



**Diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes
al motor de combustión interna G16B.**

Burgos Ramón, César Andrés

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

21 Agosto del 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



Andres Burgos - Plagio.pdf

Scan details

Scan time: August 8th, 2023 at 16:21 UTC Total Pages: 86 Total Words: 21366

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	2.2%	464
● Minor Changes	2.5%	526
● Paraphrased	0%	0
○ Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
● AI text
○ Human text

🔍 Plagiarism Results: (31)

- (DOC) Sensor Inductivo - Presentacion- OK - DOKUM... 0.8%
<https://dokumen.tips/documents/sensor-inductivo-presenta...>
Juan-fiee
--

- Sensores de Giro. Existen 3 tipos bien definidos de s... 0.8%
<https://docplayer.es/108174793-sensores-de-giro-existen-3-ti...>
Iniciar la sesión ...

- (PDF) El Multímetro - El Multímetro El multímetro ó ... 0.8%
<https://dokumen.tips/documents/el-multmetro-el-multmetro...>
Others
--

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C.C: 050296187-3



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que la monografía: "Diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna G16B" fue realizada por el señor **Burgos Ramón, César Andrés** la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 07 agosto del 2023

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C. C: 050296187-3



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Burgos Ramón, César Andrés**, con cédula de ciudadanía N°1753509932, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna G16B** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 07 agosto del 2023

Burgos Ramón, César Andrés

C.C.1753509932



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Yo **Burgos Ramón, César Andrés** con cédula de ciudadanía N°1753509932 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna G16B** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 07 agosto del 2023

Burgos Ramón, César Andrés

C.C.1753509932

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme salud y vida permitiéndome haber llegado hasta este momento para culminar satisfactoriamente mis estudios, por darme la sabiduría y la fortaleza para cada adversidad de la vida. De todo corazón agradecer a mi madre Mirian quien ha sido mi apoyo moral por su cariño, esfuerzo y amor quien ha estado siempre a mi lado ante cualquier situación, a mi padre Geovanny quien ha sido mi mayor pilar que me ha resguardado siempre, el que no ha permitido que me rinda y al aconsejarme en ser una persona de bien cada día, quién con su ejemplo de responsabilidad, rectitud y trabajo constante me ha dado la fuerza para seguir adelante, agradecida eternamente con ustedes por apoyarme en mis estudios, siempre estar al pendiente de mi dándome palabras de aliento y enseñanza diciéndome que hay motivos para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi directora de tesis Ing. Stefania Amaya por ser guía en el proceso de investigación para que todo esto sea posible, pero sobre todo por la paciencia que ha tenido durante todo el proceso de enseñanza, de la misma manera agradezco a mis docentes de la Universidad quienes han sido parte de mi formación académica.

	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	
Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Dedicatoria	4
Autorización de Publicación	5
Agradecimiento	6
Índice de contenidos	7
Índice de tablas	12
Índice de figuras	13
Resumen	17
Abstract	18
Capítulo I: Introducción	19
Antecedentes	19
Planteamiento del problema	20
Justificación	21
Objetivos	22
<i>Objetivo General</i>	22
<i>Objetivos Específicos</i>	22
Alcance	23

	8
Capítulo II: Marco teórico	24
Introducción a los motores de combustión interna	24
Principios básicos de funcionamiento.	24
<i>Transformación de movimiento</i>	25
<i>Relación estequiométrica</i>	25
<i>Proporción de mezcla aire combustible</i>	25
Ciclo Otto	26
Funcionamiento del motor de combustión interna.....	27
Motores de combustión interna de 4 tiempos.....	27
Ciclo teórico de trabajo de un motor de cuatro tiempos	27
<i>Primer tiempo: Admisión</i>	27
<i>Segundo tiempo: Compresión</i>	28
<i>Tercer tiempo: Explosión – Expansión</i>	29
<i>Cuarto tiempo: Escape</i>	30
Subsistemas eléctricos y electrónicos en un motor de combustión interna:.....	31
<i>Subsistema eléctrico de un MCI</i>	31
Sistema de Encendido	31
<i>Componentes del sistema de encendido</i>	32
<i>Bobina de encendido</i>	33
<i>Tipos de encendido</i>	35
<i>Sistema de encendido convención</i>	35

	9
<i>Electrónico con distribuidor</i>	36
<i>Encendido electrónico por impulsos de inducción</i>	37
Oscilograma de Encendido	39
Fallas en el sistema de encendido	40
Subsistema electrónico de un MCI.....	41
<i>Sistema de Inyección Electrónica</i>	42
<i>Funcionamiento del sistema de inyección</i>	43
Componentes del Sistema de Inyección	44
Sensores	47
<i>Señales</i>	60
Actuadores.....	63
Características del motor G16B.	67
Herramientas de diagnóstico y equipo de prueba:	69
Capítulo III: Verificación y comprobación de sensores	89
Identificación de los sensores:	89
Inspección visual:	90
Verificación de alimentación eléctrica:.....	90
<i>Procedimiento</i>	90
<i>Procedimiento</i>	92
<i>Comprobación de señales de salida:</i>	92
<i>Verificación de resistencia (en caso de sensores de temperatura):</i>	92

	10
Prueba de funcionamiento:	92
Reemplazar o reparar:	93
Verificación y comprobación de actuadores	93
Identificación de los actuadores:	93
Inspección visual:	94
Verificación de alimentación eléctrica:	94
Comprobación de señales:	94
Inyector	94
Comprobación de la resistencia	94
Comprobación de la tensión de alimentación	95
Comprobación de la señal	95
Verificación de resistencia (en caso de actuadores electromagnéticos):	95
Reemplazar o reparar:	96
Verificación y comprobación del sistema de encendido	96
Reparación:	96
Inspección visual:	96
Verificación de cables de bujías:	97
Comprobación de la resistencia de los cables de bujías:	97
Prueba de la chispa de encendido:	97
Inspección del distribuidor:	98
Calibración del tiempo de encendido:	98

Capítulo IV: Diagnóstico de componentes del sistema eléctrico y electrónico del	11
vehículo	99
Inspección Visual	99
Diagnóstico de componentes.....	100
<i>Sensores</i>	100
<i>Oscilogramas de los sensores y actuadores del motor G16B</i>	103
<i>Actuadores</i>	115
Códigos de averías sin EOBD	123
Reparación del sistema eléctrico y electrónico del motor G16B	125
<i>Análisis de resultados</i>	125
Conclusiones	128
Recomendaciones	130
Bibliografía.....	131
Anexos.....	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del motor G16B</i>	68
Tabla 2 <i>Medición de resistencia del sensor TPS</i>	100
Tabla 3 <i>Valor de tensión del sensor TPS</i>	101
Tabla 4 <i>Valores de tensión del sensor TPS con mariposa cerrada y abierta</i>	102
Tabla 5 <i>Valores de la señal del sensor MAF</i>	106
Tabla 6 <i>Valor de resistencia del sensor ECT</i>	108
Tabla 7 <i>Valor de tensión del sensor ECT</i>	109
Tabla 8 <i>Valores de señal del sensor ECT</i>	110
Tabla 9 <i>Valor de señal del sensor CKP/CMP</i>	112
Tabla 10 <i>Valor de señal del sensor de oxígeno P2</i>	114
Tabla 11 <i>Valor de resistencia de la Válvula de control del aire de ralentí</i>	116
Tabla 12 <i>Valor de resistencia de la Válvula de control de emisiones por evaporación</i>	118
Tabla 13 <i>Valor de resistencia del Inyector</i>	119
Tabla 14 <i>Valor de tensión de alimentación del Inyector</i>	120
Tabla 15 <i>Valores medidos del sensor TPS</i>	125
Tabla 16 <i>Valores medidos del sensor MAF</i>	126
Tabla 17 <i>Valores medidos del sensor ECT</i>	126
Tabla 18 <i>Valores medidos de la Válvula de control de emisiones por evaporación</i>	126
Tabla 19 <i>Valores medidos de los Inyectores</i>	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Tiempo de admisión del MCI</i>	28
Figura 2 <i>Tiempo de Compresión del MCI</i>	29
Figura 3 <i>Tiempo de Explosión del MCI</i>	30
Figura 4 <i>Tiempo de Escape del MCI</i>	30
Figura 5 <i>Componentes del sistema de encendido</i>	33
Figura 6 <i>Partes de la bobina</i>	35
Figura 7 <i>Partes del sistema de encendido con distribuidor</i>	36
Figura 8 <i>Partes del sistema de encendido electrónico con distribuidor</i>	37
Figura 9 <i>Partes del sistema de encendido electrónico por impulsos de inducción</i>	38
Figura 10 <i>Sistema de encendido DIS</i>	38
Figura 11 <i>Sistema de encendido con bobina independiente</i>	39
Figura 12 <i>Oscilograma de encendido</i>	40
Figura 13 <i>Funcionamiento del sistema de inyección</i>	43
Figura 14 <i>Componentes del sistema de inyección</i>	45
Figura 15 <i>Sensor Inductivo</i>	50
Figura 16 <i>Sensor efecto Hall</i>	52
Figura 17 <i>Sensor ECT</i>	52
Figura 18 <i>Sensor IAT</i>	53

