engloba a los elementos que conducen la mezcla de aire y combustible hasta los cilindros para su combustión. Con el carburador como elemento de alimentación ya en desuso, la electrónica es una pieza clave en el funcionamiento del sistema de alimentación.

En los sistemas de inyección de gasolina el combustible es inyectado en el colector de admisión, delante de las válvulas de admisión mediante un dispositivo de inyección electrónica, obteniendo de esta manera una mejor dosificación y un mayor control de la mezcla aire-combustible en cualquier condición de marcha en la que se encuentre el vehículo, reduciendo los niveles de contaminación de los gases de escape, además de mejorar el rendimiento y la economía del motor. (Alonso, 2014)

Los principales elementos que conforman este sistema son:

- Depósito de combustible.
- Electrobomba de alimentación.
- Filtro de combustible.
- Filtro de aire.
- Rampa de inyección.
- Regulador de presión.
- Inyectores.

⁹ Fuente: Los Autores.

1.2.1 Depósito de combustible

El depósito de combustible está formado por un contenedor fabricado actualmente de plástico mediante el proceso de embutido. Dispone de una boca de llenado, un respiradero, el medidor de nivel del depósito, así como las conexiones de salida y retorno de combustible. Cuenta también con un depósito de expansión, donde se alojan los vapores de la gasolina, además de una válvula que impide el esparcimiento del combustible en caso de accidentes. (Pérez Belló, 2017)



Figura 1-10. Depósito de combustible.¹⁰

1.2.2 Electrobomba de alimentación

Ubicada dentro del depósito de combustible, la electrobomba es la encargada de suministrar al motor el combustible necesario para cualquier estado de servicio del mismo. Es alimentada a través de un relé que está gobernado por la ECU del motor. El caudal de una bomba varía entre 60 y 200 litros/hora una presión de entre 2 y 4 bares.

La bomba posee una válvula antirretorno que evita caídas de presión cuando el motor se detiene, como también una válvula de sobrepresión que permite el retorno del combustible al depósito cuando se supera un determinado nivel de presión en el sistema. (Pérez Belló, 2017)

¹⁰ (Actualidad Motor, s.f)

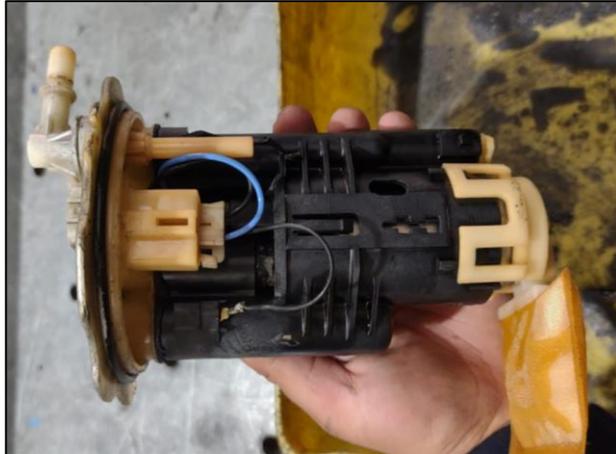


Figura 1-11. Electrobomba de combustible.¹¹

1.2.3 Filtro de combustible

Este elemento separa las impurezas existentes en el combustible que podrían causar daños en el sistema. Contiene un elemento de papel con un diámetro de porosidad medio de $4\mu\text{m}$, además de un tamiz adicional que permite un excelente filtrado.

Se debe procurar que el filtro posea una capacidad suficiente de acumulación de partículas, ya que un filtro con capacidad insuficiente de acumulación podría obstruirse antes del intervalo de cambio, provocando una reducción del caudal de combustible, además de una reducción de la potencia del motor. (Bosch, 2005)



Figura 1-12. Filtros de combustible.¹²

¹¹ Fuente: Los Autores.

¹² Fuente: Los Autores.

1.2.4 *Filtro de aire*

Este filtro impide que las impurezas que se encuentran en el aire que ingresa al motor lleguen al interior del mismo, también ayuda a disminuir ruidos provocados por la aspiración del motor. (Bosch, 2005) nos presenta tres tipos de filtros de aire que se utilizan en motores de combustión interna:

- **Filtros secos**, cuyo elemento filtrante es papel de celulosa o tejido de algodón o sintético plegado en acordeón.
- **Filtros húmedos**, en los cuales el elemento filtrante es un tejido metálico impregnado en aceite
- **Filtros en baño de aceite**, que tienen una cámara en la base del elemento filtrante con aceite hasta un determinado nivel, sobre el cual quedan atrapadas las partículas más gruesas, mientras que las más finas son retenidas por el tejido metálico filtrante.



*Figura 1-13. Filtros de aire.*¹³

1.2.5 *Rampa de inyección*

La rampa de inyección busca que la presión de combustible sea la misma para todos los inyectores. Tiene un diseño que evita los golpes de presión que se generan durante la apertura

¹³ Fuente: Los Autores.

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

y cierre de los inyectores, asimismo sirve de soporte a los inyectores y al regulador de presión. (Bosch, Automotive Handbook, 2022)

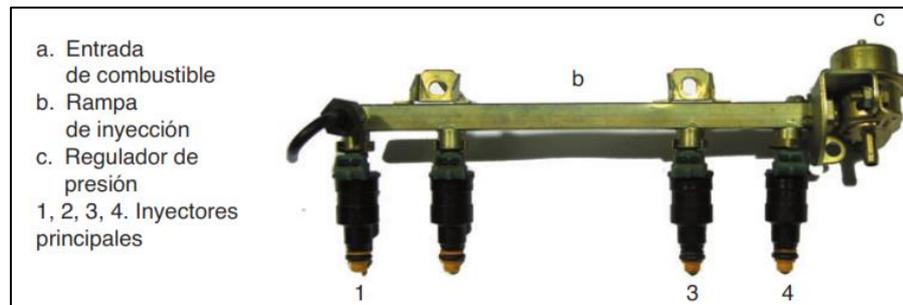


Figura 1-14. Rampa de inyectores.¹⁴

1.2.6 Regulador de presión

Este elemento tiene por objetivo regular la presión del combustible en el sistema de alimentación; busca también mantener constante la diferencia de presión entre la rampa y el colector de admisión. La presión regulada se encuentra entre 2.5 bar aproximadamente. (Ediciones CEAC, 2002)

El regulador está compuesto de una carcasa metálica donde se forman dos cámaras que se encuentran separadas por una membrana o diafragma. El combustible ingresa desde la rampa a la cámara superior del regulador mientras que en la cámara inferior se encuentra una toma de vacío que está conectada al colector de admisión, adicionalmente aloja un muelle que mantiene posicionada la membrana. Una válvula colocada en la parte superior de la membrana bloquea el conducto de retorno.

Cuando la presión en la rampa de inyección es superior a la presión del muelle, se abre la válvula del conducto de retorno de combustible, recuperando su posición inicial cuando la presión de la rampa de admisión sea igual a la presión del muelle. El contacto existente entre el regulador y el colector de admisión ayuda a que la presión de combustible se adapte a la

¹⁴ Fuente: (Pardiñas, 2012)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

presión absoluta presente en el mencionado colector, haciendo que la presión de inyección permanezca constante en cualquier condición de funcionamiento del motor. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

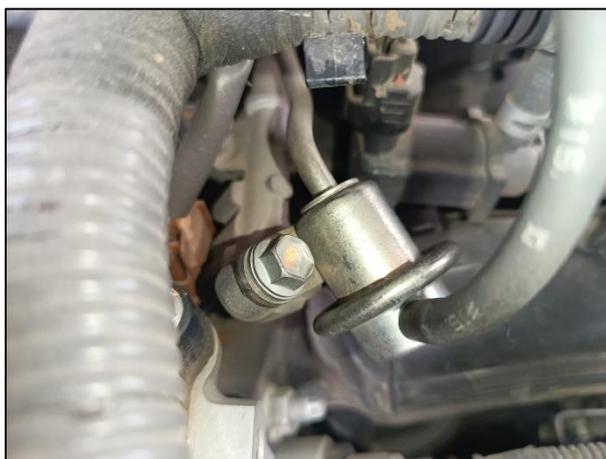


Figura 1-15. Regulador de presión.¹⁵

1.2.7 Inyectores

Los inyectores introducen el combustible a presión y pulverizado al colector de admisión, delante de las válvulas de admisión. Estos elementos están colocados de tal manera que el combustible sea inyectado delante de la válvula de adición evitando mojar las paredes del conducto de admisión, consiguiendo una distribución de combustible con pocas pérdidas por condensación. (Alonso, 2014)

Un inyector está formado por una aguja que se ajusta sobre su asiento mediante la acción de un muelle, lo que bloquea la salida del combustible a presión, que ingresa previamente por la boca de entrada a través de un microfiltro, llenando la cámara del inyector. Posee también un bobinado interno que recibe impulsos eléctricos desde la ECU a través de un conector, cuando esto ocurre, la acción magnética provocada por el paso de corriente proveniente de la ECU es capaz de desplazar a la aguja, venciendo la presión del muelle, abriendo el paso del

¹⁵ Fuente: Los Autores.

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

combustible. El inyector se monta sobre un anillo de caucho que sirve como un aislante térmico, además de absorber vibraciones. (Sánchez, 2012)

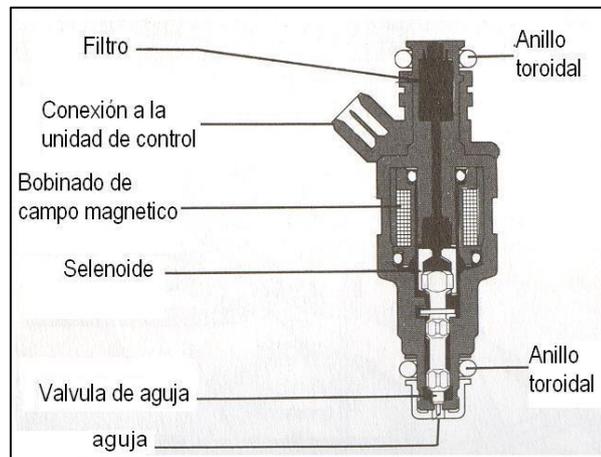


Figura 1-16. Partes del inyector.¹⁶

1.3 Clasificación de los sistemas de inyección

Se pueden aplicar las siguientes clasificaciones:

- Por el número de inyectores.
- Por la ubicación del inyector.
- Por el sincronismo de la inyección.

1.3.1 Clasificación según el número de inyectores

1.3.1.1 Inyección Monopunto

En este sistema de inyección sencillo en el cual existe un solo inyector, que está ubicado en la posición que debería ocupar un carburador. (Rueda, 2010)

¹⁶ Fuente: (Full Mecanica, 2014)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

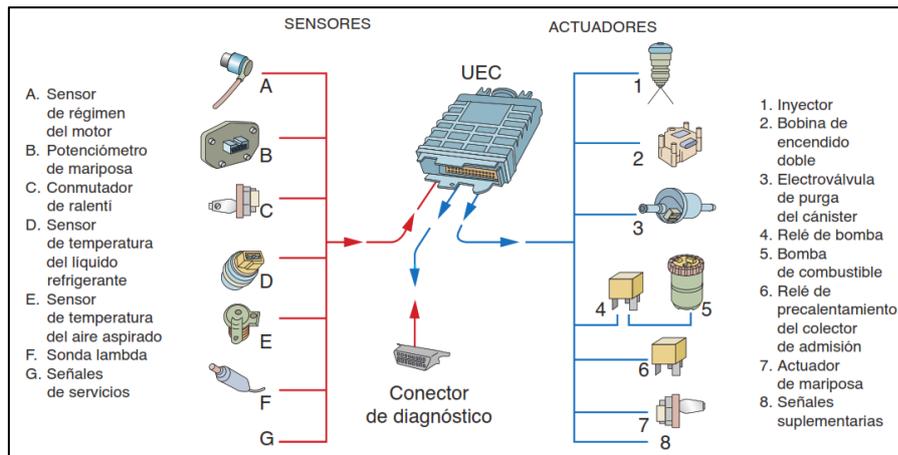


Figura 1-17. Cuadro sinóptico de un sistema de inyección Monopunto.¹⁷

1.3.1.2 Inyección multipunto

Este sistema, a diferencia del anterior, incorpora un inyector por cada cilindro, se controla la cantidad de combustible utilizando parámetros como la presión del colector de admisión y el régimen del motor. (Bravo & Guanuche, 2019)

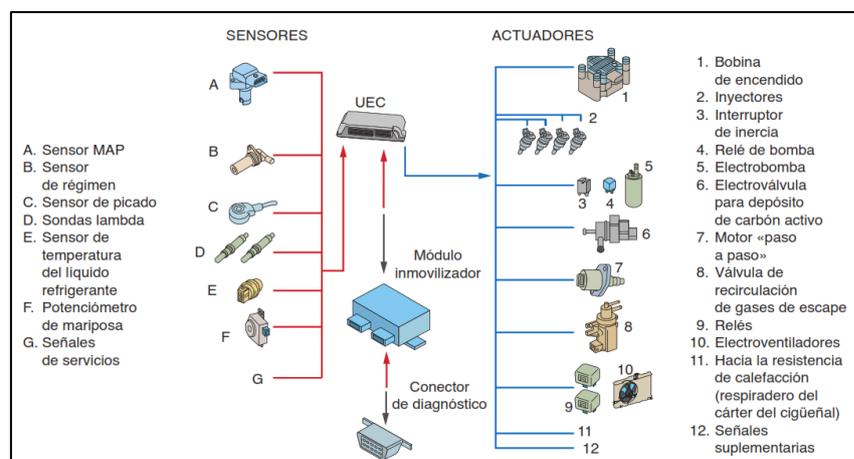


Figura 1-18. Esquema de un sistema de inyección multipunto.¹⁸

1.3.2 Clasificación según la ubicación del inyector

1.3.2.1 Inyección indirecta

En los sistemas de inyección indirecta, los inyectores están ubicados en una posición muy cercana a la válvula de admisión, en el colector de admisión. (Rueda, 2010)

¹⁷ Fuente: (Pardiñas, 2012)

¹⁸ Fuente: (Pardiñas, 2012)

1.3.2.2 Inyección directa

En este caso el inyector introduce el combustible de forma directa en el interior de la cámara de combustión. Este sistema requiere de presiones elevadas, lo que lo diferencia de un típico sistema de inyección indirecta. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

1.3.3 Clasificación según el sincronismo de la inyección

1.3.3.1 Inyección semi secuencial

La inyección simultánea se caracteriza por inyectar el combustible simultáneamente en los cilindros que se encuentren en el PMS a cierta frecuencia. (Rueda, 2010)

1.3.3.2 Inyección secuencial

A diferencia del anterior, la inyección se produce en el momento de apertura de la válvula de admisión de cada cilindro. (Rueda, 2010)

1.4 Unidad de control del motor

Conocida como ECM (Engine Control Module), ECU (Electronic Control Unit) o PCM (Powertrain Control Module), por sus siglas en inglés, establece el volumen necesario de combustible que debe ser inyectado en el motor, basándose en los datos provenientes de los sensores que existen en el motor, comparándolos con funciones preestablecidas en una memoria interna, controlando los actuadores correspondientes para proporcionar una correcta dosificación. (Pardiñas & Feijoo, 2018)



Figura 1-19. Unidad de control del motor.¹⁹

Al principio únicamente controlaban la inyección de combustible a través un autodiagnóstico básico, pero con el paso del tiempo se encargaron de controlar la dosificación, encendido, ralentí, entre otras funciones, incidiendo en el rendimiento del motor y también controlando las emisiones contaminantes generados durante la combustión. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

1.5 Sensores

Son dispositivos que se encargan de dar seguimiento a las condiciones de funcionamiento de motor, convirtiendo los fenómenos físicos (temperatura, presión, revoluciones, etc.) en señales eléctricas que son enviadas a la unidad de control del motor para su procesamiento e interpretación. (TTM Automotriz, 2015)

A continuación se describen los sensores más comunes que se pueden encontrar en un automóvil.