	14
Figura 19 <i>Sensor MAP</i>	54
Figura 20 <i>Sensor TPS</i>	55
Figura 21 <i>Sensor de oxígeno</i>	56
Figura 22 <i>Sensor de posición del Cigüeñal CKP</i>	57
Figura 23 <i>Onda del sensor CKP tipo Hall</i>	58
Figura 24 <i>Onda sensor CKP inductivo</i>	59
Figura 25 <i>Sensor MAF</i>	60
Figura 26 <i>Señal analógica</i>	62
Figura 27 <i>Señal Digital</i>	62
Figura 28 <i>Bomba generadora de presión de combustible</i>	63
Figura 29 <i>Inyectores del MCI</i>	64
Figura 30 <i>Bobina de encendido</i>	65
Figura 31 <i>Válvula IAC</i>	66
Figura 32 <i>Escáner Automotriz</i>	70
Figura 33 <i>Conector OBD1</i>	71
Figura 34 <i>Conector OBDII</i>	73
Figura 35 <i>Partes del escáner</i>	74
Figura 36 <i>Multímetros</i>	78
Figura 37 <i>Partes del multímetro</i>	79
Figura 38 <i>Conectores del multímetro</i>	81
Figura 39 <i>Osciloscopio</i>	84

	15
Figura 40 <i>Osciloscopio analógico y digital</i>	85
Figura 41 <i>Partes del Osciloscopio</i>	88
Figura 42 <i>Identificación de sensores del motor G16B</i>	89
Figura 43 <i>Conector de transmisión de datos</i>	91
Figura 44 <i>Identificación de actuadores del motor G16B</i>	93
Figura 45 <i>Inspección visual sensor ECT</i>	97
Figura 46 <i>Conector de sensor TPS</i>	101
Figura 47 <i>Conector del sensor TPS</i>	102
Figura 48 <i>Oscilograma del Sensor MAF</i>	103
Figura 49 <i>Oscilograma del Sensor MAF en ralentí</i>	103
Figura 50 <i>Oscilograma del Sensor TPS</i>	104
Figura 51 <i>Oscilograma del Sensor ECT</i>	104
Figura 52 <i>Oscilograma del Sensor CMP Señal</i>	105
Figura 53 <i>Pines del sensor MAF</i>	106
Figura 54 <i>Conector del sensor MAF</i>	107
Figura 55 <i>Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT</i>	108
Figura 56 <i>Pines del sensor ECT</i>	109
Figura 57 <i>Prueba de tensión al sensor ECT</i>	110
Figura 58 <i>Pines del sensor CKP / CMP para medir la tensión de alimentación</i>	111
Figura 59 <i>Poleas del sensor CKP /CMP</i>	113

	16
Figura 60 <i>Conexión de terminales para la comprobación de señal sensor O2.....</i>	114
Figura 61 <i>Conector de la computadora</i>	114
Figura 62 <i>Pines del relé de la bomba de combustible.</i>	115
Figura 63 <i>Conector de la Válvula de control del aire de ralentí.....</i>	116
Figura 64 <i>Pines del conector de la bobina de encendido.....</i>	117
Figura 65 <i>Pines para comprobar la resistencia de la Válvula de control de emisiones por evaporación.....</i>	118
Figura 66 <i>Conector del inyector.....</i>	119
Figura 67 <i>Prueba al inyector.</i>	120
Figura 68 <i>Pines del inyector.....</i>	121
Figura 69 <i>Prueba de tensión al inyector.....</i>	121
Figura 70 <i>Pines del inyector para la comprobación de señal.</i>	122
Figura 71 <i>Cable de alta tensión de la bujía.....</i>	123
Figura 72 <i>Conector de Diagnostico.....</i>	124
Figura 73 <i>Luz de Check engine</i>	125

Resumen

El presente proyecto es sustentado en los conocimientos adquiridos en las aulas de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE", aborda el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos asociados al motor de combustión interna G16B. El motor G16B es ampliamente utilizado en diversos vehículos y ha sido objeto de problemas recurrentes relacionados con su sistema eléctrico y electrónico, lo que afecta el rendimiento general del motor y la experiencia del conductor. Ante la presencia de fallos y mal funcionamiento en los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor G16B. Estos fallos pueden incluir problemas con el sistema de encendido, sensores de oxígeno, sensores de temperatura, actuadores, entre otros. Estos fallos dificultan el diagnóstico preciso de los problemas y afectan negativamente la eficiencia y el rendimiento del motor, lo que puede llevar a un mayor consumo de combustible, menor potencia y emisiones contaminantes excesivas. El diagnóstico se llevó a cabo mediante un enfoque sistemático, utilizando herramientas de diagnóstico como scanner automotriz, multímetro, osciloscopio, además se realizan pruebas manuales como la verificación del estado de los cables, revisión de los conectores, comprobación de fugas o daños en los actuadores busca de códigos de erros y luces de advertencia. Una vez identificados los problemas en los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor G16B, se procede al reemplazo de los componentes defectuosos. En algunos casos, pueden requerirse reparaciones menores en lugar de reemplazos completos. Tras el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor G16B, se observa una mejora significativa en el rendimiento y la eficiencia del motor. Los problemas previos, como la falta de potencia, el alto consumo de combustible y las emisiones excesivas, se corrigen satisfactoriamente. El vehículo recupera su desempeño óptimo y los problemas recurrentes relacionados con el sistema eléctrico y electrónico se reducen considerablemente.

Palabras clave: Motor G16B, emisiones contaminantes, subsistema eléctrico.

Abstract

This project is based on the knowledge acquired in the classrooms of the University of the Armed Forces "ESPE", and deals with the diagnosis and replacement of the electrical and electronic subsystems associated with the G16B internal combustion engine. The G16B engine is widely used in various vehicles and has been subject to recurring problems related to its electrical and electronic system, affecting the overall engine performance and the driver's experience. In the presence of failures and malfunctions in the electrical and electronic subsystems of the G16B engine. These faults may include problems with the ignition system, oxygen sensors, temperature sensors, actuators, among others. These faults make it difficult to accurately diagnose problems and negatively affect engine efficiency and performance, which can lead to higher fuel consumption, lower power and excessive pollutant emissions. The diagnosis was carried out through a systematic approach, using diagnostic tools such as an automotive scanner, multimeter, oscilloscope, as well as manual tests such as checking the condition of the cables, checking the connectors, checking for leaks or damage to the actuators, searching for error codes and warning lights. Once the problems in the electrical and electronic subsystems of the G16B engine are identified, the defective components are replaced. In some cases, minor repairs may be required instead of complete replacements. Following diagnosis and replacement of the G16B engine's electrical and electronic subsystems, a significant improvement in engine performance and efficiency is observed. Previous problems, such as lack of power, high fuel consumption and excessive emissions, are successfully corrected. The vehicle regains its optimum performance and recurring problems related to the electrical and electronic system are significantly reduced.

Keywords: G16B engine, pollutant emissions, electrical subsystem.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

La industria automotriz ha experimentado una gran evolución en las últimas décadas, y gran parte de ello se debe a la implementación de sistemas eléctricos y electrónicos en los vehículos. En particular, el motor de combustión interna ha visto una gran cantidad de cambios en su diseño y funcionamiento gracias a la integración de estos sistemas. Sin embargo, la complejidad de estos subsistemas también ha generado nuevos desafíos en términos de diagnóstico y reemplazo, especialmente en casos de fallas o daños.

En el presente trabajo, se aborda el tema del diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna. Se analizan los principales componentes y sistemas involucrados, así como las técnicas y herramientas de diagnóstico disponibles. Además, se explora el proceso de reemplazo de estos sistemas y se evalúan las mejores prácticas y recomendaciones para asegurar un proceso eficiente y efectivo. Con esta investigación, se busca contribuir al avance en la comprensión y manejo de los sistemas eléctricos y electrónicos en la industria automotriz, específicamente en lo que se refiere al motor de combustión interna.

El motor de combustión interna es una pieza fundamental en los vehículos automotores, y los subsistemas eléctricos y electrónicos que lo acompañan son esenciales para su correcto funcionamiento.

Según (Villafuerte et al., n.d.) nos indican que: “A medida que los vehículos han evolucionado y se han vuelto cada vez más complejos, el diagnóstico y reemplazo de estos sistemas ha adquirido una importancia crítica para mantener la seguridad y la eficiencia de los automóviles”.

Según (Tinajero Buena, n.d.) nos indica que: “El diagnóstico temprano y preciso de problemas en los subsistemas eléctricos y electrónicos es fundamental para evitar averías mayores en el motor y otros componentes del vehículo”.

En este contexto, el reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor de combustión interna es una tarea que debe ser llevada a cabo con el conocimiento técnico adecuado para garantizar que el vehículo funcione de manera óptima y segura. En este sentido, se abordarán las principales consideraciones y recomendaciones para el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna.

Planteamiento del problema

El objetivo es mejorar la eficiencia y la precisión del diagnóstico, así como la eficacia y la calidad del reemplazo de los componentes eléctricos del motor de combustión interna, de ahí se origina el problema del trabajo; ya que existe dificultad en el diagnóstico de este por falta de presupuesto.

El diagnóstico de los subsistemas eléctricos y electrónicos, como cada uno de los componentes del motor de combustión interna puede ser un proceso complicado debido a la complejidad y la interconexión entre los sistemas de un vehículo. Los problemas eléctricos pueden manifestarse de diversas maneras, como fallas en el encendido, problemas de arranque, luces que no funcionan correctamente, entre otros. Identificar el origen exacto de estos problemas y determinar qué componentes necesitan ser reemplazados requieren de un enfoque ordenado y técnicas de diagnóstico avanzado.

En cuanto al reemplazo de los componentes, es importante considerar la calidad y la compatibilidad de las piezas de repuesto. Los motores de combustión interna modernos utilizan una amplia gama de componentes eléctricos, como sensores, actuadores, módulos de control, entre otros. Es fundamental asegurarse de que las piezas de repuesto sean de calidad y

cumplan con las especificaciones técnicas del fabricante del vehículo. Además, es esencial contar con herramientas y técnicas adecuadas para realizar el reemplazo de manera eficiente, evitando daños adicionales y garantizando el funcionamiento óptimo del motor.

Otra razón es el impacto económico que tiene el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor de combustión interna. Los costos asociados con las reparaciones y reemplazos de componentes son significativos tanto para los propietarios de vehículos como para la industria automotriz en general. Al mejorar los procesos de diagnóstico y reemplazo, se pueden reducir los tiempos de inactividad del vehículo y minimizar los gastos innecesarios, lo que resulta en ahorros económicos tanto para los consumidores como para los fabricantes.

Entonces se puede indicar que el problema a desarrollar es: ¿Cómo reducir el tiempo y los costos de mantenimiento, así como maximizar la disponibilidad del vehículo, mediante la implementación de métodos mejorados de diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna de un vehículo?

Justificación

La justificación de esta tesis sobre el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna radica en la importancia y relevancia que tiene este tema en el campo automotriz actual. A medida que los vehículos se vuelven cada vez más sofisticados y dependientes de sistemas electrónicos, es fundamental comprender y abordar los desafíos asociados con el diagnóstico y reemplazo de estos subsistemas.

En primer lugar, el diagnóstico preciso de las fallas en los sistemas eléctricos y electrónicos del motor de combustión interna es fundamental para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de los vehículos. Las fallas en estos subsistemas electrónicos pueden tener un impacto significativo en la eficiencia del motor, ya que, así como en la emisión de gases

contaminantes. Por lo tanto, contar con técnicas y herramientas efectivas de diagnóstico permitirá identificar y solucionar rápidamente los problemas, evitando daños mayores y reduciendo los costos de reparación.

Se debe considerar que la falta de compatibilidad entre los nuevos componentes y el sistema existente, así como una instalación incorrecta, pueden ocasionar problemas adicionales e incluso poner en riesgo la seguridad del conductor y los pasajeros. Por lo tanto, es esencial investigar las mejores prácticas y recomendaciones para un reemplazo efectivo y seguro de estos subsistemas.

En resumen, este proyecto se basa en la necesidad de abordar los desafíos y mejorar las prácticas relacionadas con el diagnóstico y reemplazo de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna. Esta investigación contribuirá a mejorar la eficiencia, la seguridad y el rendimiento de los vehículos, así como a reducir los costos asociados con las reparaciones y reemplazos. Además, proporcionará una base de conocimientos y orientación para los expertos y técnico de la automoción, así como para la industria del automóvil en su conjunto, para contribuir a un mayor desarrollo en esta área.

Objetivos

Objetivo General

Diagnosticar y reemplazar de los subsistemas eléctricos y electrónicos correspondientes al motor de combustión interna G16B.

Objetivos Específicos

- Comprender los principios básicos del funcionamiento de los subsistemas eléctricos y electrónicos en un motor de combustión interna G16B.
- Investigar los diagramas electrónicos del motor G16B y herramientas de diagnóstico.
- Aprender a utilizar herramientas de diagnóstico apropiadas para identificar problemas en los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor G16B.

- Diagnosticar posibles fallas o daños de los subsistemas eléctricos y electrónicos del motor.
- Poner a punto el motor de combustión a gasolina.

Alcance

Para comprobar el correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos del motor G16B se efectuará un diagnóstico técnico para garantizar el delicado trabajo de los distintos sistemas y componentes. Además, de comprobaciones y verificaciones en cada componente que constituye los subsistemas que están generando que exista pérdida de potencia y energía para el adecuado funcionamiento.

El trabajo investigativo, posee como protocolo una serie de pruebas que permitan determinar el funcionamiento correcto del motor de combustión interna G16B, lo cual se verificará que todos los componentes conformados de los sistemas eléctricos y electrónicos asociados al motor de combustión interna que cumplan con su correcto funcionamiento como el sistema de encendido, el sistema de inyección de combustible, el sistema de control del motor, el sistema de carga, el sistema de arranque, entre otros con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los diferentes sistemas eléctricos y electrónicos que podemos encontrar dentro del vehículo.

El proyecto deberá indicar la operatividad de los sensores que se encuentren trabajando en los valores establecidos por el fabricante además el sistema eléctrico no generará fallas al momento de la puesta a punto del motor.

Capítulo II

Marco teórico

Introducción a los motores de combustión interna

Un motor de combustión interna es un motor que obtiene energía mecánica a través de la energía química del combustible que se quema dentro de la cámara de combustión.

(Anónimo, 2019) El nombre fue recibido en base a su función, en la que el proceso ocurría en la cámara de combustión. Los primeros intentos de motores de combustión interna funcionaban con una mezcla aire combustible aspirada o se soplaba durante el primer movimiento del sistema, es decir no poseía el ciclo de compresión. (Meza, 2021) La diferencia más significativa entre los motores de combustión interna modernos y los modelos más antiguos es el uso de la compresión. (Bustos et al., 2010, pp. 1-2)

Se necesita energía mecánica para operar diferentes tipos de maquinaria, esta energía se puede obtener por energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más utilizada es la energía térmica obtenida de la combustión de combustibles fósiles, como los hidrocarburos. Entre los dispositivos que convierten la energía térmica en trabajo se encuentran los motores de combustión interna, que a nivel mundial consumen el 80% de su energía a partir de hidrocarburos. El motor de combustión interna convierte la energía térmica del combustible en trabajo útil. ("Práctica de desmontaje y montaje del motor de bicicleta Otto"). El papel del motor de combustión interna es realizar un trabajo mecánico a partir de la energía química contenida en el combustible. En un motor de combustión interna, la energía se libera quemando u oxidando el combustible del motor. (Rafael & Hernández, n.d.)

Principios básicos de funcionamiento.

Según lo que manifiesta (Admin.,, 2022) que: "Para abordar el funcionamiento de un motor, debemos conocer los principios que producen su movimiento. ¿Cómo se puede

convertir la energía en movimiento y este movimiento en la fuerza que hace que el automóvil se mueva? Los principios que hacen funcionar el motor son el ciclo térmico de Otto, el mecanismo del cigüeñal y la reacción química que se convierte en energía mecánica.

Transformación de movimiento

Para la transformación de movimiento se emplea el mecanismo biela-manivela con dicho mecanismo se convierte la rotación de un eje en movimiento lineal alterno. "También convierte el movimiento lineal alternativo en rotación continua sobre el eje". (Admin., 2022)

En el automóvil los componentes del sistema serían como manivela el cigüeñal y la palanca es la biela. (Admin., 2022)

Relación estequiométrica

"La relación estequiométrica implica la reacción química que existe entre el aire y combustible varía constantemente en el motor." La proporción se calcula dependiendo del peso. (Admin., 2022)

Proporción de mezcla aire combustible

La proporción de la mezcla ideal es de 14,7 gramos de aire por gramo de combustible. Sin embargo, los MCI no son capaces de crear condiciones homogéneas entre el aire y el combustible, por lo que los fabricantes modifican sus diseños para lograr una mezcla homogénea. Existe dos parámetros que verifica que proporción de mezcla puede existir en el motor como es a mayor presencia de aire en relación a combustible se le conoce como mezcla pobre, al ser el caso a mayor presencia de combustible y menos cantidad de aire en cambio se indica que es mezcla rica; esta variación depende del rendimiento de un motor. Si un motor funciona a una velocidad constante y cambia la proporción de aire a combustible que se le suministra, su potencia cambiará. En definitiva, lo que necesitas saber es si esta reacción química se convierte en energía o en energía mecánica. (Admin., 2022)

Ciclo Otto

Toma el nombre debido a Nicolas Otto, que en 1872 descubre el funcionamiento del mismo indicando que posee cuatro tiempos. Para comprender cómo funciona el ciclo Otto, es necesario conocer algunos términos que indican la posición de los pistones en la parte interna del motor como son: Punto muerto inferior (PMI), y el punto muerto superior (PMS). La distancia entre los puntos de posición del pistón se los conoce como carrera. (Admin., 2022)

El ciclo teórico de Otto consta de cuatro tiempos (admisión, compresión, recuperación y escape) y el proceso comienza con la mezcla uniforme del aire combustible que ingresa al carburador o cuerpo del acelerador. (Admin., 2022)

Según nos indica (Admin., 2022) que: “Dentro del cilindro, la mezcla se enciende y el calor generado por la combustión aumenta la presión del aire comprimido, provocando trabajo a través del pistón, la biela y el cigüeñal. El gas combustible se descarga a través del tubo de escape y se reemplaza por una nueva cantidad de mezcla después de cada combustión.