¹⁹ Fuente: Los Autores

1.5.1 Sensor de temperatura del líquido refrigerante (ECT).

El sensor ECT (Engine Coolant Temperature sensor) es un termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC), es decir, cuando la temperatura del sensor aumenta, la resistencia del termistor disminuye y viceversa.

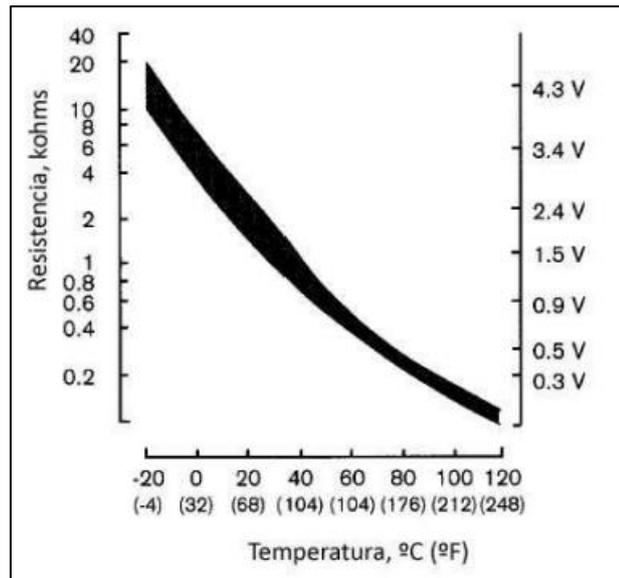


Figura 1-20. Grafica de voltaje, temperatura y resistencia del sensor de temperatura NTC.²⁰

El sensor proporciona a la unidad de control la información de la temperatura del refrigerante, necesaria para controlar el tiempo de inyección y el tiempo de encendido, además de intervenir en el encendido de los electroventiladores. Este sensor está colocado en la culata, cercano a la salida del refrigerante hacia el radiador y trabaja en un rango de voltaje de entre 0.3 y 4.8V dependiendo del fabricante. (Halderman & Linder, 2011)

²⁰ Fuente: (Automecanico, s.f)



Figura 1-21. Sensor ECT.²¹

1.5.2 Sensor de temperatura de aire (IAT)

Conocido como IAT (Intake Air Temperature sensor) es un termistor con coeficiente negativo de temperatura NTC y se lo puede encontrar en las siguientes ubicaciones:

- En el compartimento del filtro de aire.
- En el ducto de aire, entre el filtro y el cuerpo de aceleración.
- Integrado en el sensor MAF.
- En el múltiple de admisión.

El sensor IAT proporciona a la unidad de control los valores de la temperatura del aire que ingresa al motor, esta información es utilizada para el control de la mezcla de combustible y el tiempo de encendido, dependiendo de la temperatura del aire que ingresa al motor. (Halderman, 2012)

²¹ Fuente: Los Autores



Figura 1-22 Sensor IAT.²²

1.5.3 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)

El sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) se ubica en el múltiple de admisión, después del cuerpo de aceleración y está formado por un material piezoeléctrico que posee un vacío de referencia perfectamente sellado en un lado mientras el otro lado está conectado al múltiple de admisión, el elemento piezoeléctrico percibe los cambios de presión en el colector, variando las señales de voltaje enviadas a la unidad de control.

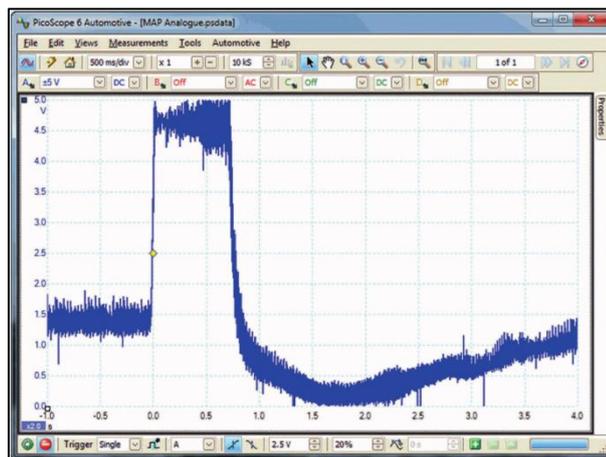


Figura 1-23. Oscilograma de un sensor MAP.²³

²² Fuente: Los Autores

²³ Fuente: (Denton, 2021)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

Este sensor se utiliza para detectar la carga del motor y por ende controlar la cantidad de combustible suministrada al motor. Adicionalmente determina la altitud en la que se encuentra el vehículo y controla el tiempo de encendido. (Halderman & Linder, 2011)



Figura 1-24. Ubicación del sensor MAP.²⁴

1.5.4 Sensor de flujo de masa de aire (MAF)

El sensor MAF (Mass Air Flow) es utilizado en los sistemas de inyección modernos para calcular la cantidad de aire que ingresa al motor y se encuentra en el conducto por donde ingresa el aire, entre el filtro de aire y el cuerpo de aceleración.



Figura 1-25. Ubicación del sensor MAF.²⁵

Existen tres tipos de sensores MAF (Halderman, 2012):

²⁴ Fuente: Los Autores

²⁵ Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

- Sensor de hilo caliente.
- Sensor de película caliente.
- Sensor Karman Vortex.

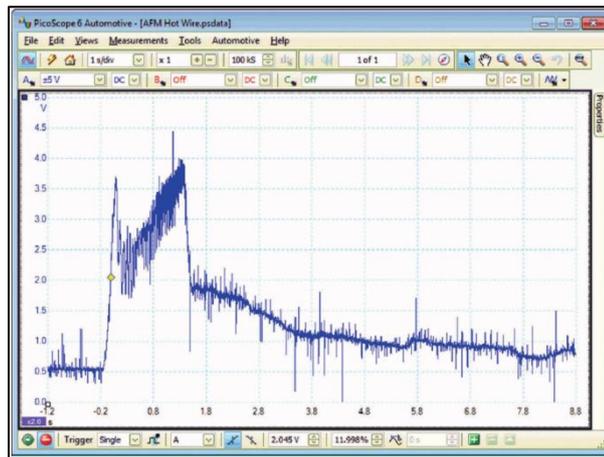


Figura 1-26. Forma de onda de un sensor MAF.²⁶

Se debe procurar que las conexiones eléctricas de este sensor estén en buenas condiciones, libres de corrosión, además de verificar que el conducto de aire en donde se aloja el sensor MAF no presente fugas ni roturas, ya que estos defectos generan flujos de aire que no son detectados por el sensor, provocando que el combustible dosificado no sea el correcto. (Halderman, 2012)

1.5.5 Sensor de posición del acelerador (TPS)

El sensor TPS (Throttle Position Sensor) está montado en el cuerpo de aceleración, y consiste en un potenciómetro con tres líneas: una con un voltaje de referencia de 5V, otra con señal de tierra, una señal de masa, provenientes de la unidad de control y la línea de señal de retorno cuyo voltaje varía dependiendo la posición del acelerador. (Halderman & Linder, 2011)

²⁶ Fuente: (Denton, 2021)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.



Figura 1-27. Sensor TPS.²⁷

El voltaje de un sensor TPS en la mayoría de casos va desde 0.5V en ralentí hasta 4.5V en plena carga, la ECM detecta las variaciones en la posición del acelerador y regula la mezcla de combustible y el tiempo de ignición. El sensor TPS puede ser utilizado por la unidad de control para comprobar el funcionamiento de los sensores MAP y/o MAF y servir como soporte cuando uno de los sensores antes mencionados entre en fallo. También se utiliza para controlar la velocidad de ralentí y, en vehículos con transmisión automática, para el funcionamiento del convertidor de par y en el cambio de marchas. (Halderman & Linder, 2011)

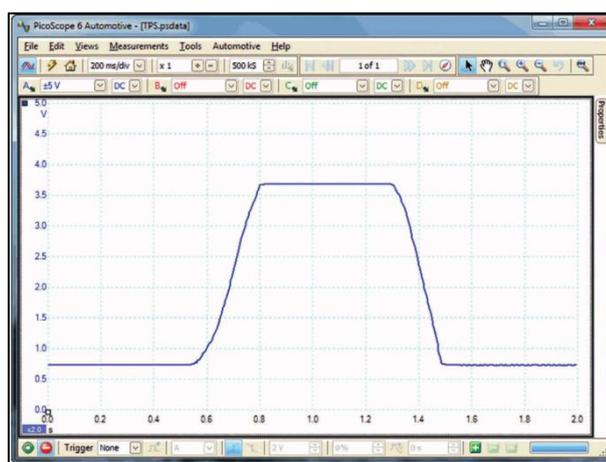


Figura 1-28. Forma de onda de un sensor TPS.²⁸

²⁷ Fuente: Los Autores

²⁸ Fuente: (Denton, 2021)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

1.5.6 Sensor de posición de cigüeñal (CKP)

El sensor CKP (Crankshaft Position Sensor) tiene la función de medir la velocidad y la posición del cigüeñal, apoyándose en una corona dentada con dientes equidistantes, normalmente 60, a la que se le suprime uno o dos dientes que servirán como referencia de la posición del cigüeñal. (Pardiñas & Feijoo, 2018)



Figura 1-29. Sensor CKP y su ubicación.²⁹

Se utilizan sensores de tipo inductivo o de efecto Hall, aunque este último se utiliza con menor frecuencia.

²⁹ Fuente: Los Autores

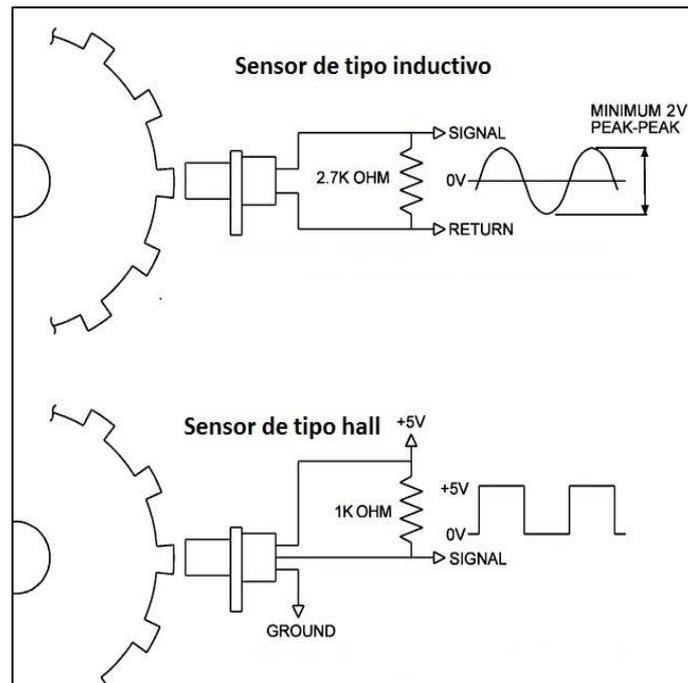


Figura 1-30. Señal emitida por un sensor CKP inductivo y tipo Hall.³⁰

1.5.7 Sensor de posición de árbol de levas (CMP)

El sensor CMP (Camshaft Position Sensor), conocido como sensor de fase, está ubicado en conjunto con una rueda generatriz que se encuentra unida a la cabeza del árbol de levas, esta rueda tiene varios dientes, pero a diferencia de la rueda del sensor CKP, los dientes no tienen el mismo tamaño entre ellos, lo que permite detectar de manera más rápida la fase en la que se encuentra el cilindro uno del motor. Generalmente estos sensores son de tipo Hall. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

³⁰ (Ingeniería y Mecánica Automotriz, 2020)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

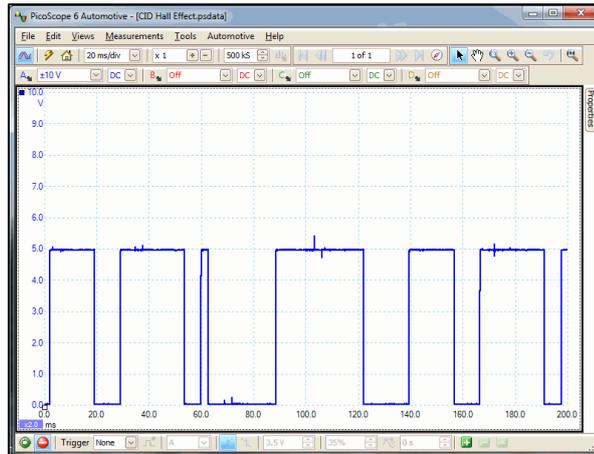


Figura 1-31. Señal de un sensor CMP tipo Hall.³¹

1.5.8 Sensor de oxígeno

Conocida en el medio local como sonda lambda, determina, mediante la medición del oxígeno presente en los gases de escape, si la mezcla carburante contiene demasiado combustible (mezcla rica), o si por el contrario, la mezcla presenta una cantidad de combustible menor a la necesaria (mezcla pobre), y se encuentra ubicado en el múltiple de escape. La cantidad de sensores existentes dependerá del tipo de motor y del fabricante. (Pardiñas & Feijoo, Sistemas auxiliares del motor, 2018)



Figura 1-32. Ubicación de los sensores de oxígeno.³²

³¹ Fuente: (Pico Technology, s.f)

³² Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

El sensor está constituido por un electrolito sólido de dióxido de zirconio y dos electrodos de platino que están en contacto con los gases de escape y el aire ambiente. Cuando la concentración de oxígeno en los gases de escape está por debajo de los valores de la mezcla estequiométrica, un voltaje sobre los 0.45V (0.6 a 1.0V) se generará entre los electrodos y la unidad de control ordenará el empobrecimiento de la mezcla de aire y combustible, si la concentración de oxígeno aumenta el voltaje generado disminuye a valores por debajo de 0.45V (0.0 a 0.3V), con lo que la unidad de control enriquecerá la mezcla. (Halderman, 2012)

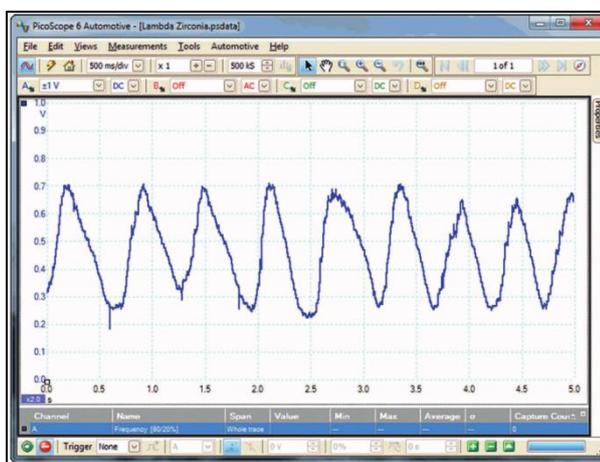


Figura 1-33. Señal de un sensor de oxígeno de Zirconio.³³

El sensor de oxígeno debe alcanzar una temperatura aproximada de 300°C para enviar la señal de voltaje a la unidad de control del motor. Algunos sensores integran un circuito calentador que permite alcanzar de manera rápida la temperatura de funcionamiento. (Halderman, 2012)

1.5.8.1 Sensor de oxígeno de Titanio.

Este tipo de sensor está construido con dióxido de titanio sobre un soporte cerámico, y no produce un voltaje de salida, en su lugar varía la resistencia de la sonda con la concentración de oxígeno presente en el escape: si la cantidad presente de oxígeno es elevada la sonda pierde

³³ Fuente: (Denton, 2021)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

conductividad y viceversa. Se alimenta de 5V proveniente de la unidad de control. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

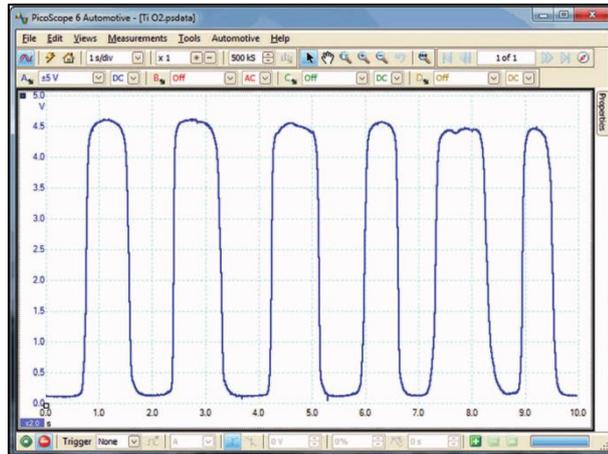


Figura 1-34. Señal de salida de un sensor de Titanio.³⁴

1.5.9 Sensor de velocidad (VSS)

El sensor VSS (Vehicle Speed Sensor) mide la velocidad del vehículo utilizando un sensor de tipo Hall localizado a la salida de la transmisión. Esta señal se utiliza para el velocímetro, el control de la velocidad de cruce y el sistema controlador de airbags. (Halderman, 2012)



Figura 1-35. Ubicación del sensor VSS.³⁵

³⁴ Fuente: (Denton, 2021)

³⁵ Fuente: Los Autores

1.5.10 Sensor de detonación (KS)

El sensor KS (Knock Sensor), conocido también en el medio como sensor de picado. Con la información proporcionada por este sensor la unidad de control del motor puede controlar el momento de encendido, acercándolo al punto ideal de trabajo, lo que permite que la energía del combustible sea utilizada de mejor manera. (Pardiñas & Feijoo, Sistemas auxiliares del motor, 2018)



Figura 1-36. Ubicación del sensor KS.³⁶

El sensor KS actúa según el principio piezoeléctrico en el cual ciertos cristales generan un voltaje cuando son sometidos a presiones externas. En un sensor de detonación, el elemento piezoeléctrico transforma en tensión alterna las vibraciones generadas durante el funcionamiento del motor, en especial las vibraciones generadas por el picado de biela. (Pardiñas, 2012)

³⁶ Fuente: (AutoDoc Club, 2021)

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

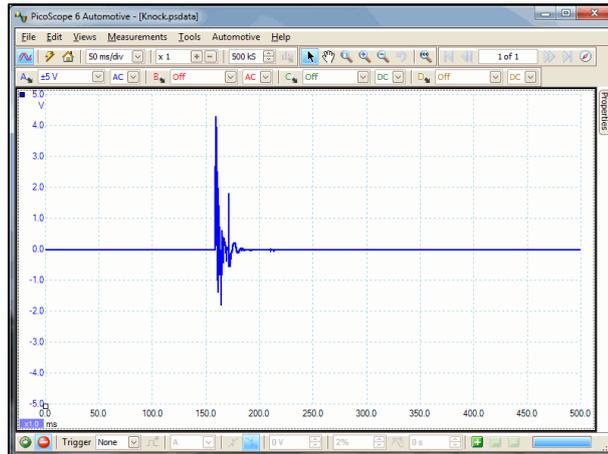


Figura 1-37. Señal de sensor de picado.³⁷

1.6 Actuadores.

Después de recibir las señales provenientes de los sensores, la unidad de control las procesa y consecuentemente envía señales de voltaje o comandos a otros dispositivos que transforman esas señales en calor, luz o movimiento, para controlar por ejemplo la velocidad de ralentí, suspensión, tiempo de encendido, entre otras funciones. (Halderman, 2012)

Los actuadores más conocidos son:

- Bomba de combustible.
- Inyectores de combustible.
- Válvula de control de ralentí.

1.6.1 Válvula de control de ralentí (IAC)

La válvula IAC (Idle Air Control) controla, a través de unos motores pequeños el paso de aire hacia el motor durante el ralentí, ya sea moviendo la mariposa de aceleración o abriendo y cerrando un canal bypass. Esta válvula actúa independientemente de la carga del motor. (Pardiñas & Feijoo, 2018)

³⁷ Fuente: (Denton, 2021)



Figura 1-38. Ejemplo de válvula IAC.³⁸

1.7 Diagnóstico a bordo en vehículos.

1.7.1 Diagnóstico a bordo OBD I

Este sistema es el origen de los sistemas de diagnóstico a bordo en el automóvil. Aplicado de manera obligatoria en Estados Unidos desde 1988 fue pionero en la regulación de emisiones contaminantes en automóviles, sin embargo presentaba desventajas como la heterogeneidad de los conectores entre fabricantes, así como la lectura de los códigos de fallos eran propios entre marcas, lo que dificultaba el diagnóstico. (Garcia, 2013).

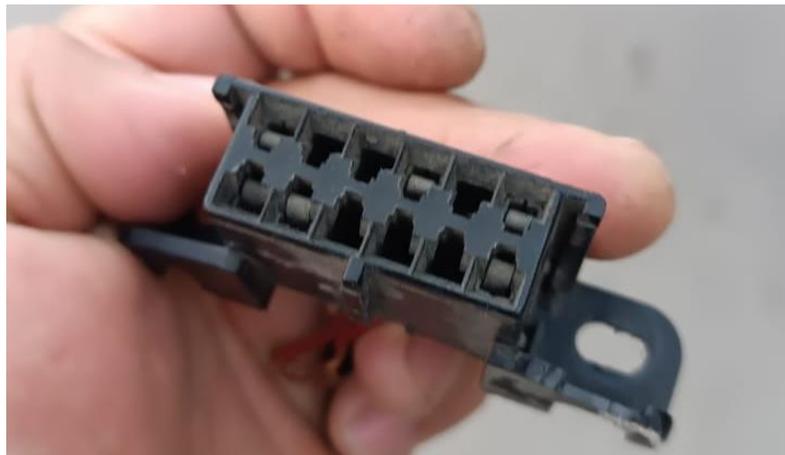


Figura 1-39. Conector OBD I GM.³⁹

³⁸ Fuente: Los Autores

³⁹ Fuente: Los Autores

1.7.2 *Diagnostico a bordo OBDII*

Aplicado de manera obligatoria desde 1996 en Estados Unidos y desde el año 2000 en la Unión Europea, el sistema OBD II se encarga de monitorear la contaminación causada por la combustión, así como de controlar el funcionamiento del motor mediante la información provista de todos los sensores existentes, siendo capaz de reconocer fallas en los sistemas electrónicos o mecánicos del vehículo, verificar el estado de los sensores y guardar un registro de los fallos y la condiciones en las que ocurrieron. (Gárate, 2018)

El conector OBD II, a diferencia de los conectores OBD I, es estandarizado para todos los vehículos y se presenta en la Figura 38.

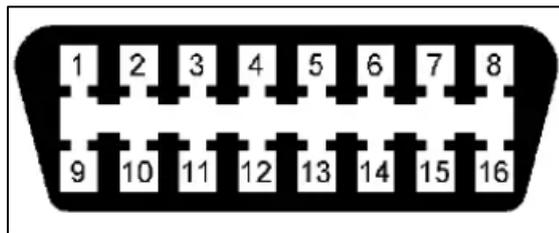


Figura 1-40. Conector OBD II.⁴⁰

(Gárate, 2018) nos presenta la designación de los pines de este conector de la siguiente manera:

1. Libre para el fabricante.
2. SAE J1850. (Bus+)
3. Libre para el fabricante.
4. Conexión a tierra del vehículo.
5. Conexión a tierra de la señal.
6. CAN High. (J-2284)
7. ISO 9141-2 Línea K.

⁴⁰ Fuente: (Blasco, 2013)

8. Libre para el fabricante.
9. Libre para el fabricante
10. SAE J1850. (Bus -)
11. Libre para el fabricante.
12. Libre para el fabricante.
13. Libre para el fabricante.
14. CAN Low. (J-2284)
15. ISO 9141-2 Línea L.
16. Batería +.

1.7.2.1 Designación de códigos OBD II (DTC)

El formato de los códigos de averías genéricos en el sistema OBDII presenta cinco dígitos que se describen en la Figura

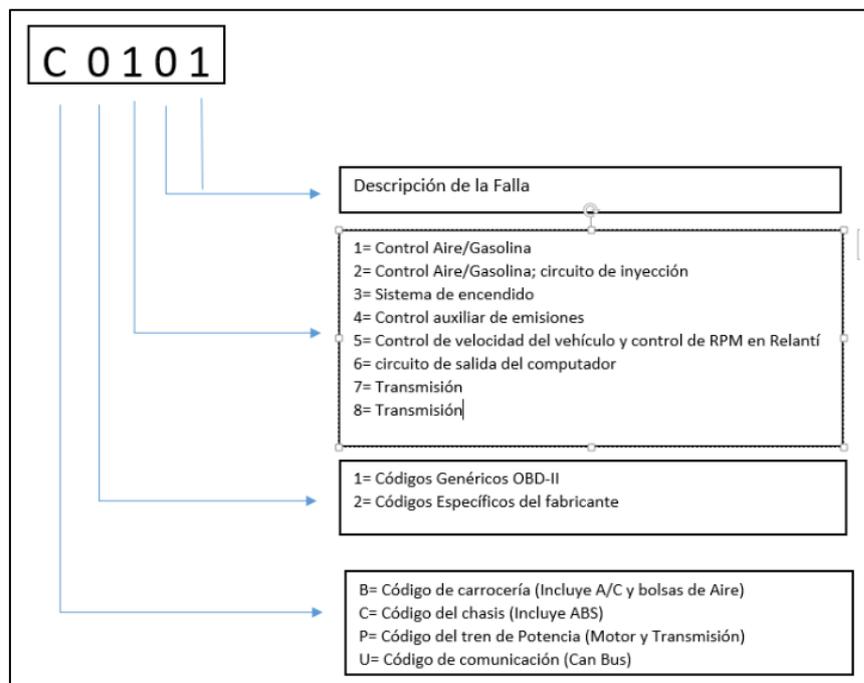


Figura 1-41. Designación de los códigos de avería genéricos OBD II.⁴¹

⁴¹ Fuente: (Bravo & Guanuche, 2019)

1.8 Diagnóstico del rendimiento del motor

Es importante para un profesional automotriz saber cómo diagnosticar y solucionar problemas que puedan presentarse durante el funcionamiento de un motor. Una falla en el rendimiento del motor puede ser causado por diferentes factores y el ingeniero debe tener la capacidad de analizar y reducir las posibles causas hasta encontrar el problema que provoca el fallo y corregirlo.