Admisión: el pistón está en el punto muerto superior, la válvula de admisión se abre para permitir que la mezcla de aire y combustible aspirada por el pistón baje al punto muerto inferior. (Admin., 2022)

Compresión: los pistones suben de PMI a PMS, comprimiendo la mezcla; las válvulas permanecen cerradas. En el punto muerto superior, la bujía salta y comienza a mezclar aire y combustible a un volumen constante. (Admin., 2022)

Expansión: El aumento de presión genera un aumento de temperatura que empuja el pistón hacia abajo, transmitiendo una enorme fuerza desde la biela al cigüeñal que sirve para realizar los tres tiempos restantes, las dos válvulas se cierran. (Admin., 2022)

Escape: El pistón se encuentra en la parte inferior de la ccarrera, por lo cual se necesita que la válvula de escape se abra con el fin de evacuar los gases después de la combustión,

dicho proceso se realiza con el movimiento del pistón trasladándose al punto muerto superior. "

(Admin., 2022)

El trabajo de un ciclo completo se lleva al cabo con 720° de giro del cigüeñal, es decir para el ciclo de admisión, compresión combustión y escape se va realizando cada 180° del cigüeñal. (Admin., 2022)

Funcionamiento del motor de combustión interna

Existe una relación entre los mecanismos asociados a la reacción química y el ciclo de Otto, que conducen a la conversión de energía química en energía mecánica. La mezcla de aire y combustible reacciona con la chispa para crear un movimiento lineal en el pistón, que se convierte en un movimiento circular en el cigüeñal. (Admin., 2022)

Motores de combustión interna de 4 tiempos

Una secuencia de operaciones realizadas en un cilindro y repetidas periódicamente se llama ciclo. El tiempo del ciclo se mide por el número de carreras del pistón requeridas para completar el ciclo. Por tanto, se dice que un motor alternativo es de cuatro tiempos cuando se realiza un ciclo completo en cuatro tiempos del pistón; y el doble cuando dos son suficientes para completar el ciclo. (Gallegos, 2015)

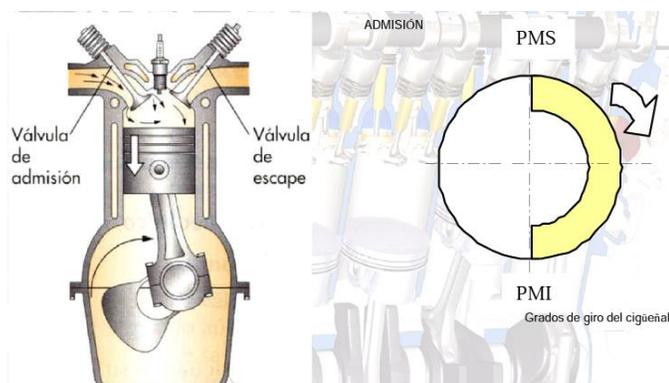
Ciclo teórico de trabajo de un motor de cuatro tiempos

Primer tiempo: Admisión

Durante este tiempo, el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) y efectúa su primera carrera o desplazamiento lineal. Durante este desplazamiento el cigüeñal realiza un giro de 180° . (Gallegos, 2015)

Figura 1

Tiempo de admisión del MCI



Nota. Se detalla el tiempo de admisión que parte del PMS al PMI. Tomado de (Gallegos, 2015)

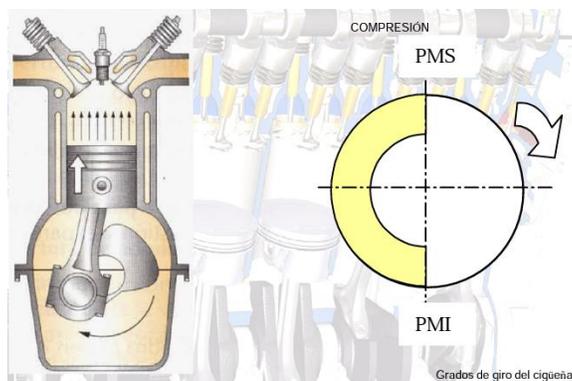
Mientras se realiza este recorrido del émbolo, la válvula de admisión permanece abierta y, debido al aumento de volumen en el cilindro provoca un vacío que aspira la mezcla de aire y combustible que entra en el cilindro a gran velocidad para, de esta forma llena la totalidad del cilindro. Cuando el pistón llega al PMI se cierra la válvula de admisión, quedando la mezcla encerrada en el interior del cilindro. (Gallegos, 2015)

Segundo tiempo: Compresión

“En este tiempo el pistón efectúa su segunda carrera y se desplaza desde el PMI al PMS. Durante este recorrido el cigüeñal realiza otro giro de 180º completando de esta forma, la primera vuelta de este”. (Gallegos, 2015)

Figura 2

Tiempo de Compresión del MCI



Nota. Se detalla el tiempo de compresión que parte del PMI al PMS. Tomado de (Gallegos, 2015)

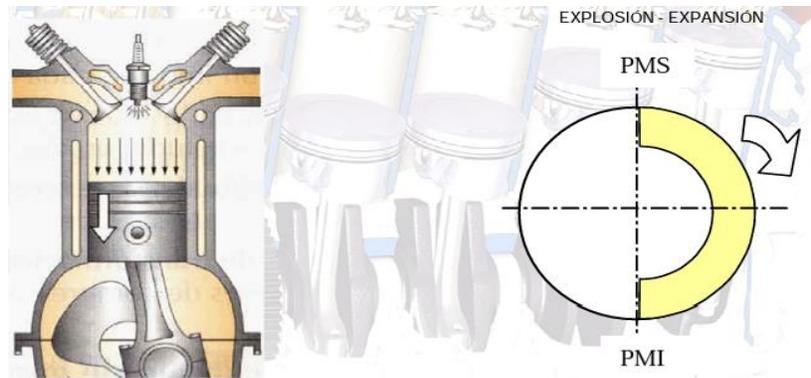
Durante este desplazamiento las válvulas permanecen cerradas, el pistón comprime la mezcla reduciendo el volumen de la masa gaseosa de aire y gasolina, según la relación de compresión del motor. El aumento de presión eleva la temperatura de la mezcla, favoreciendo la evaporación y homogeneidad de la mezcla gaseosa. (Gallegos, 2015)

Tercer tiempo: Explosión – Expansión

Al llegar el pistón al PMS se hace saltar, por medio de la bujía, una chispa eléctrica en el interior de la cámara de combustión que quema rápidamente la mezcla comprimida provocando un aumento de la temperatura, apareciendo una alta presión que empuja al pistón hacia el PMI y transformándose así la energía calorífica, liberada en la combustión, en energía mecánica. El descenso del pistón aumenta el volumen dentro del cilindro, dando lugar a una disminución de la presión. (Gallegos, 2015)

Figura 3

Tiempo de Explosión del MCI



Nota. Se detalla el tiempo de explosión que parte del PMS al PMI. Tomado de (Gallegos, 2015)

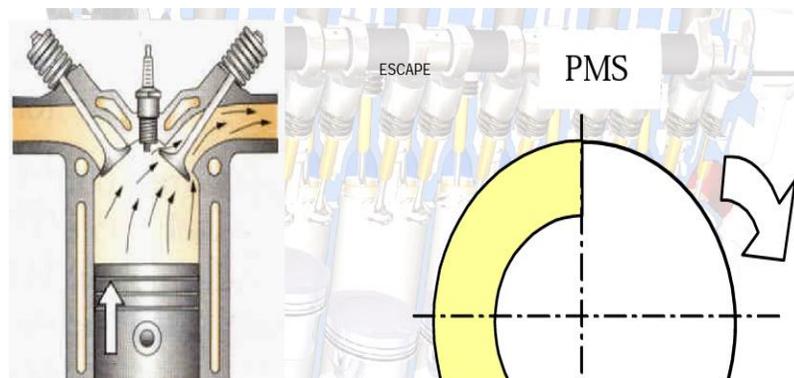
Durante esta carrera, llamada carrera motriz, por ser la única del ciclo en la que se produce trabajo, el pistón realiza su tercera carrera, desde el PMS al PMI, y hace girar otros 180° al cigüeñal. (Gallegos, 2015)

Cuarto tiempo: Escape

En este tiempo el pistón realiza su cuarta y última carrera desde el PMI al PMS, mientras el cigüeñal, con su giro de 180°, completa las dos vueltas. (Gallegos, 2015)

Figura 4

Tiempo de Escape del MCI



Nota. Se detalla el tiempo de escape que parte del PMI al PMS. Tomado de (Gallegos, 2015)

Al final de la carrera de expansión la válvula de escape se abre y a través de ella, por diferencia de presión, los gases quemados procedentes de la combustión salen a la atmósfera; el resto de los gases son barridos por el pistón en su desplazamiento hacia el PMS. (Gallegos, 2015)

Así pues, se efectúan cuatro carreras durante dicho ciclo, de las cuales, en una solamente se produce trabajo. Las otras tres son imprescindibles para la obtención del trabajo en esta cuarta. El cigüeñal, por tanto, recibe un impulso cada dos vueltas completas, que proporciona al volante de inercia la energía suficiente para arrastrar al cigüeñal durante la vuelta y media siguiente en las que no recibe impulso alguno, sin que su velocidad de rotación disminuya en Grados de giro del cigüeñal exceso. (Gallegos, 2015)

Subsistemas eléctricos y electrónicos en un motor de combustión interna:

Subsistema eléctrico de un MCI

Sistema eléctrico de un motor de combustión interna desempeña un papel crucial en el funcionamiento y rendimiento general del vehículo. Es responsable de suministrar energía eléctrica a los diferentes componentes y sistemas del automóvil, asegurando su correcto funcionamiento y brindando comodidades al conductor y a los pasajeros.

Este sistema eléctrico está compuesto por varios subsistemas que trabajan en conjunto para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del motor.

Sistema de Encendido

Sistema eléctrico de un motor de combustión interna desempeña un papel crucial en el funcionamiento y rendimiento general del vehículo. Es responsable de suministrar energía eléctrica a los diferentes componentes y sistemas del automóvil, asegurando su correcto funcionamiento y brindando comodidades al conductor y a los pasajeros.

Este sistema eléctrico está compuesto por varios subsistemas que trabajan en conjunto para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del motor.