1.8.1 Equipos de diagnóstico electrónico.

1.8.1.1 Multímetro Digital.

Un multímetro digital es un instrumento electrónico portátil que nos permite realizar mediciones eléctricas. Esta herramienta incorpora diversas funciones especiales, sin dejar de lado medición de voltios, ohmios y amperios. (Fluke Corporation, 2014)



Figura 1-42. Multímetro automotriz.⁴²

1.8.1.2 Osciloscopio Automotriz.

El osciloscopio es un instrumento que nos muestra una gráfica de voltaje en un tiempo determinado. Esta información puede ser almacenada para un análisis posterior. Con esta

⁴² Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 1: Estudio bibliográfico sobre procesos de diagnóstico en motores de encendido provocado.

herramienta se puede medir y realizar pruebas en elementos como el sistema de encendido, inyectores, sensores entre otros. (Denton, 2021)



Figura 1-43. Osciloscopio Automotriz.⁴³

1.8.1.3 Escáner Automotriz

El escáner automotriz es una herramienta utilizada para diagnosticar las fallas electrónicas de un auto, específicamente las almacenadas en la ECU del mismo, que registra todos los errores generados durante el funcionamiento del vehículo con un código de identificación. Cumple otras funciones, las más importantes son las de programación y adaptación de sensores y actuadores. Otra particularidad de estos dispositivos es que, a través de un programa de lectura, permite conocer el estado de elementos como el sensor de oxígeno, tensión de batería, velocidad del motor, ajustes de combustible, entre otros. (Derco Center , 2022)

⁴³ Fuente: Los Autores

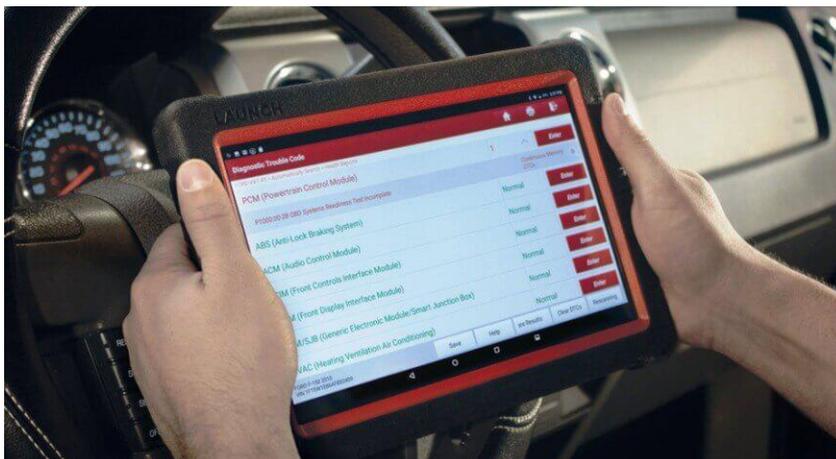


Figura 1-44. Escáner Automotriz.⁴⁴

1.8.2 Procedimientos para diagnóstico de un vehículo

(Halderman, 2012) nos muestra una serie de pasos que pueden ser de utilidad en el proceso de diagnóstico de un motor y se describe a continuación.

- **Verificar el problema con el propietario.**

Consultar al propietario sobre los síntomas que presenta el automotor, posibles reparaciones anteriores, constatar los indicadores del tablero de instrumentos, etc.

- **Realizar una inspección visual de elementos del motor**

La inspección visual y auditiva del motor es un aspecto muy importante, ya que un problema de funcionamiento puede ser localizado con mayor rapidez. Se puede revisar el estado de la batería, niveles y estados de fluidos, estado de conexiones eléctricas, entre otros.

- **Revisar códigos de falla**

Verificar los códigos almacenados dentro de la unidad de control. Algunos fallos producidos durante el funcionamiento del motor no encienden el

⁴⁴ Fuente: (Autoavance , 2019)

indicador “Check Engine”, códigos ayudan a reducir las posibles causas del fallo.

- **Chequear información de boletines de servicio técnico.**

Estos boletines son proporcionados por la casa fabricante para alertar de posibles problemas de funcionamiento, así como los procedimientos a seguir para su reparación. Acceder a esta información puede agilizar el proceso de diagnóstico.

- **Revisar la información proporcionada por un escáner.**

Observar cuidadosamente los datos que ofrece un escáner, compararlos con datos referenciales para identificar problemas de funcionamiento.

- **Reducir el problema a un sistema o cilindro.**

Con la información obtenida anteriormente se procede a descartar causas hasta encontrar la raíz del problema. Este es uno de los procedimientos más complejos si no se tiene la información necesaria.

- **Reparar el problema.**

Reparar o reemplazar los elementos averiados siguiendo las indicaciones dictadas por el fabricante.

- **Verificar la reparación y eliminar DTCs.**

Se debe constatar que el problema se haya solucionado; borrar los códigos de fallo presentes y realizar pruebas de funcionamiento, verificando que no se presenten problemas adicionales al fallo principal.

CAPÍTULO 2: Reacondicionamiento del banco didáctico del motor Daewoo G15SF.

2. Capítulo 2

En este capítulo revisamos el estado de los componentes del motor, realizando las correcciones necesarias hasta conseguir su funcionalidad. Una vez que el motor esté en funcionamiento se procede al reacondicionamiento del banco didáctico.



Figura 2-1. Estado actual del banco didáctico.⁴⁵

2.1 Identificación del motor

El motor Daewoo G15SF es un motor de ciclo Otto de cuatro tiempos. En la ;Error! No se encuentra el origen d e la referencia. se especifican las características de este motor.

⁴⁵ Fuente: Los Autores

Tabla 2.1. Especificaciones Principales del motor G15SF.⁴⁶

Modelo de Motor	G15SF
Tipo de motor	SOHC L-4
Cilindrada (cc)	1498
Combustible	Gasolina
Sistema de alimentación	Inyección Monopunto
Relación de compresión	8.6:1 ± 0.2
Potencia Máxima (kW/rpm)	55/5400
Torque máximo (N·m/rpm)	123/3200-3400
Orden de Encendido	1-3-4-2

2.2 Estado general del banco didáctico.

Procedemos a revisar cada uno de los sistemas que posee el banco didáctico, calificándolos según estado: Bueno, Regular, Malo o Inexistente. Se deben reemplazar los elementos que se encuentren en mal estado y adquirir los elementos inexistentes en el banco didáctico.

2.2.1 Estado de elementos del sistema de alimentación

Tabla 2.2. Estado de elementos del sistema de alimentación.⁴⁷

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Depósito de combustible	SI	Revisión de fugas, estado de tapa de combustible	Regular	Pintura desgastada, elementos de sujeción de la bomba inexistentes
Bomba de combustible	SI	Funcionalidad	Bueno	Ninguna observación
Filtro de combustible	SI	Revisar posibles fugas o impurezas	Bueno	Ninguna observación
Filtro de aire	NO	No aplica	Inexistente	Adaptar nuevo filtro de aire

⁴⁶ Fuente: (Daewoo Motor Company, s.f)

⁴⁷ Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 2: Reacondicionamiento del banco didáctico del motor Daewoo

G15SF.

Tuberías de alimentación y de retorno	SI	Revisión de fugas, estado de sujeciones	Bueno	Ninguna observación
Inyector	SI	Funcionalidad, revisión de impurezas	Bueno	Ninguna observación
Cuerpo de aceleración	SI	Inspección visual, verificación de fugas	Bueno	Ninguna observación
Acelerador	NO	No aplica	Inexistente	Adaptación de cable de aceleración

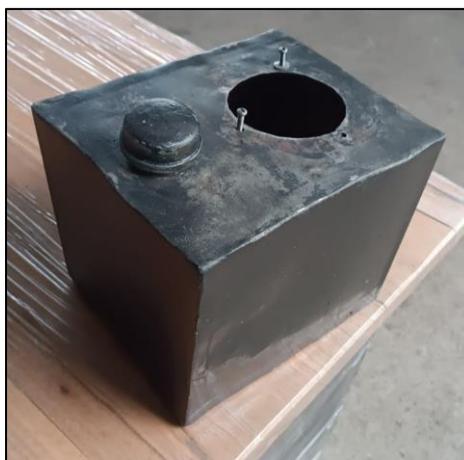


Figura 2-2. Estado del depósito de combustible.⁴⁸

2.2.2 Estado del sistema de encendido

Tabla 2.3. Estado de elementos del sistema de encendido.⁴⁹

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Batería	NO	No aplica	Inexistente	Adquisición de una nueva batería
Bornes de conexión de batería	SI	Estado físico	Regular	Pernos de apriete inexistentes
Bobina de encendido	SI	Medición de resistencia en primario y secundario	Bueno	Ninguna observación
Distribuidor HEI	SI	Inspección visual	Bueno	Ninguna observación
Bujías de encendido	SI	Revisión de color del electrodo y	Malo	Presentan fisuras, el cuerpo metálico

⁴⁸ Fuente: Los Autores

⁴⁹ Fuente: Los Autores

G15SF.

		posibles agrietamientos		presenta desgaste por uso inadecuado de herramientas
Cables de bujías	SI	Inspección visual, funcionalidad	Bueno	Ninguna observación
Switch de encendido	SI	Inspección visual, funcionalidad	Bueno	Ninguna observación



Figura 2-3. Estado de las Bujías.⁵⁰

2.2.3 Estado de sensores y actuadores

Tabla 2.4. Estado de sensores y actuadores.⁵¹

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
SENSORES				
Sensor TPS	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Bueno	Ninguna observación
Sensor ECT	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Bueno	Ninguna observación
Sensor MAP	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Bueno	Ninguna observación
ACTUADORES				
Válvula IAC	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Bueno	Ninguna observación
Relé de bomba de combustible	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Bueno	Ninguna observación

⁵⁰ Fuente: Los Autores

⁵¹ Fuente: Los Autores



Figura 2-4. Inspección visual de sensor TPS.⁵²

2.2.4 Estado del sistema de lubricación

Tabla 2.5. Estado de elementos del sistema de lubricación.⁵³

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Filtro de aceite	SI	Inspección Visual. Revisión de fugas	Bueno	Ninguna observación
Aceite	SI	Estado de aceite	Bueno	Ninguna observación
Varilla de medición	SI	Inspección visual	Malo	La varilla no corresponde al motor
Bomba de aceite	SI	Inspección visual, revisión de fugas	Bueno	Ninguna observación
Tapón de drenaje	SI	Revisión de fugas, estado de arandela de cobre	Regular	Presencia de fuga ligera
Cables de bujías	SI	Inspección visual, funcionalidad	Bueno	Ninguna observación

⁵² Fuente: Los Autores

⁵³ Fuente: Los Autores

2.2.5 Estado del sistema de refrigeración.

Tabla 2.6. Estado de elementos del sistema de refrigeración.⁵⁴

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Radiador	SI	Inspección Visual. Revisión de fugas	Bueno	Ninguna observación
Depósito de refrigerante	NO	No aplica	Inexistente	Adaptar un nuevo deposito
Bomba de refrigerante	SI	Inspección visual, revisión de fugas	Bueno	Ninguna observación
Tapón de radiador	SI	Revisión de fugas, estado de arandela de cobre	Bueno	Ninguna observación
Cañerías	SI	Inspección visual, revisión de posibles grietas	Bueno	Ninguna observación



Figura 2-5. Revisión de Cañerías.

⁵⁴ Fuente: Los Autores

G15SF.

2.2.6 Estado de relojes de medición.

Tabla 2.7. Estado de relojes de medición.⁵⁵

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Medidor de presión de Aceite	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Malo	Reemplazar medidor
Medidor de temperatura de refrigerante	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Malo	Reemplazar medidor
Amperímetro de carga	SI	Funcionalidad, estado de conexiones	Malo	Reemplazar medidor
Voltímetro de carga	NO	No aplica	Inexistente	Adaptar medidor
Medidor de revoluciones del motor	NO	No aplica	Inexistente	Adaptar medidor



Figura 2-6. Estado de instrumentos de medición.⁵⁶

⁵⁵ Fuente: Los Autores

⁵⁶ Fuente: Los Autores

G15SF.

2.2.7 Estado de motor de arranque y alternador.

Tabla 2.8. Estado de motor de arranque y alternador.⁵⁷

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Motor de arranque	SI	Funcionalidad	Bueno	Ninguna observación
Alternador	SI	Funcionalidad	Malo	No carga
Luz testigo de carga	SI	Funcionalidad	Malo	Conexiones de luz testigo inexistentes



Figura 2-7. Estado del alternador.⁵⁸

⁵⁷ Fuente: Los Autores

⁵⁸ Fuente: Los Autores

G15SF.

2.2.8 Estado de conexiones eléctricas

Tabla 2.9. Estado de conexiones eléctricas.⁵⁹

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Arnés de motor	SI	Inspección Visual	Regular	Presenta empalmes defectuosos, el aislante de algunos cables testa fundido
Conexión hacia el motor de arranque	SI	Inspección Visual	Bueno	Se reemplazará por una de mayor longitud
Conexiones hacia instrumentos de Medición	SI	Inspección Visual	Malo	Conexiones en mal estado. Reconstruir.
Conexión a tierra	SI	Inspección Visual	Bueno	Se reemplazará por una de mayor longitud

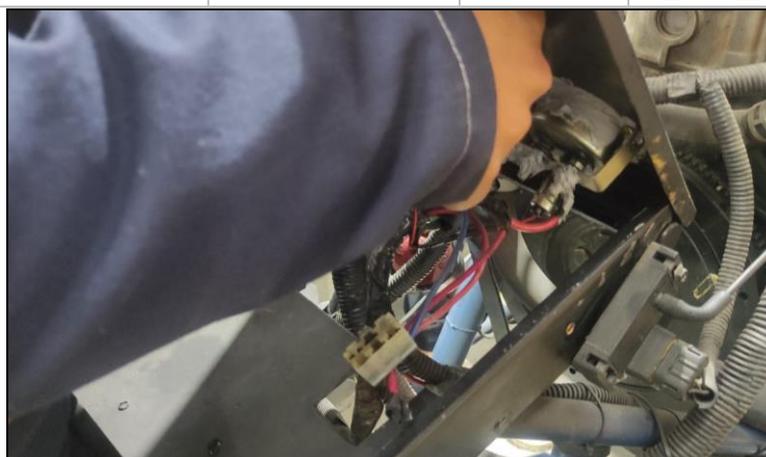


Figura 2-8. Estado de conexiones de instrumentos.⁶⁰

2.2.9 Estado de puerto de diagnóstico.

Tabla 2.10. Estado del puerto de diagnóstico.⁶¹

DESCRIPCIÓN	EXISTENCIA	DIAGNOSTICO	ESTADO	OBSERVACIONES
Puerto de diagnóstico	NO	No aplica	Inexistente	Reinstalar el puerto de diagnóstico
Luz testigo Check Engine	NO	No aplica	Inexistente	Reinstalar la luz testigo

⁵⁹ Fuente: Los Autores

⁶⁰ Fuente: Los Autores

⁶¹ Fuente: Los Autores

2.2.10 Prueba de compresión del motor.

Con la ayuda de un medidor de compresión de cilindros verificamos el estado de los rines del pistón y el asiento de válvulas. Según el manual del fabricante (Daewoo Motor Company, s.f), los valores de compresión en seco deben rondar los 689kPa-100PSI, agregando aceite en el interior del cilindro las medidas aumentaran en 10 PSI. En la Tabla 2.11 se muestran los valores obtenidos durante la comprobación.

Tabla 2.11. Prueba de compresión del motor.⁶²

NUMERO DE CILINDRO	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4
Lectura en seco (PSI)	170	175	175	150
Lectura con aceite (PSI)	180	185	185	160



Figura 2-9. Comprobación de compresión en el cilindro.⁶³

⁶² Fuente: Los Autores

⁶³ Fuente: Los Autores

Al revisar los valores podemos intuir que la culata ha pasado por un proceso de rectificación, y que al momento del ensamblaje no se instaló el empaque adecuado (a sobremedida) para estos casos.

2.2.11 Prueba de estanqueidad en cilindros.

Con un medidor de fugas de compresión diagnosticamos el estado del motor, el porcentaje de fuga no debe superar el 20%. En la Tabla 2.12 se muestran los resultados de esta prueba.

Tabla 2.12 Resultados de la prueba de fugas de compresión.⁶⁴

NUMERO DE CILINDRO	CILINDRO 1	CILINDRO 2	CILINDRO 3	CILINDRO 4
Porcentaje de fuga (%)	11	11	11	11



Figura 2-10. Comprobación de fugas.⁶⁵

En base a los datos obtenidos en las pruebas de compresión y fugas se determinó la sustitución del empaque actual por uno sobremedida.

⁶⁴ Fuente: Los Autores

⁶⁵ Fuente: Los Autores

2.2.12 Estado de soporte de motor.

Mediante un análisis visual del antiguo soporte de motor se resuelve sustituirlo, con el propósito de homogenizar la estructura del banco didáctico con los ya existentes en el laboratorio de motores de combustión interna de la carrera de Ingeniería Automotriz.



Figura 2-11. estado actual de banco didáctico.⁶⁶

2.3 Reacondicionamiento del banco didáctico.

2.3.1 Reacondicionamiento del motor

A continuación, en la tabla, se detalla las correcciones que se realizó en el motor con el fin de conseguir una operatividad optima.

⁶⁶ Fuente: Los Autores

Tabla 2.13. Correcciones realizadas en el motor.⁶⁷

ELEMENTO	DESCRIPCION DE TRABAJO
Depósito de combustible	Repintado, construcción de un visor de nivel de combustible
Filtro de aire	Adaptación de un filtro de aire universal
Acelerador	Adaptación de un nuevo cable de aceleración
Batería	Adquisición de batería
Bornes de conexión de batería	Sustitución por nuevos bornes
Bujías de encendido	Sustitución por bujías nuevas
Tapón de drenaje de aceite	Sustitución de varilla
Tapón de drenaje de aceite	Cambio de arandela de cobre
Depósito de refrigerante	Adaptación de depósito de refrigerante
Medidor de presión de Aceite	Adquisición de instrumento nuevo
Medidor de temperatura de refrigerante	Adquisición de instrumento nuevo
Amperímetro de carga	Adquisición de instrumento nuevo
Voltímetro de carga	Adquisición de instrumento nuevo
Medidor de revoluciones del motor	Adquisición de instrumento nuevo
Alternador	Reparación integral de alternador
Luz testigo de carga	Instalación de nueva luz testigo
Arnés de sensores y actuadores de motor	Reparación de cales, soldadura y aislante
Conexión hacia el motor de arranque	Instalación de cables nuevos
Conexión a tierra	Instalación de cables nuevos
Conexiones hacia instrumentos de Medición	Reconstrucción de conexiones eléctricas
Puerto de diagnostico	Adquisición y reconexión de puerto de diagnostico
Luz testigo Check Engine	Adquisición y reconexión de luz testigo
Empaque de junta de cabezote	Sustitución por un empaque sobremedida

2.3.2 Reacondicionamiento del soporte de motor

El soporte de motor del banco didáctico será reemplazado por un nuevo soporte de motor de la marca Dae Sung G3, modelo G-360101, que tiene una capacidad de soporte de 500kg, que permite además una mejor interacción con el motor. (Dae Sung G3, 2022)

⁶⁷ Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 2: Reacondicionamiento del banco didáctico del motor Daewoo G15SF.



Figura 2-12. Soporte de motor Dae Sung.⁶⁸

Sobre este soporte se instalará el motor, adecuando sobre el los elementos del motor y se diseñará el panel de diagnóstico para el motor G15SF.



Figura 2-13. Montaje de motor sobre el nuevo soporte.⁶⁹

⁶⁸ Fuente: (Dae Sung G3, 2022)

⁶⁹ Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 3: Implementación del panel de diagnóstico en el motor Daewoo G15SF.

3 Capítulo 3

El presente capítulo, tratará sobre el diseño y construcción del panel de diagnóstico, y su posterior verificación de funcionamiento.

3.1 Características del panel de diagnóstico.

El panel de diagnóstico a diseñar tiene las siguientes características:

- Está dotado de un panel de instrumentos, que permiten visualizar el estado de funcionamiento del motor.
- En su interior, se encuentran alojadas instalaciones eléctricas y electrónicas provenientes de los sensores y actuadores del motor, además del módulo de control del motor.
- Posee un panel de toma de señales de los sensores y actuadores del motor, así como de un panel que permite interrumpir las señales de un sensor.
- Incorpora un acelerador mecánico conectado al motor.
- Cuenta con un conector ALDL que permite el diagnóstico de los elementos electrónicos existentes en el motor. Además de una luz testigo “SES”.

- Se instalarán puntos de toma de señal cercanos a los sensores y actuadores, permitiendo familiarizarse con su ubicación en el motor.

3.2 Diseño del panel de instrumentos.

Los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos necesarios para el funcionamiento del motor estarán ubicados de tal manera que sean fáciles de observar y manipular por el usuario.

3.2.1 Dimensionamiento

Las medidas de nuestro panel de instrumentos se pueden observar en la **Figura 3-1**. Se busca que se ajuste a la altura con respecto al soporte. También se busca no desentonar con la estética del banco didáctico.

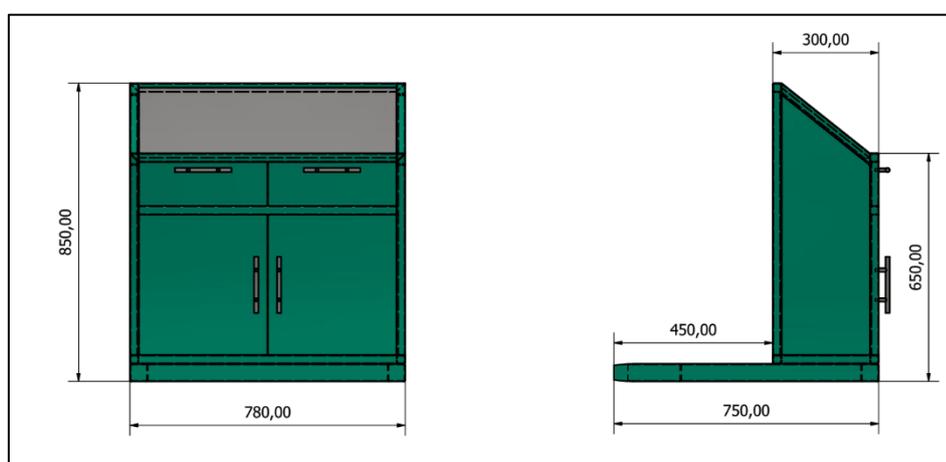


Figura 3-1. Dimensiones del panel de instrumentos.⁷⁰

⁷⁰ Fuente: Los Autores

3.2.2 Ubicación de los elementos del panel de instrumentos.

Los instrumentos de medición del panel de instrumentos estarán ubicados como se indica en la Figura 3-2, procurando una homogenización con el aspecto de los demás bancos didácticos existentes en los laboratorios de motores de combustión interna.

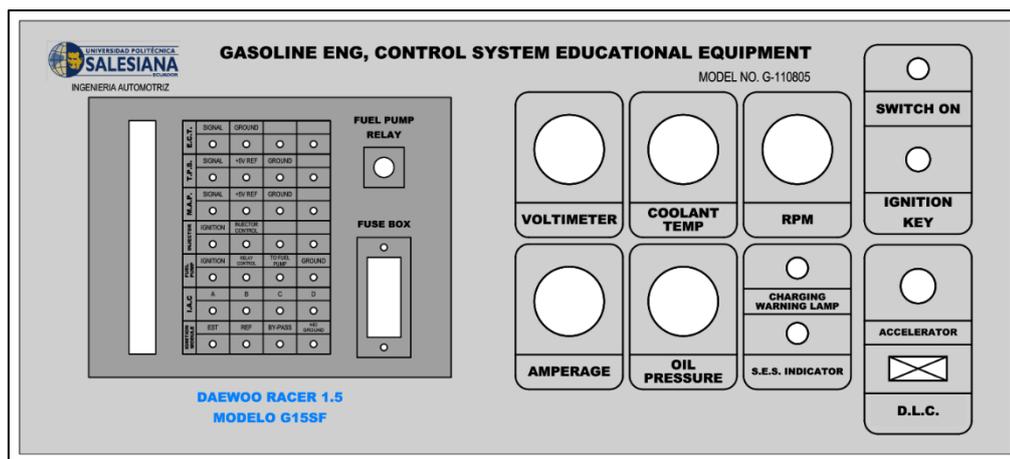


Figura 3-2. Ubicación de los instrumentos del panel.⁷¹

La distribución de los elementos que sirven para tomar las señales provenientes de los sensores y actuadores se describe en la Figura 3-3.

⁷¹ Fuente: Los Autores

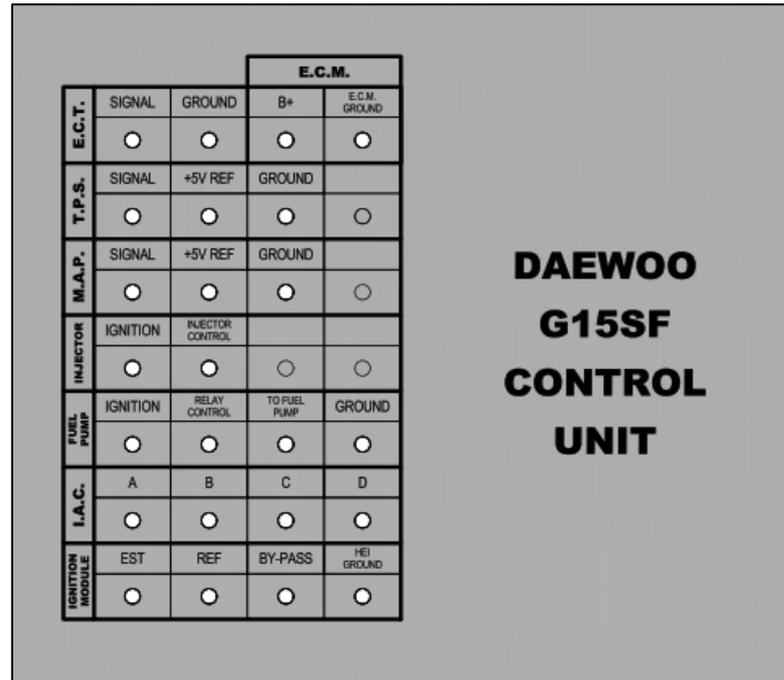


Figura 3-3. Distribución de los elementos del panel de toma de señales.⁷²

3.3 Rotulación de sensores y actuadores

Para identificar de manera clara los diferentes sensores y actuadores presentes en el motor se diseñaron rotuladores, cuyas dimensiones se especifican a continuación.

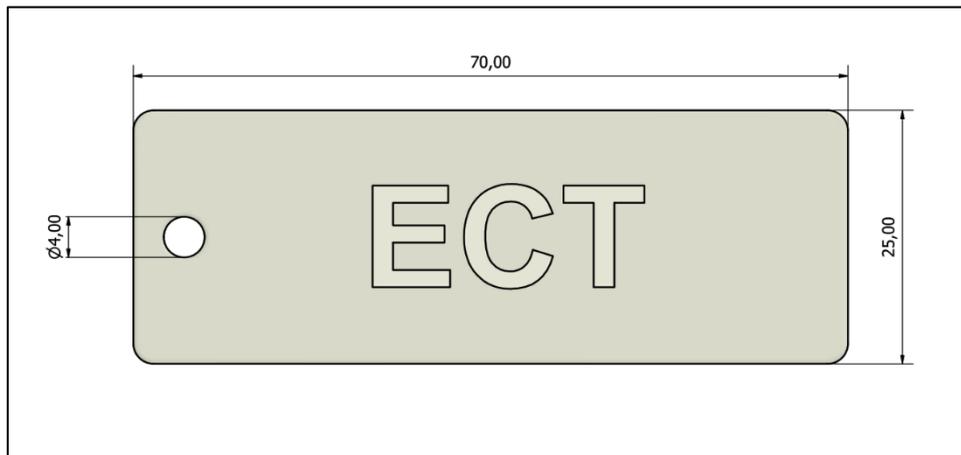


Figura 3-4. Dimensiones de rótulo de sensores.⁷³

⁷² Fuente: Los Autores

⁷³ Fuente: Los Autores

La figura 3-5, presenta un modelo aproximado de la apariencia del nuevo banco didáctico.

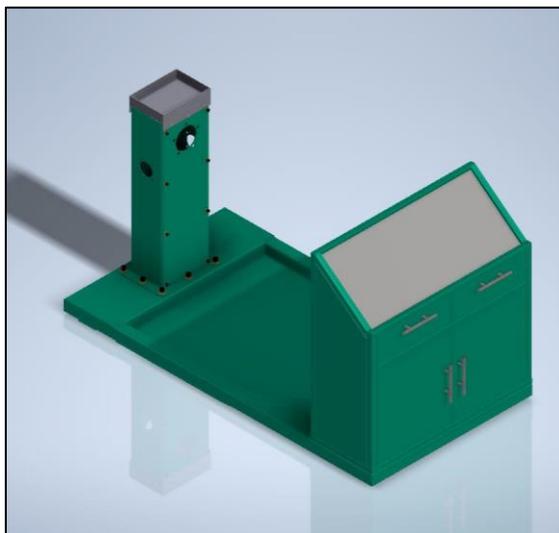


Figura 3-5. Representación del panel de diagnóstico.⁷⁴

3.4 Instalaciones eléctricas del banco de diagnóstico.

3.4.1 Identificación de los terminales de la unidad de control.

Para poder extraer las señales de los sensores y actuadores que intervienen en el funcionamiento del motor, debemos estar en capacidad de poder identificarlos en los puertos de conexión del módulo de control. A continuación describimos su conformación.