Sistema eléctrico de un motor de combustión interna desempeña un papel crucial en el funcionamiento y rendimiento general del vehículo. Es responsable de suministrar energía eléctrica a los diferentes componentes y sistemas del automóvil, asegurando su correcto funcionamiento y brindando comodidades al conductor y a los pasajeros.

Este sistema eléctrico está compuesto por varios subsistemas que trabajan en conjunto para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del motor.

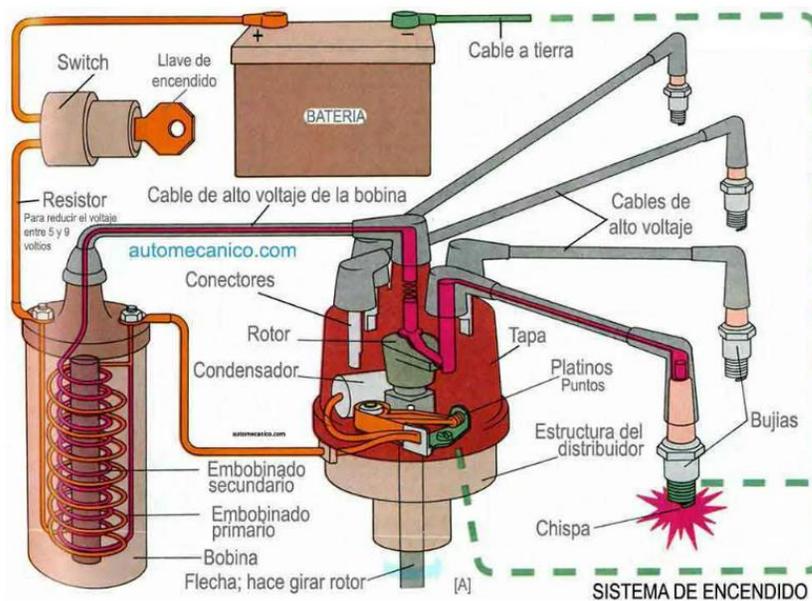
Componentes del sistema de encendido

Básicamente un sistema de encendido está compuesto por:

- **La batería:** Es la encargada de proporcionar la energía para el funcionamiento del circuito.
- **Llave de encendido:** Cierra el circuito para que el sistema de encendido se ponga en funcionamiento. (“Sistemas de encendido: Tipos y Principios de funcionamiento”)
- **Distribuidor (Según el sistema de encendido):** Es el elemento encargado de distribuir la chispa en el momento preciso.
- **Bobina:** Transforma la baja tensión de batería en alta tensión.
- **Sensores** (Según el sistema de encendido)
- **Unidad de control de motor (ECU)** (Según el sistema de encendido)
- **Cables:** Son necesarios para transmitir la corriente del sistema hasta las bujías.
- **Bujías:** Por lo general se ubican en la cámara de combustión, son las encargadas de generar la chispa para que se realice la combustión. (Federico, 2019)

Figura 5

Componentes del sistema de encendido.



Nota. Se detalla cada componente del sistema de encendido del MCI. Tomado de (Menna, 2018)

Bobina de encendido

Las bobinas de encendido funcionan según el principio del transformador. Básicamente, se componen de un bobinado primario, un bobinado secundario, el núcleo de hierro, una carcasa con material de aislamiento y, actualmente, también resina epoxi de dos componentes.

"En el núcleo de hierro de finas hojas de acero individuales se aplican dos elementos a la bobina, por ejemplo:"

- El bobinado primario, hecho de cable de cobre grueso con unas 200 vueltas (diámetro aproximado de 0,75 mm²).
 - "El secundario, de cable de cobre fino con unas 20.000 vueltas (diámetro aproximado de 0,063 mm²)."
- (“Información completa sobre las bobinas de

encendido”) (“Información completa sobre las bobinas de encendido”) (Federal, 2018)

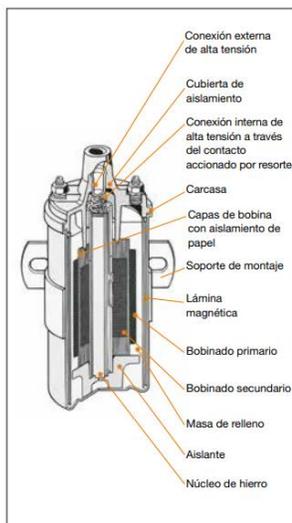
Cuando se cierra el circuito de la bobina primaria, se genera un campo magnético en la bobina. El voltaje inducido es generado por la autoinductancia. Durante el encendido, la corriente de la bobina se interrumpe en la última fase. El campo magnético que colapsa instantáneamente en el devanado primario produce un alto voltaje inducido. Se convierte en la parte secundaria de la bobina y se convierte en "número de devanados secundarios y número de devanados primarios". Se produce un destello de alto voltaje en la bujía, que a su vez hace que la zona de la chispa se ionice, creando una corriente eléctrica. Esto continúa hasta que se libera la energía almacenada. A medida que rebota, la chispa enciende la mezcla de aire y combustible. (Federal, 2018)

Las bobinas de encendido que se utilizan en los sistemas de encendido de los automóviles modernos pueden producir voltajes de hasta 45 000 V. Por lo tanto, es muy importante evitar una combustión incompleta y por lo tanto una combustión incompleta. Esto no es solo para evitar dañar el convertidor catalítico del vehículo, sino que la combustión incompleta aumentará las emisiones, lo que a su vez aumentará la contaminación ambiental.(Federal, 2018)

Las bobinas de encendido son componentes sujetos a cargas eléctricas, mecánicas y químicas muy altas, independientemente del sistema del motor de encendido (distribución de alta tensión estática, distribución de potencia rotativa de alta tensión, bobina de chispa doble, bobina de chispa única). Deben funcionar perfectamente y tener una larga vida en diversas condiciones de instalación (montados en la carrocería, en el bloque del motor o en bujías montadas directamente en la culata). (Federal, 2018)

Figura 6

Partes de la bobina



Nota. Se detalla cada parte de una bobina de encendido. Tomado de(Federal-Mogul, 2018, p. 8)

Tipos de encendido

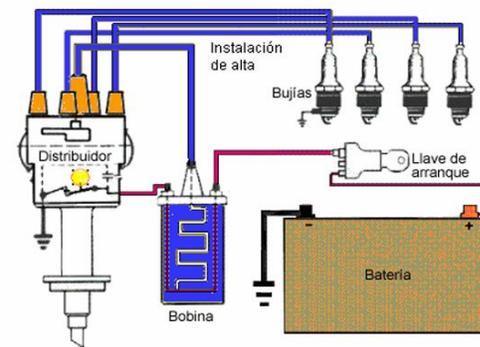
Sistema de encendido convención

Este mecanismo de encendido es el más común. Consiste en una bobina que convierte la corriente de bajo voltaje de la batería en la corriente de alto voltaje requerida para crear una chispa entre los electrodos de la bujía; una placa de platino que abre y cierra el paso de corriente del circuito primario de la bobina; y un capacitor que absorbe la corriente de ráfaga que se generará entre el interruptor o los contactos de platino y hará que el circuito se rompa más limpiamente o más rápido a tierra, por lo que la saturación de la bobina es más eficiente a altas tensiones, además de proteger el platino. contactos libres de la descarga que se produce durante su cierre y apertura; distribuidor, que es un mecanismo giratorio que mecánica o eléctricamente rompe el circuito de bajo voltaje, cierra el circuito de alto voltaje y, por lo tanto, libera la chispa; el cable de la bujía, que se encuentra entre el distribuidor de encendido y las

conexiones de la bujía, y por último, por supuesto, la bujía, que envía la tensión necesaria a través de los electrodos para encender la mezcla. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 7

Partes del sistema de encendido con distribuidor.



Nota. Se detalla cada parte que está conformado el sistema de encendido con distribuidor.

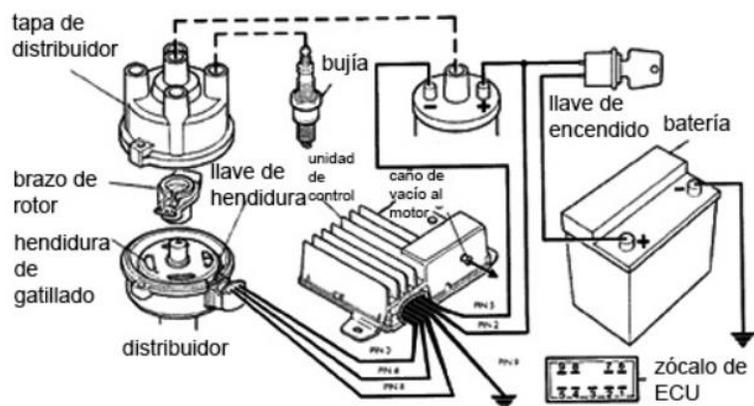
Tomado de (Cardenas & Kaslin, 2016, p. 13)

Electrónico con distribuidor

El encendido electrónico con distribuidor reemplaza el punto de encendido por un generador de impulsos y un módulo electrónico que determina el tiempo de formación de chispa y lo envía al distribuidor y de allí a las bujías. Estos sistemas pueden producir un voltaje más alto para encender las bujías, hasta 40 000 voltios, además de una mejor respuesta a altas revoluciones. Son mucho más confiables que los sistemas de encendido tradicionales porque no requieren calibración ni mantenimiento regular. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 8

Partes del sistema de encendido electrónico con distribuidor.