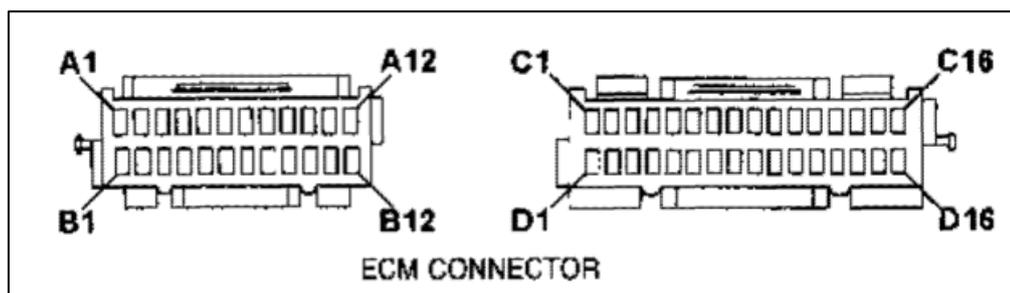


Figura 3-6. Conector de la unidad de control del motor.⁷⁵

⁷⁴ Fuente: Los Autores

⁷⁵ Fuente: (Daewoo Motor Company, s.f)

CAPÍTULO 3: Implementación del panel de diagnóstico en el motor Daewoo

G15SF

En la Tabla 3.1 se muestra la designación de cada uno de los pines de la unidad de control.

Tabla 3.1. Designación de pines de unidad de control.⁷⁶

PIN	CIRCUITO	COLOR DE CABLE
A1	Relé bomba de combustible	Verde/ Blanco
A5	Lampara de avería SAS	Negro/Blanco
A6	Señal de encendido	Rojo/Negro
A8	Salida de datos ALDL	Rojo/Amarillo
A9	Señal de entrada ALDL	Blanco/Negro
A11	Tierra MAP	Rojo/Negro
A12	Tierra del sistema	Marrón
B1	Alimentación Batería	Rojo
B3	Tierra modulo HEI	Rojo/Negro
B5	Referencia del distribuidor	Morado/Blanco
C3	Válvula IAC B	Verde/Negro
C4	Válvula IAC A	Verde/Blanco
C5	Válvula IAC C	Azul/Blanco
C6	Válvula IAC D	Azul/Negro
C10	Entrada señal ECT	Amarillo
C11	Entrada señal MAP	Verde

⁷⁶ Fuente: (Daewoo Motor Company, s.f)

C13	Entrada señal TPS	Azul
C14	Alimentación MAP y TPS	Gris
C16	Alimentación Batería	Rojo
D1	Tierra del sistema	Marrón
D2	Tierra MAP y ECT	Negro
D4	Señal EST	Verde/Blanco
D5	Señal BYPASS EST	Negro/Blanco
D9	Control de inyector (Bajo)	Negro
D10	interconectado	
D16	Control del inyector	Azul

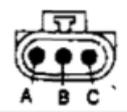
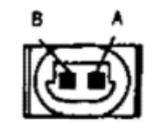
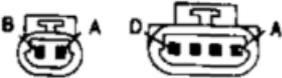
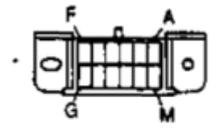
3.4.2 Identificación de conectores de sensores y actuadores.

Para una mayor facilidad de trabajo dentro del motor detallamos en la Tabla 3.2 las características constructivas de cada uno de los conectores de sensores y actuadores.

Tabla 3.2. Características visuales de los conectores del motor.⁷⁷

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA VISUAL	IMAGEN REAL
Sensor ECT		

⁷⁷ Fuente: (Daewoo Motor Company, s.f)

<p>Sensor TPS</p>		
<p>Sensor MAP</p>		
<p>Válvula IAC</p>		
<p>Inyector</p>		
<p>Distribuidor</p>		
<p>Conector ALDL</p>		

3.4.3 Diagramas eléctricos del motor G15SF

Es importante, disponer de la información correcta de las conexiones eléctricas, pues nos permite proceder de manera adecuada en la toma de señales para el diagnóstico. El diagrama eléctrico del motor Daewoo G15SF se muestra en el **Anexo 1**.

A continuación, se lista los códigos de luz de fallo, que se pueden presentar en el sistema.

Tabla 3.3. Listado de códigos de fallo.⁸⁰

Código	Descripción
12	Sistema OK (modo de diagnóstico activo)
14	Sensor ECT: Temperatura alta
15	Sensor ECT: temperatura baja
21	Sensor TPS: fuera de rango
22	Sensor TPS: bajo voltaje
24	Fallo en Sensor VSS
33	Sensor MAP: señal fuera de rango, alta resistencia
34	Sensor MAP: señal fuera de rango, baja resistencia
35	Válvula IAC. Fallo en el circuito
42	EST en cortocircuito.
51	Error de calibración: falla Mem-cal, ECM o EPROM.
54	Potenciómetro de Monóxido de Carbono en ralentí

3.4.5 Extensión de cables del arnés

Para extender la longitud del arnés de debe considerar las especificaciones del fabricante referentes al calibre del cable a utilizar. Utilizando una tabla de equivalencia de

⁸⁰ Fuente: (Barbecho, Matute, & Pachacama, 2010)

cables eléctricos, como se muestra en la figura podemos escoger el cable adecuado para las conexiones eléctricas.

AWG	Diam. mm	Área mm ²		AWG	Diam. mm	Área mm ²
1	7.35	42.40		16	1.29	1.31
2	6.54	33.60		17	1.15	1.04
3	5.86	27.00		18	1.024	0.823
4	5.19	21.20		19	0.912	0.653
5	4.62	16.80		20	0.812	0.519
6	4.11	13.30		21	0.723	0.412
7	3.67	10.60		22	0.644	0.325
8	3.26	8.35		23	0.573	0.259
9	2.91	6.62		24	0.511	0.205
10	2.59	5.27		25	0.455	0.163
11	2.30	4.15		26	0.405	0.128
12	2.05	3.31		27	0.361	0.102
13	1.83	2.63		28	0.321	0.0804
14	1.63	2.08		29	0.286	0.0646
15	1.45	1.65		30	0.255	0.0503

Figura 3-9. Equivalencias entre AWG y mm².⁸¹

3.4.6 Diagramas eléctricos de instrumentos de medición.

Para la instalación de los nuevos medidores se utiliza el esquema provisto por el fabricante y se muestra en el **Anexo 2**. Estos esquemas servirán para la conexión de los instrumentos de medición de voltaje, amperaje, temperatura de refrigerante, presión de aceite y revoluciones del motor.

3.5 Construcción del panel de diagnóstico.

Describimos en este apartado la construcción del panel de diagnóstico.

⁸¹ (Ariston Electronica, 2014)

Una vez fijado el motor en el soporte (Figura 3-10), se procede a construir la base del panel de diagnóstico con una tubería estructural cuadrada de dimensiones similares a los empleados en la construcción del soporte, con el fin de que no se pierda homogeneidad con la nueva estructura, tal como se muestra en la Figura 3-11.



Figura 3-10. Montaje del motor en el soporte.⁸²

⁸² Fuente: Los Autores



Figura 3-11. Construcción de la base del panel de diagnóstico.⁸³

Se construye el compartimento del panel de diagnóstico (Figura 3-12), con dos puertas que permitan el acceso a los terminales de la batería, así como dos cajones que permitan almacenar herramientas y materiales, evitando así colocarlos sobre el panel y, en consecuencia previniendo posibles riesgos de accidentes durante la manipulación del panel

⁸³ Fuente: Los Autores



Figura 3-12. Construcción del panel de diagnóstico.⁸⁴

Se procede con la aplicación de una primera capa de pintura con el fin de proteger a la nueva estructura de corrosión. La capa final será aplicada al final del proceso de construcción.



Figura 3-13. Proceso de pintura del panel de diagnóstico.⁸⁵

⁸⁴ Fuente: Los Autores

⁸⁵ Fuente: Los Autores

El proceso de extensión, se realiza utilizando cable eléctrico de similares características a las recomendadas en el diagrama eléctrico del motor Daewoo G15SF. Los empalmes son reforzados con aplicación de estaño 60/40 (60% estaño – 40% plomo).

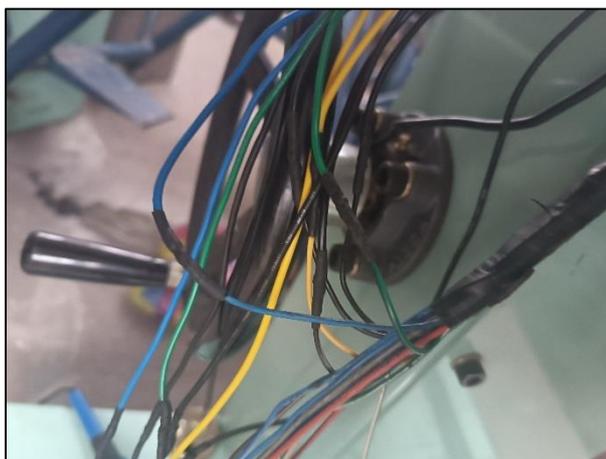


Figura 3-14. Conexiones eléctricas para sensores y actuadores del motor.⁸⁶

Una vez realizada la extensión del arnés se procede a canalizarlo y dirigirlo hacia el panel de diagnóstico.

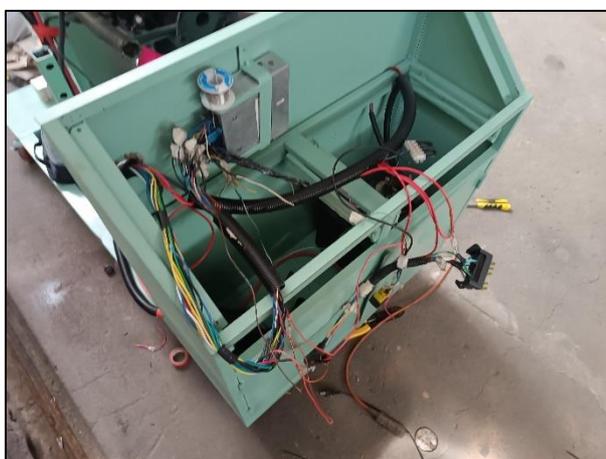


Figura 3-15. Canalización del arnés hacia el panel de diagnóstico.⁸⁷

⁸⁶ Fuente: Los Autores

⁸⁷ Fuente: Los Autores

Con ayuda del diagrama eléctrico del motor se procede a realizar las conexiones para los puntos de toma de señales en el panel de control.

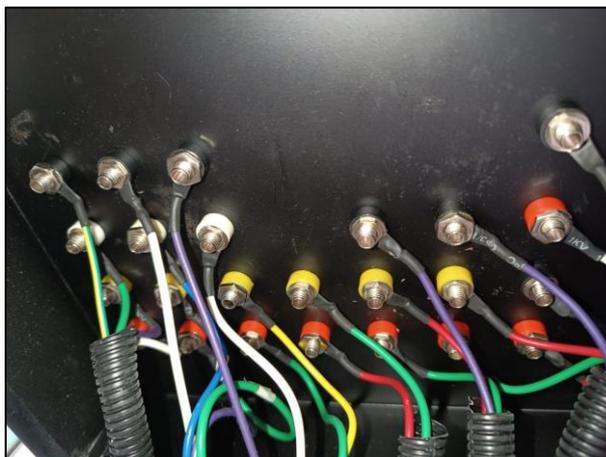


Figura 3-16. Instalación para toma de señales.⁸⁸

Se procede a la instalación de los medidores de voltaje, temperatura de refrigerante, amperímetro, presión de aceite, así como la instalación de las luces testigo de carga, de servicio “SES” y de accionamiento del switch de ignición.



Figura 3-17. Instalación de los medidores del panel de diagnóstico.⁸⁹

⁸⁸ Fuente: Los Autores

⁸⁹ Fuente: Los Autores

Instalamos los puntos de toma de señales en puntos cercanos a los sensores del motor, rotulándolos para una fácil identificación.



Figura 3-18. Señalización del sensor MAP.⁹⁰

Para terminar se instala el nuevo cable de aceleración y se procede a dar la segunda mano de pintura.



Figura 3-19. Panel de Diagnostico terminado.⁹¹

⁹⁰ Fuente: Los Autores

⁹¹ Fuente: Los Autores

3.6 Comprobación de funcionamiento

Antes de proceder al encendido del motor, se debe cerciorar de que todas las instalaciones estén colocadas de manera correcta y que no haya objetos que puedan entorpecer el funcionamiento del motor. Del mismo modo, se revisa los niveles de aceite refrigerante y combustible, así como el estado de carga de la batería.

Se procede al encendido de la siguiente manera:

- Conectar los bornes de la batería, empezando por el terminal positivo y luego el terminal negativo.



Figura 3-20. Instalación de la batería.⁹²

- Abrir el interruptor de encendido en la posición (ON), inspeccionar el funcionamiento de los instrumentos de medición y de las luces testigo.
- Arrancar el motor y una vez en marcha, revisar el funcionamiento de los instrumentos de medición.
- Verificar la existencia de códigos de fallo a través del conector ALDL.

⁹² Fuente: Los Autores

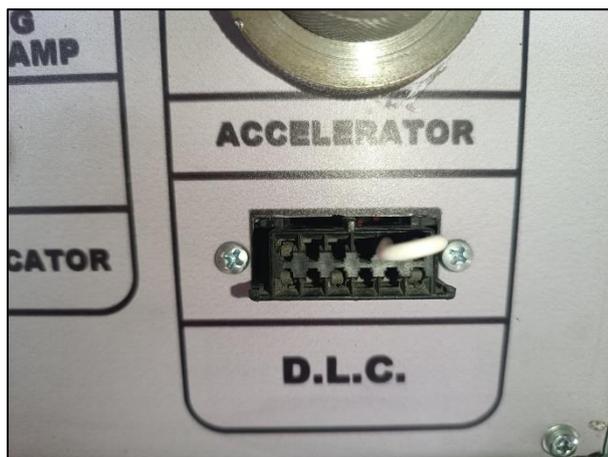


Figura 3-21. Ubicación del puerto ALDL y de la lampara "SES".⁹³

- Verificar, con el uso de un multímetro las señales provenientes de los sensores desde el panel de diagnóstico.