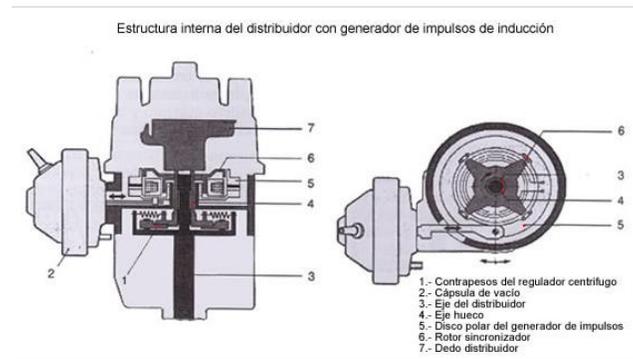
Nota. Se detalla cada parte que está conformado el sistema de encendido electrónico con distribuidor. Tomado de (Distribuidor de encendido electrónico, s. f.)

Encendido electrónico por impulsos de inducción

El sistema cuenta con los mismos elementos (batería, bobina, distribuidor y bujía) que se utilizan en un encendido convencional, además se puede utilizar la misma alimentación centrífuga y de vacío para cambiar los puntos de encendido. En la cabeza del distribuidor, el interruptor clásico se reemplaza por un generador de pulsos de voltaje de inducción, cuya señal se envía al circuito electrónico apropiado para controlar la corriente primaria e interrumpirla. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 9

Partes del sistema de encendido electrónico por impulsos de inducción



Nota. Se detalla cada parte que está conformado el sistema de encendido electrónico por impulsos de inducción. Tomado de(| MECANICA AUTOMOTRIZ 2015, s. f.)

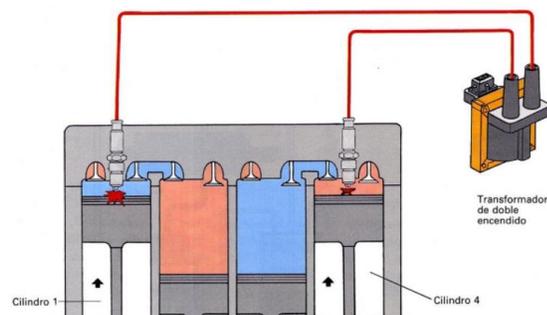
- **Sistema de encendido DIS**

El componente que asume la función del distribuidor se denomina sistema DIS (Sistema de encendido directo). El sistema DIS consta de las siguientes partes: Bobinas, una para cada cilindro o pistón (en algunos casos son dobles, es decir, una para ambos pistones).

Básicamente, este sistema utiliza un sensor de posición del cigüeñal. El sensor envía una señal al módulo de encendido, que recibe la señal y apaga la corriente, creando una chispa. La función es rápida y repetible. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 10

Sistema de encendido DIS



Nota. Se detalla el sistema de encendido DIS del MCI. Tomado de(Salvador, s. f.-a)

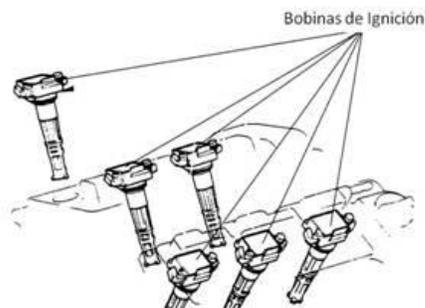
- **Sistema de encendido Bobina independiente**

El sistema de encendido de bobina independiente funciona según el mismo principio que el sistema DIS. Su característica principal es que cada bujía tiene una bobina. Estas bobinas generan chispas en respuesta a las señales enviadas por el sensor de posición del cigüeñal. La polea del cigüeñal está diseñada con dientes y/o ventanas para indicar exactamente cuándo el cilindro alcanza el punto muerto superior. Si estos sensores no funcionan correctamente, la chispa de encendido se interrumpe, por lo que no se producirá el encendido. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 11

Sistema de encendido con bobina independiente.

Sistema de Ignición Directa (Ignición Independiente)



Nota. Se detalla el sistema de encendido con bobina independiente. Tomado de(Salvador, s. f.- b)

Oscilograma de Encendido

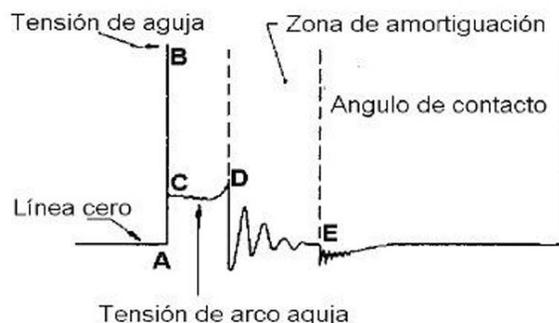
El diagrama de forma de onda del ciclo de encendido corresponde a una representación gráfica del voltaje obtenido en los circuitos primario y secundario de la bobina a lo largo del tiempo. (Días, 2017)

Esta representación es una de las formas más comunes que se utilizan para las pruebas de rendimiento completas, que produce dos gráficos de curvas, a saber: el gráfico de curvas principal y el gráfico de curvas secundarias. (Días, 2017)

Los oscilogramas una herramienta de diagnóstico que puede detectar fallas en el sistema de encendido, el sistema de formación de mezcla e incluso el propio motor. (Días, 2017)

Figura 12

Oscilograma de encendido



Nota. Se detalla el oscilograma del circuito secundario de la bobina. Tomado(Días, 2017, p. 5)

Fallas en el sistema de encendido

- **El motor no arranca.** Esto sucede principalmente en los meses de invierno, cuando el aceite del motor se espesa por el frío y las baterías se descargan más rápido. Después de varios intentos fallidos de arrancar el automóvil, las bujías pueden estar inundadas de gasolina. Si este es el caso, necesitan ser reemplazados. (AUTODOC-CLUB, 2020)
- **Ralentí irregular.** Esta condición puede ser causada por un cable de alto voltaje dañado o un cortocircuito en la bobina de encendido. El uso de una batería descargada generalmente acorta la vida útil de estos componentes. (AUTODOC-CLUB, 2020)
- **El motor funciona de manera inestable al acelerar.** A veces, la fuente de este error es el agua que ingresa a la bobina de encendido, las bujías o los cables de alto voltaje. Esto puede suceder, por ejemplo, si lava el compartimiento del motor con un lavado eléctrico. (AUTODOC-CLUB, 2020)
- **Se pueden escuchar sonidos de chasquidos provenientes del colector de admisión o del silenciador.** Esto sucede debido a un ajuste de encendido incorrecto

después de reparaciones de mala calidad. El uso de bujías con una salida de calor insuficiente también puede causar ruidos extraños. (AUTODOC-CLUB, 2020)

- **Aumento del consumo de combustible.** Esto suele ser causado por cables de alto voltaje mal conectados o por aislamiento agrietado. Esto da como resultado una fuente de alimentación inestable. (AUTODOC-CLUB, 2020)
- **Fallos del equipamiento eléctrico.** Esto puede suceder cuando el interruptor de encendido falla debido a un interruptor eléctrico quemado. Además, el dispositivo puede dañarse debido a un uso descuidado o intento de robo. (AUTODOC-CLUB, 2020)

Subsistema electrónico de un MCI

El sistema electrónico en un motor de combustión interna moderno es esencial para su funcionamiento eficiente y confiable. El sistema electrónico controla y supervisa varios aspectos del motor, permitiendo un mejor rendimiento, economía de combustible y reducción de emisiones.

El corazón del sistema electrónico es la Unidad de Control del Motor (ECU, por sus siglas en inglés), también conocido como Módulo de Control del Motor (PCM). La ECU es una computadora a bordo que recopila información de varios sensores distribuidos en todo el motor y toma decisiones en tiempo real en función de esos datos.

Los sensores proporcionaron información vital sobre diferentes parámetros del motor, como la temperatura del aire y del refrigerante, la posición del acelerador, la presión del colector de admisión, la velocidad del cigüeñal, entre otros. Estos datos son procesados por la ECU, que utilizan algoritmos y mapas predefinidos para tomar decisiones sobre la inyección de combustible, el encendido, el control de la recirculación de gases de escape, el control de la mezcla aire-combustible y otros aspectos.

La ECU también se comunica con otros módulos del vehículo, como el sistema de transmisión, los sistemas de frenos antibloqueo (ABS) y el sistema de control de tracción, para coordinar y optimizar el rendimiento general del automóvil.

Además de la ECU, el sistema electrónico también incluye componentes como la bobina de encendido, las bujías, los inyectores de combustible, los actuadores del motor y los relés. Estos componentes son controlados por la ECU para realizar diversas funciones y ajustes, garantizando un funcionamiento óptimo del motor.

El sistema electrónico de un motor de combustión interna es una red compleja de componentes y sensores que trabajan en conjunto para controlar y supervisar diferentes aspectos del motor. Este sistema mejora la eficiencia, el rendimiento y la confiabilidad del motor, al tiempo que cumple con los estándares de emisiones y las demandas de los conductores modernos. (García , 2017)

Sistema de Inyección Electrónica

El sistema de inyección electrónica es una tecnología avanzada que reemplazó en gran medida al sistema de carburación tradicional en los motores de combustión interna. Su principal función es administrar la cantidad de combustible que ingresa al motor, asegurando una mezcla adecuada de aire y combustible para lograr una combustión eficiente.

También es capaz de realizar otros ajustes y funciones, como el control del ralentí, la compensación de altitud, el control de emisiones y el monitoreo del sistema en busca de fallos o anomalías. Algunos sistemas de inyección electrónica más avanzados también pueden incluir inyección directa de combustible, donde el combustible se inyecta directamente en la cámara de combustión en lugar de en el colector de admisión.

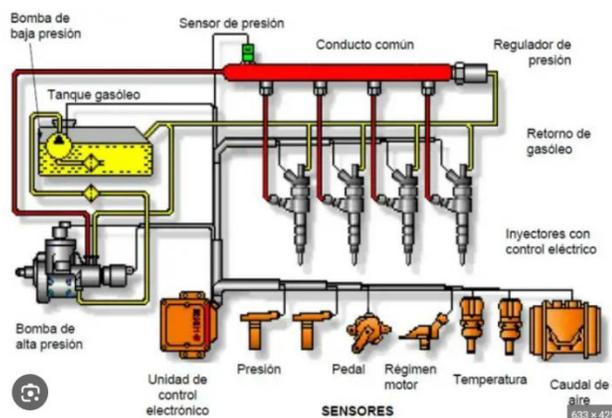
Es un sistema sofisticado que administra con precisión la cantidad de combustible inyectado en el motor. Este sistema utiliza una ECU y sensores para calcular y ajustar continuamente la mezcla de aire y combustible, asegurando una combustión eficiente y

optimizando el rendimiento, la economía de combustible y las emisiones del vehículo. (Cesvi, 2015)

Funcionamiento del sistema de inyección

Figura 13

Funcionamiento del sistema de inyección



Nota. Se detalla el funcionamiento del sistema de inyección del MCI. Tomado de (INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE (sistema) | Partes y su funcionamiento, s. f.)

El funcionamiento del sistema de inyección electrónica es fácil de entender cómo funciona. La bomba de combustible toma combustible del tanque y fluye a través de los canales del sistema de combustible. El filtro de combustible elimina posibles impurezas que eventualmente terminan en el tanque de combustible. (Lopez Donaire , 2021)

El combustible fluye a través del regulador de presión hacia el riel de inyección, donde se acumula a la presión correcta. Elemento que devuelve el exceso de combustible al depósito. La unidad de control le dice a los inyectores que suministren la cantidad correcta de combustible y la cantidad exacta de aire a través del acelerador. Todo ello gracias a los citados sensores. La bobina de encendido proporciona voltaje suficiente a la bujía para encender la mezcla (motor de gasolina). En un motor diésel, la ignición se crea por la presión que actúa sobre la mezcla de aire y combustible diésel. (Lopez Donaire , 2021)

Cabe añadir que existen muchos tipos de inyecciones y por tanto más elementos según el sistema. Por ejemplo, los motores de inyección directa tienen una bomba de alta presión para proporcionar la presión correcta para el sistema de inyección electrónica (alrededor de 50 a 100 bar). De lo contrario, el inyector no podrá rociar suficiente combustible para mezclar bien en la cámara de combustión. (Lopez Donaire , 2021)

Los sistemas de inyección electrónica tienen muchas ventajas sobre los sistemas de inyección mecánica, ya que proporcionan una mayor presión de inyección además de un mejor control de la mezcla. (Lopez Donaire , 2021)

El funcionamiento básico es el siguiente: La unidad de control recibe información de varios sensores distribuidos por todo el motor, como el volumen de aire de admisión, la temperatura del motor o la velocidad del motor. (Lopez Donaire , 2021)

En base a estos datos, la centralita consulta su perfil y decide cuánto tiempo debe estar abierto el inyector, luego envía una señal electrónica al inyector para que retraiga la aguja, cerrando el canal y permitiendo la inyección de combustible. Dependiendo del número de inyectores, puede ser inyección de punto único, donde todos los cilindros tienen un inyector (similar a los carburadores), o múltiple, donde cada cilindro tiene uno (o más) inyectores. (Lopez Donaire , 2021)

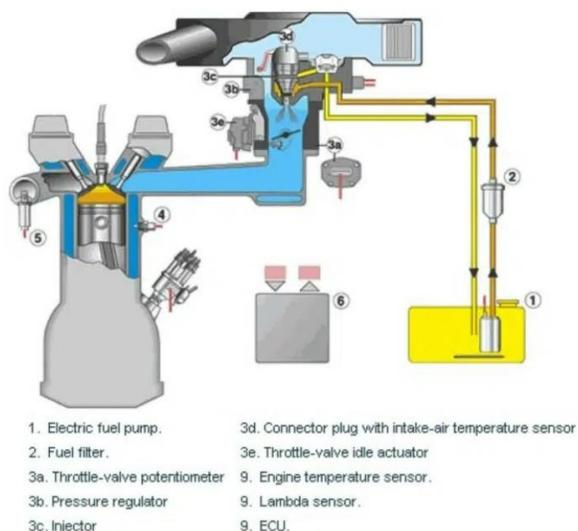
También puede ser inyección directa si se lleva a cabo en la misma cámara de combustión o inyección indirecta si se lleva a cabo en una cámara de combustión separada, lo cual es útil porque crea más turbulencia, pero se usa mucho hoy en día en un turbocompresor, no hay necesidad. (Lopez Donaire , 2021)

Componentes del Sistema de Inyección

Los ahorros en componentes mecánicos se compensan con una gran cantidad de componentes electrónicos como sensores y actuadores. Estos son los factores que realmente hacen que el motor sea más adaptable y estable. (Lopez Donaire , 2021)

Figura 14

Componentes del sistema de inyección.



Nota. Se detalla los componentes que conforma el sistema de inyección del MCI. Tomado de(Donaire, 2021)

Se detalla a continuación la función de cada uno de los componentes del sistema de inyección electrónica:

- **Bomba de combustible eléctrica y sensor de nivel de líquido:** responsable de medir la cantidad de combustible y bombearlo fuera del tanque de combustible.
- **Filtro de combustible:** capta las posibles impurezas del combustible para que no llegue al sistema de inyección electrónica ni al motor.
- **Rampa de inyección o common rail:** además de suprimir la pulsación del líquido en la apertura y cierre del inyector, es posible almacenar la cantidad de combustible necesaria para el motor, independientemente de la fase de uso.
- **Regulador de presión de combustible:** mantenga constante la presión de combustible para evitar daños en las boquillas o líneas del sistema de inyección electrónica. Cuando la presión es muy alta, abre una válvula que devuelve la presión restante al tanque.
- **Inyectores piezoeléctricos:** envían combustible a la cámara de combustión (inyección directa) o al aire de admisión (inyección indirecta) donde se mezcla con el aire.

- **Bobina de encendido:** responsable de proporcionar suficiente voltaje para que la bujía encienda la mezcla de aire y combustible.
- **Cuerpo de mariposa y su sensor de posición:** Es una válvula de mariposa que controla la cantidad de aire que ingresa al motor.
- **Bujía:** Crea la chispa necesaria para encender el combustible en la cámara de combustión.
- **Sensor de masa de aire:** también conocido como sensor MAF (Mass Air Flow), este es un sensor que siempre mide la cantidad de aire que ingresa al motor.
- **Sensor de temperatura del aire de admisión:** mide la temperatura del aire para optimizar el encendido y permitir la corrección de la relación aire-combustible
- **Sensor de velocidad del árbol de levas:** le permite saber qué tan rápido está girando el árbol de levas.
- **Sensor de detonación:** cuando se detectan vibraciones de detonación, se envían comandos al sistema electrónico de gestión del motor para modificar la sincronización de la chispa y la inyección de combustible.
- **Sensor de velocidad del cigüeñal:** determine la velocidad de rotación del cigüeñal midiendo el anillo del volante del motor. Así, la unidad de control conoce la posición del pistón, puede calcular el tiempo de inyección y controlar el accionamiento del motor.
- **Sensor de temperatura del refrigerante:** mide la temperatura del refrigerante del motor y enciende el electroventilador si es necesario.
- **Válvula de control de evaporación de gas del cartucho de carbón EVAP:** invierte la dirección de los vapores de combustible recolectados en el cartucho de carbón activado para ingresar al colector de admisión y quemarse.
- **Sensor de oxígeno de control del recipiente de escape:** Mide la cantidad de oxígeno en los gases de escape para ajustar la relación aire/combustible. Esta característica tiene uno antes y otro después del convertidor catalítico. El otro se utiliza para comprobar el correcto funcionamiento del convertidor catalítico.
- **Sensor de posición del pedal del acelerador:** le dice a la unidad de control del automóvil qué tan fuerte está presionando el conductor el pedal para comprender la necesidad de energía.
- **Unidad de Control (ECU):** Es la unidad de control electrónico encargada de recopilar todos los datos enviados por los distintos sensores mencionados hasta ahora y

controlar el motor de la forma más adecuada. Como tal, a menudo se lo compara con el cerebro de un automóvil. (Lopez Donaire , 2021)

Sensores

Un sensor que recibe información sobre una cantidad física o química del medio ambiente en el que se encuentra y convierte esta información en una señal eléctrica que se puede medir o cuantificar. (Pruebaderuta.com, 2015)

Cuando se inyecta, un sensor recibe la señal de una cantidad física o química y la convierte en una señal eléctrica que se envía a la electrónica centra.

(Pruebaderuta.com, 2015)

Tipos de Sensores

Los vehículos actuales de gasolina y diésel cuentan con diferentes sensores.