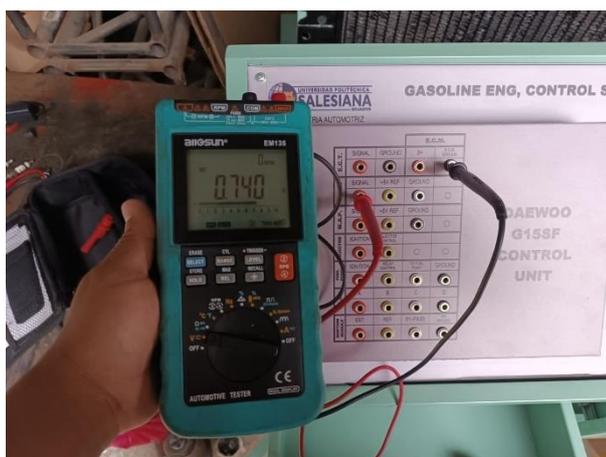


Figura 3-22. Verificación del funcionamiento del panel de diagnóstico.⁹⁴

⁹³ Fuente: Los Autores

⁹⁴ Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES

Con el análisis de la fundamentación teórica, se reforzaron los conocimientos adquiridos durante todos los periodos académicos cursados, en especial sobre el funcionamiento de los sensores y actuadores, así como de los procesos de diagnóstico del funcionamiento de un motor de inyección a gasolina, adquiriendo de esta manera nuevas perspectivas y destrezas para resolver problemas de funcionamiento.

Realizamos un diagnóstico del estado inicial del motor y del banco didáctico en general, para establecer los procesos de reacondicionamiento necesarios; hasta recuperar su operatividad.

Se realizó el modelado del panel de diagnóstico del motor Daewoo G15SF, mediante el uso del software Inventor, distribuyendo de la mejor manera los elementos que lo conforman, facilitando su manipulación, para después realizar el proceso constructivo, permitiéndonos finalmente, realizar las respectivas verificaciones de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

Para garantizar la vida útil y disponibilidad del banco didáctico del motor Daewoo G15SF, sugerimos la ejecución de mantenimientos preventivos periódicos, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Cuando el banco no esté en uso se pide ubicarlo en un lugar seguro del laboratorio.

Antes de utilizar el banco didáctico ejecutar una inspección visual del banco didáctico revisar los niveles de fluidos, si el depósito de combustible está vacío, llenarlo hasta un nivel que cubra a la bomba de combustible; revise también que el estado de carga de la batería sea el adecuado. Reporte posibles anomalías al docente encargado.

La seguridad del estudiante es prioridad por lo que es importante utilizar el banco didáctico en una zona ventilada, respetando las normas de seguridad del laboratorio de motores de combustión interna.

BIBLIOGRAFIA

Actualidad Motor. (s.f). *El depósito de combustible*. Obtenido de Actualidad Motor:

<https://www.actualidadmotor.com/deposito-combustible/>

Alonso, J. M. (2014). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Ariston Electronica. (2014). *Tabla de conversión AWG a mm2*. Obtenido de Ariston

Electronica: <https://aristonelectronica.wordpress.com/2014/10/16/tabla-conversion-awg-a-mm2/>

Auto y Técnica. (2019). *Encendido transistorizado sin contactos*. Obtenido de Auto y Técnica:

<https://autoytecnica.com/encendido-transistorizado-sin-contactos/>

Autoavance . (2019). *Máquina de Diagnóstico Multimarca* . Obtenido de Autoavance :

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/maquina-de-diagnosis-multimarca/>

Autoavance. (2012). *Encendido Transistorizado con Generador de Impulsos*. Obtenido de

Autoavance.Co: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/91-encendido-transistorizado-con-generador-de-impulsos/>

AutoDoc Club. (2021). *Sensor de detonación: función, fallos*. Obtenido de AutoDoc Club:

<https://club.autodoc.es/magazin/sensor-de-detonacion-funcion-fallos>

Automecanico. (s.f). *CURSO DE SENSORES DE TEMPERATURA*. Obtenido de

Automecanico.com: <https://automecanico.com/auto2027/bbooster04.pdf>

Barbecho, F., Matute, M., & Pachacama, D. (2010). *Implementación de un sistema de*

inyección multipunto a un motor Daewoo G15SF y construcción de un banco didáctico

BIBLIOGRAFIA

- funcional para el laboratorio de motores de combustión interna de la Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1531>
- Blasco, V. (2013). *Sistema de Diagnostico OBD II*. Obtenido de Academia.edu: https://www.academia.edu/4083577/SISTEMA_DE_DIAGNOSTICO_OBD_II
- Bosch. (2022). *MMD 540H Hybrid Multimeter*. Obtenido de Bosch Diagnostics: <https://www.boschdiagnostics.com/products/mmd-540h-hybrid-multimeter>
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Plochingen: Bosch.
- Bosch, R. (2022). *Automotive Handbook*. Alemania: Robert Bosch GmbH.
- Bravo, J., & Guanuche, M. (2019). *Estudio de las señales analógicas y digitales de los sistemas electrónicos del motor de encendido provocado mediante simulación de averías*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17790>
- Dae Sung G3. (2022). *Multi-Functional Training Stand*. Obtenido de Dae Sung G-3 Co.,Ltd: <http://www.dsg3.com/sub51/14384>
- Daewoo Motor Company. (s.f). *Manual de servicio Daewoo Racer*.
- Denton, T. (2021). *Advanced Automotive Fault Diagnosis*. New York: Routledge.
- Denton, T., & Pells, H. (2022). *Automobile Mechanical and Electrical Systems*. New York: Routledge.
- Derco Center . (2022). *Scanner Automotriz: Para que sirve y como funciona*. Obtenido de Derco Center : <https://www.dercocenter.cl/noticias/para-que-sirve-scanner-automotriz>

BIBLIOGRAFIA

- Donado, A. (2020). *Análisis Técnico sobre el uso de un Osciloscopio Automotriz*. Obtenido de Autosoporte: : <https://autosoporte.com/cursoautomotriz/analisis-tecnico-del-uso-del-osciloscopio-automotriz/>
- Ediciones CEAC. (2002). *Manual CEAC del automóvil*. Barcelona: Grupo Editorial CEAC.
- Fluke Corporation. (2014). *Conceptos básicos de los multimetros digitales: Explicación de las características y funciones del multímetro*. Obtenido de Interempresas: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/5159/13155-spa-w.pdf
- Full Mecanica. (2014). *Inyección electrónica gasolina - conoce como funcionan los inyectores*. Obtenido de Full Mecanica: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1596-inyectores-de-gasolina-funcionamiento>
- Gárate, D. (2018). *Desarrollo de un algoritmo para la adquisición y almacenamiento de datos provenientes del sistema de diagnóstico a bordo OBD II*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Politecnica Salesiana: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16587>
- García, M. (2013). *Elaboración de un manual técnico para el análisis del diagnóstico electrónico de vehículos con sistema Obd-Ii para el taller Ambamazda S.A. durante l año 2012*. Obtenido de DSpace ESPOCH: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2609>
- Halderman, J. (2012). *Diagnosis and Troubleshooting of Automotive Electrical, Electronic and Computer Systems*. New Jersey: Pearson Education.

BIBLIOGRAFIA

Halderman, J., & Linder, J. (2011). *Automotive Fuel and Emissions Control Systems*. United States: Pearson Education.

Ingenieria y Mecanica Automotriz. (2020). *Que es el sensor de posición de cigüeñal CKP y cómo funciona?* Obtenido de Ingenieria y Mecanica Automotriz: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-posicion-de-ciguenal-ckp-y-como-funciona/>

Pardiñas, J. (2012). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: Editex.

Pardiñas, J., & Feijoo, R. (2018). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Editex.

Pérez Belló, M. A. (2017). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: Ediciones Paraninfo.

Pesa, M., Bravo, S., Silvia, P., & Villafuerte, M. (2014). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)*. Obtenido de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2014v31n3p642>

Pico Technology. (s.f). *Sensor del árbol de levas: efecto Hall*. Obtenido de Pico Technology: <https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-arbol-de-levas-efecto-hall/>

Rueda, J. (2010). *Manual técnico de Fuel Injection*. Guayaquil: Diseli Editores.

Sánchez, E. (2012). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: Macmillan.

Sapiensman. (s.f). *Ignicion Electronica*. Obtenido de http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor11_ignicion_electronica.php

BIBLIOGRAFIA

SlidePlayer. (2020). *ENCENDIDO TRANSISTORIZADO Y ELECTRONICO SUBTÍTULO*.

Obtenido de SlidePlayer.es Inc: <https://slideplayer.es/slide/15810596/>

TTM Automotriz. (2015). *Los sensores automotrices en la práctica*. Obtenido de TTM

Automotriz:

<https://www.electronicayservicio.com/Modules/melbastudioCommerce/Main/Src/Catalog/Items/TM5.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Diagramas eléctricos Motor Daewoo G15SF.⁹⁵

DIAGRAMA DE CABLEADO DEL ECM(1 DE 4)

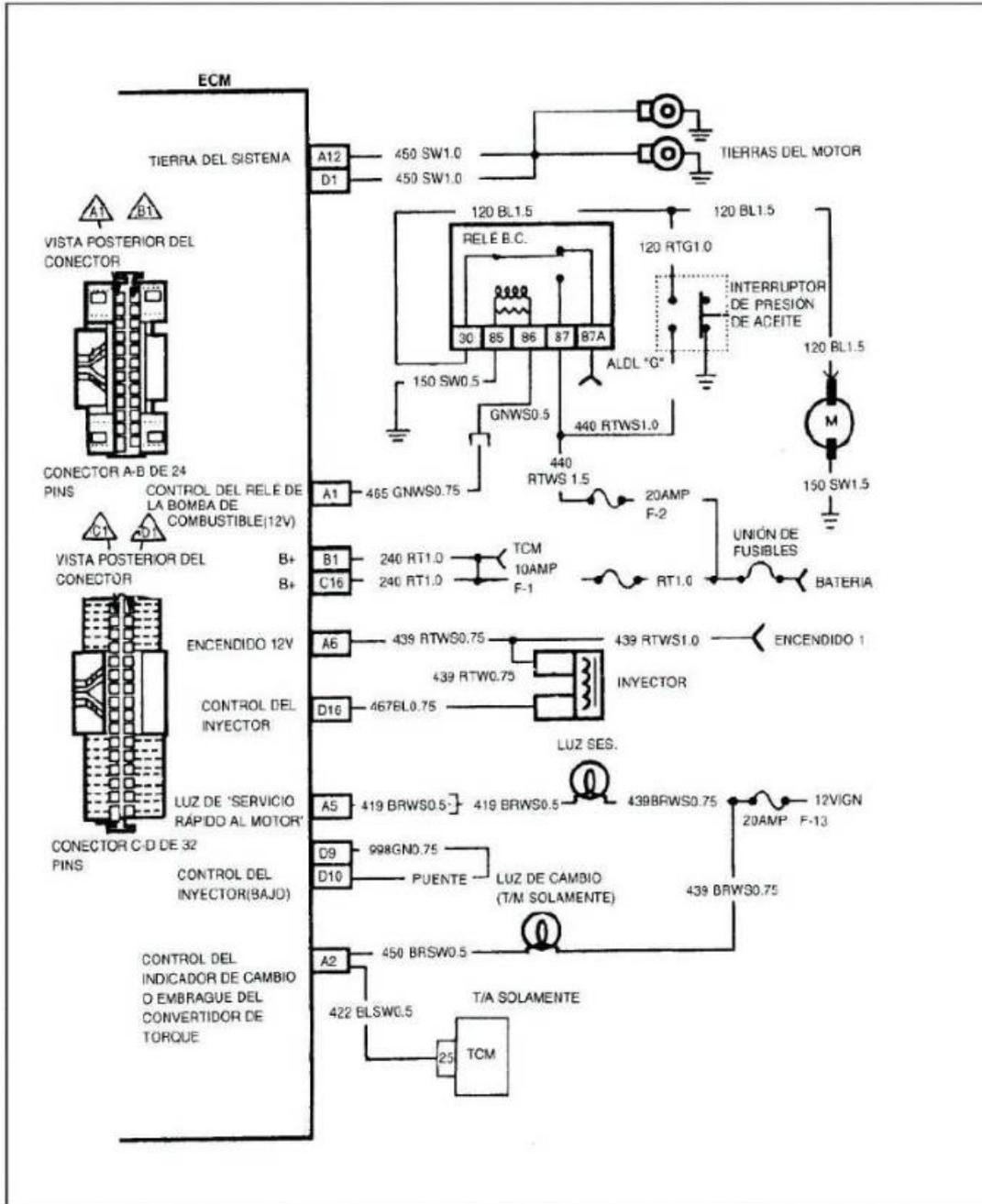


Fig. 2 Diagrama de Cableado del ECM(1 de 4)

⁹⁵ (Daewoo Motor Company, s.f)

DIAGRAMA DE CABLEADO DEL ECM(2 DE 4)

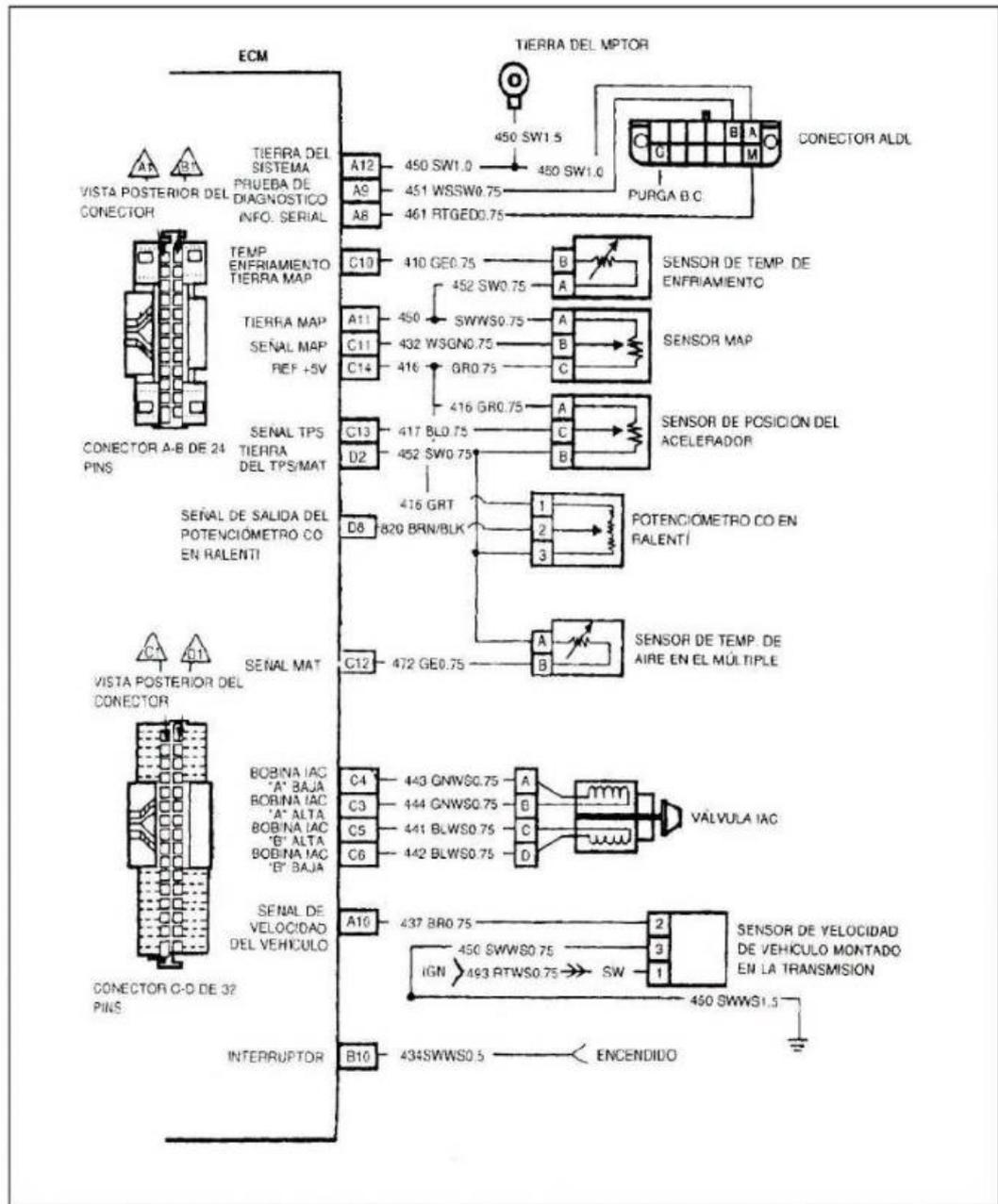


Fig. 3 Diagrama de Cableado del ECM(2 de 4)

DIAGRAMA DE CABLEADO DEL ECM(3DE 4)

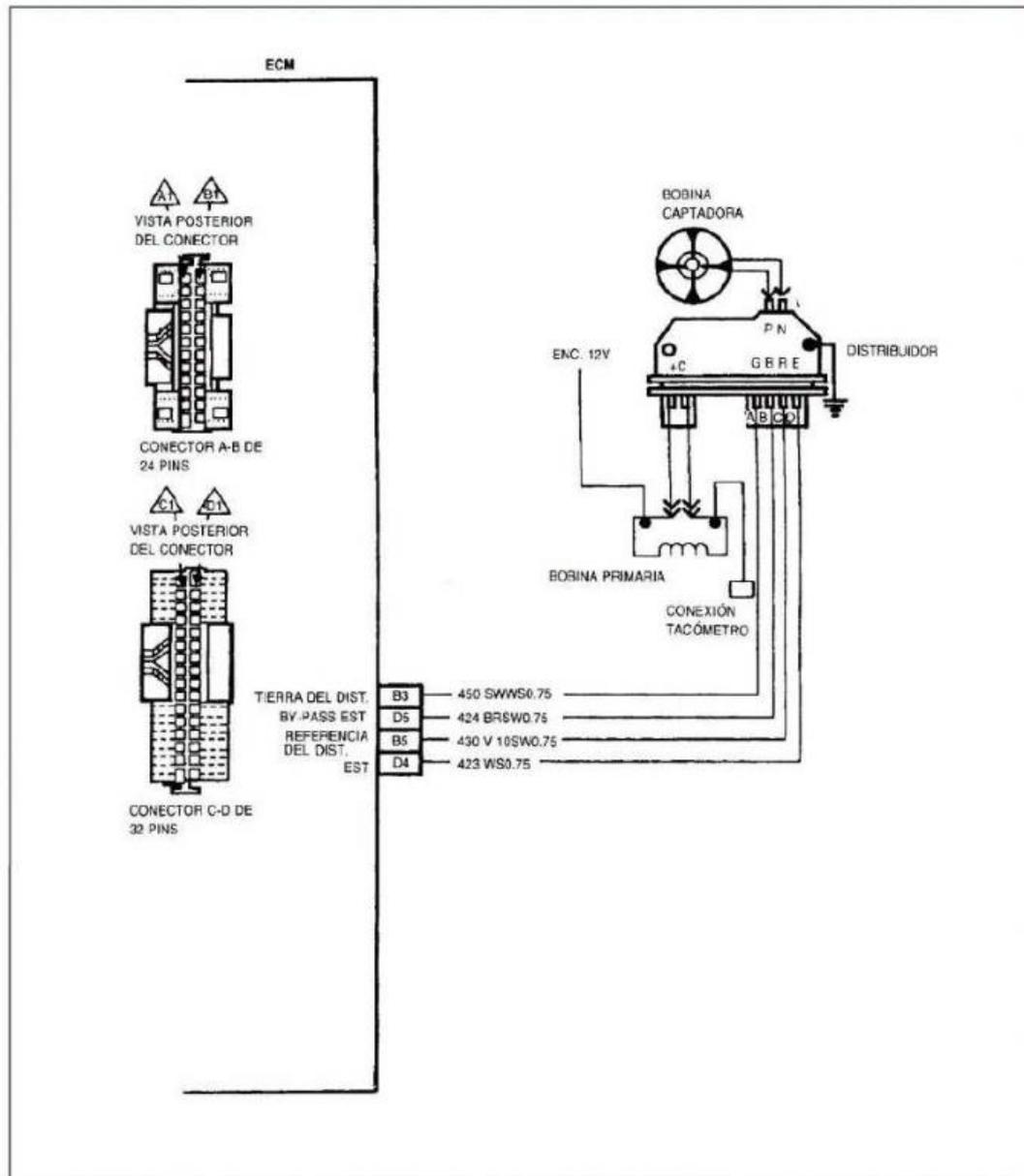


Fig. 4 Diagrama de Cableado del ECM(3 de 4)

DIAGRAMA DE CABLEADO DEL ECM(4DE 4)

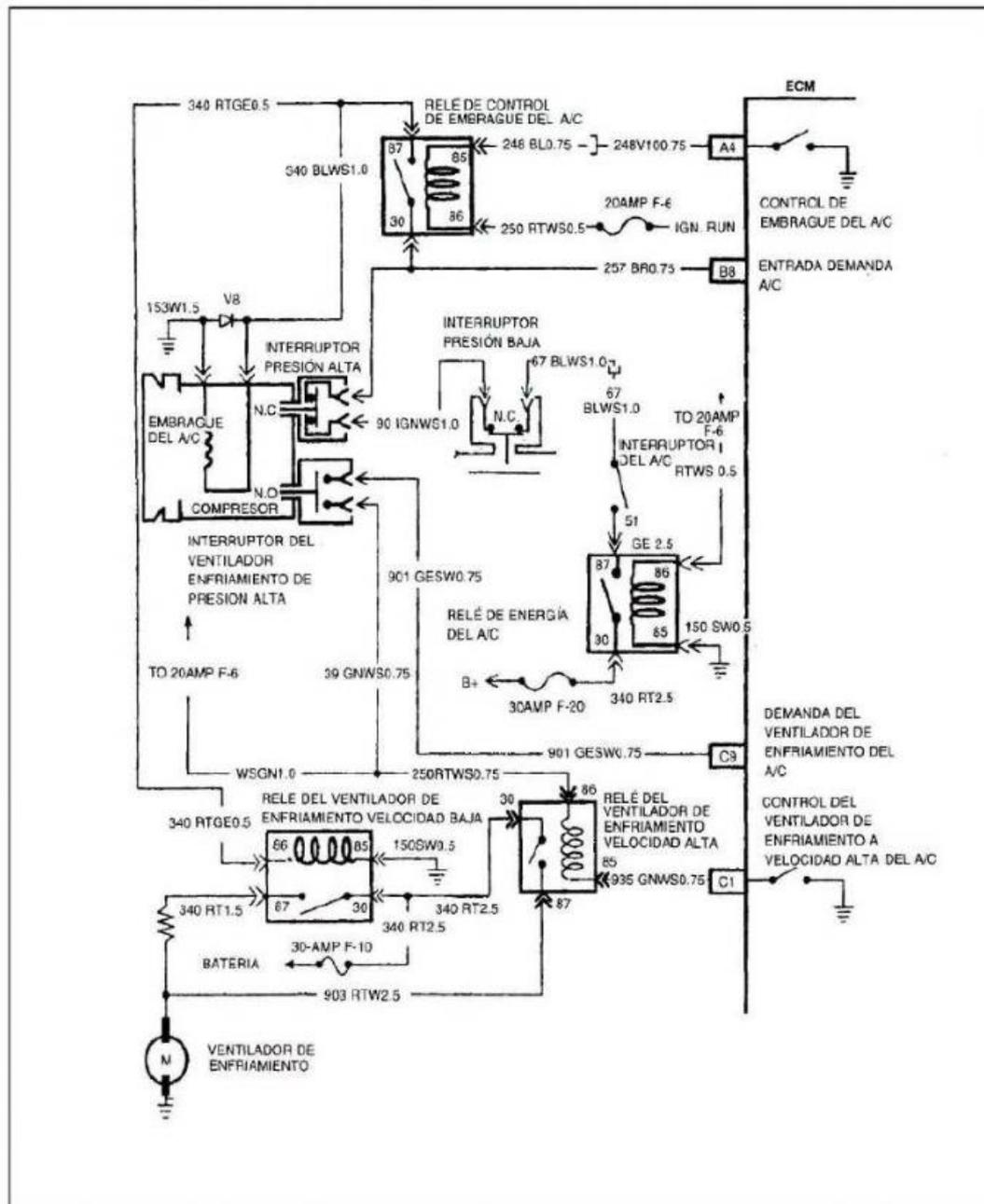
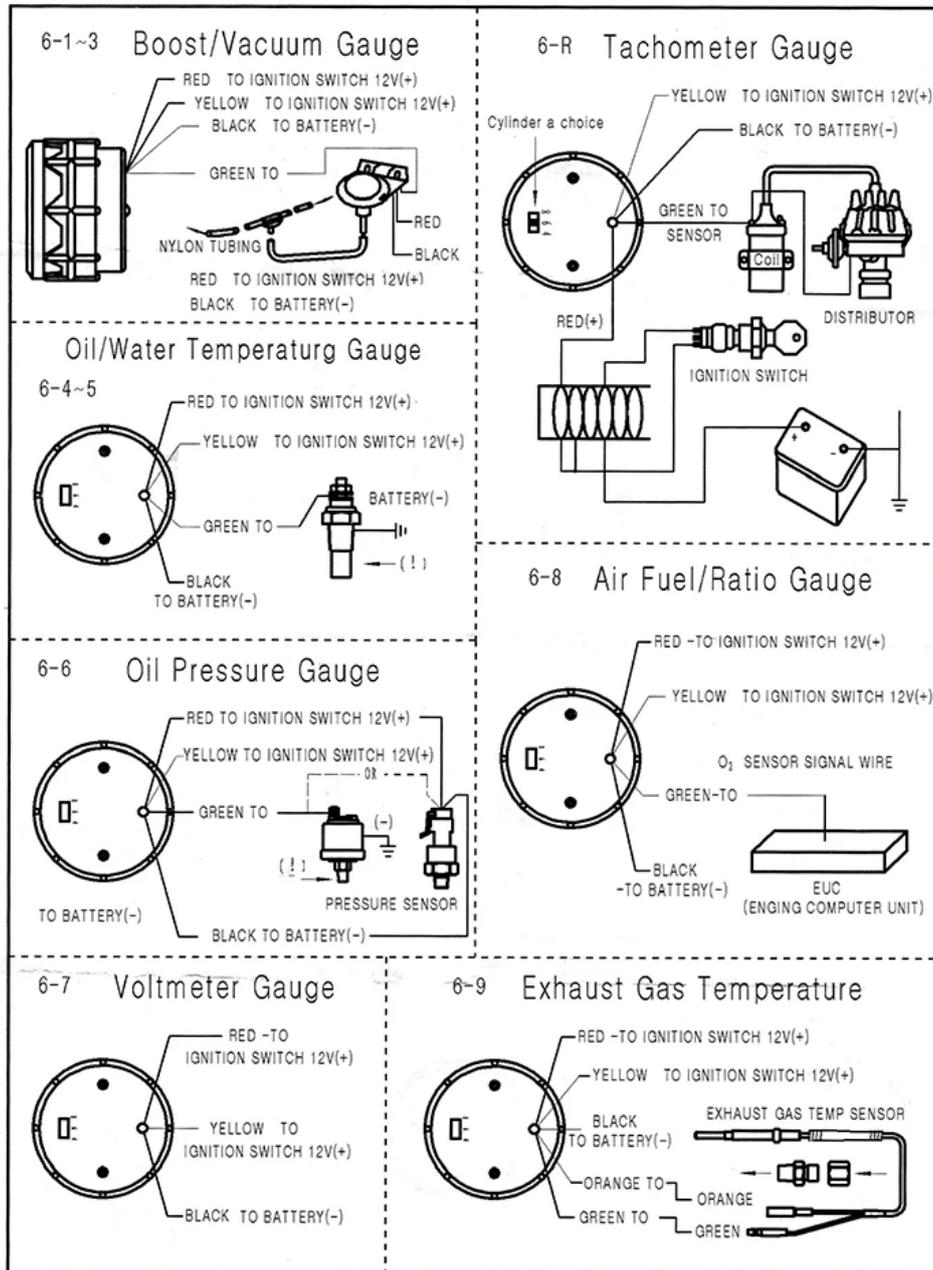


Fig. 5 Diagrama de Cableado del ECM(4 de 4)

Anexo 2. Diagramas de instrumentos de medición.⁹⁶

INSTALLATION INSTRUCTIONS ELECTRICAL GAUGES 27#-1



⁹⁶ Fuente: (AliExpress, s.f)