Clasificarlos según la función que realizan dentro de ellos:

- **Sensores mecánicos:** Todos están diseñados para abrir y cerrar circuitos, como los que se usan en los sistemas de frenado, que pueden detenerse instantáneamente y no pueden enviar una señal al controlador si el automóvil tiene frenos o no. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)
- **Sensores electrónicos:** Estos tipos son los más efectivos, pero también los más frágiles. Son proporcionados por la red eléctrica para generar señales en función de la variación del voltaje con el número de revoluciones del motor. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)
- **Sensores eléctricos:** Estos sensores tienen un bobinado o una resistencia que se encarga de enviar la señal a la centralita, pero si esta resistencia se funde, se cortarían. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)
- **Sensores Inductivos:** Los sensores inductivos se utilizan en automóviles para medir la velocidad de rotación o detectar la posición angular de un determinado elemento. Sus

principales ventajas son el bajo costo y la simplicidad, mientras que su mayor desventaja es la falta de precisión a bajas velocidades de rotación. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Componentes

Los sensores inductivos utilizados en la industria automotriz incluyen:

- Magnetos permanentes.
- Una bobina de alambre rodea el imán permanente y sus extremos están tensados.
- Se coloca una pieza de material ferromagnético sobre el elemento móvil y se usa para detectar su movimiento cerca del sensor. Esta parte puede tener varios dientes formando la corona. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Funcionamiento

Un sensor inductivo se basa en el voltaje que se genera en la bobina cuando se la somete a una variación de un campo magnético. Cuando la bobina se enrolla en el imán, permanece en un campo magnético fijo y para cambiarlo, se acerca una pieza de material ferromagnético al imán. Las líneas de fuerza del imán son dobladas por el material ferromagnético y el campo magnético varía. Esta transformación crea un voltaje alterno en la bobina. Cuando la parte ferromagnética se acerca al sensor, el voltaje disminuye, y cuando la parte ferromagnética se aleja, el voltaje aumenta. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

La parte ferromagnética debe mantener una distancia mínima del sensor inductivo, pero sin fricción. Este desfase se denomina despeje y suele estar entre dos y tres décimas. Si esta distancia es mayor, el voltaje generado en los dos extremos de la bobina será menor, y si la medida es menor, el voltaje será mayor, pero puede haber fricción debido a las impurezas. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

El voltaje generado en los extremos de la bobina también depende de la velocidad del ferro magneto cuando pasa cerca del sensor. Cuanto mayor es la velocidad, más rápido cambia el campo magnético y se genera más voltaje, mientras que, si la velocidad es baja, el voltaje también será baja. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

El sistema de encendido utiliza sensores inductivos para determinar el momento ideal de chispa en el cilindro y para controlar el tiempo de encendido de la bobina (Stop Angle). Cuanto mayor sea la velocidad de rotación del cigüeñal, mayor será la tensión generada. Esta característica se usa para determinar de manera similar la duración de la activación de la bobina. En el encendido digital, esta tecnología se ha abandonado en favor de un control totalmente digital gracias a las memorias programadas. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Los sensores inductivos se utilizan para detectar la velocidad de rotación y la posición angular del cigüeñal. Velocidad de rotación de las ruedas en el sistema de frenos antibloqueo. Y en algunos medios para detectar la fase del árbol de levas. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

El sensor inductivo está conectado por dos cables que son los dos extremos de la bobina. Si la tensión a medir es muy baja, el cable se blinda con una malla metálica para evitar interferencias de otros sistemas eléctricos.

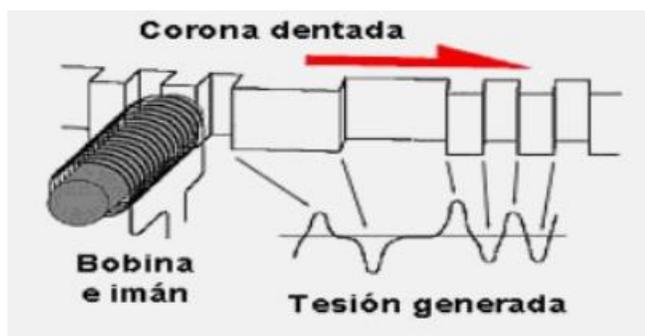
Para comprobar el funcionamiento del sensor inductivo se pueden utilizar dos métodos: resistencia estática o tensión dinámica. Usando un multímetro, es posible medir la resistencia del sensor, que debe estar dentro de los valores proporcionados por el fabricante. También puede medir el valor del voltaje con un multímetro, pero los datos obtenidos deben interpretarse ya que tiene poco que ver con la realidad. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

El multímetro indicará el valor de tensión cuando el motor esté funcionando entre 0,5 y 20 voltios, mientras que con el osciloscopio comprobará si la tensión está en un valor pico a pico entre 2 y 100 voltios, dependiendo del tipo de sensor. La medida de tensión es el dato más fiable, pero también el más complejo, ya que es necesario comparar los datos obtenidos del

multímetro con los datos proporcionados por otro medio con el mismo sensor. Si se utiliza un osciloscopio, es necesario tener suficientes conocimientos técnicos que nos permitan captar con precisión las señales de los sensores e interpretarlas. Además, el fabricante no suele facilitar datos sobre la tensión que genera el sensor. (Cardenas & Kaslin, 2016)

Figura 15

Sensor Inductivo



Nota. Se detalla cómo trabaja el sensor inductivo. Tomado de (Bendati et al., s. f.)

- **Sensores Efecto Hall**

Se utilizan en automóviles para medir la velocidad de rotación o detectar la posición de un determinado elemento. Su principal ventaja es que pueden proporcionar datos fiables a cualquier velocidad de rotación. Y su desventaja es su complejidad y mayor precio en comparación con los sensores táctiles. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Componentes

Un sensor de efecto Hall utilizado en la industria automotriz incluye:

- El generador magnético es generalmente un imán fijo.
- Un pequeño módulo electrónico que contiene componentes de medición de tensión transversal.
- Una corona de metal con una ventana para interrumpir el campo magnético.

Funcionamiento

El sensor de efecto Hall se basa en la tensión transversal de un conductor sometido a un campo magnético. Colocando un voltímetro entre dos puntos de cruce del cable se puede medir esta diferencia de potencial. Para ello, es necesario hacer circular un amperaje fijo en el cable y acercar el imán. Los electrones que pasan a través del conductor se desplazarán hacia un lado. Entonces aparece una diferencia de voltaje entre los dos puntos transversales del cable. Al separar el imán del alambre, la tensión transversal desaparece. Para poder utilizar el voltaje horizontal, se debe amplificar porque su valor es muy bajo. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

La corona de metal se inserta entre el imán de fijación y el módulo electrónico y se fija a un eje giratorio. Dependiendo de la posición de la corona, el campo magnético del imán llega al módulo electrónico. El voltaje obtenido a la salida del módulo electrónico, luego de ser procesado y amplificado, corresponde a un valor alto (entre 5 y 12 voltios) cuando la perilla cubre el campo magnético y bajo (de 0 a 0,5 voltios) cuando la corona descubre el campo magnético. imán. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Los sensores de efecto Hall se usan comúnmente para detectar la posición del árbol de levas, la velocidad del vehículo y, en algunos distribuidores, para determinar el tiempo de encendido. También se pueden usar para ubicar el cigüeñal. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

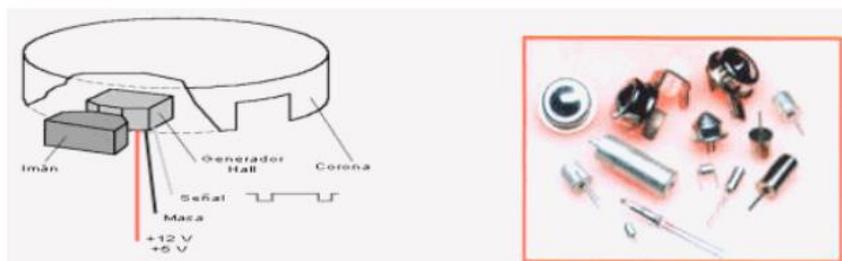
El sensor de efecto Hall está conectado por tres cables. Uno de ellos corresponde a un valor negativo (la masa del vehículo), el otro corresponde a la fuente de alimentación, generalmente 5 o 12 voltios. El tercer hilo corresponde a una señal de salida que varía según la posición de la corona metálica.

Para comprobar el funcionamiento del sensor de efecto Hall basta con comprobar el valor de la tensión de alimentación y el cambio de tensión en la señal de salida cuando alguna

ventana de la corona permita la circulación del campo magnético. (Bendati, Parisi, & Sonocki, 2001)

Figura 16

Sensor efecto Hall



Nota. Se detalla lo que es el sensor efecto Hall. Tomado de(Bendati et al., s. f.)

Sensor Temperatura Del Refrigerante (ECT)

El sensor ECT es el encargado de medir la temperatura del refrigerante en el motor, donde la ECU recibe información del sensor e interpreta los datos proporcionados para actuar y poder ajustar la mezcla aire-combustible, controlar los pulsos de inyección. y activar el ventilador de enfriamiento si es necesario. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 17

Sensor ECT



Nota. Se detalla el sensor ECT del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Está ubicado cerca del termostato o atornillado en el bloque del motor, en la parte superior o cerca del tubo de refrigerante al radiador. Tiene una resistencia que cambiará con el cambio de temperatura, si la temperatura aumenta, el valor de la resistencia disminuye, si la temperatura disminuye, el valor de la resistencia aumenta. es de tipo NTC (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Encendido pobre con el motor en frío.
- Pérdida de potencia.
- Elevado consumo de combustible.
- Niveles de CO₂ muy altos.
- Sobrecalentamiento del motor.

Sensor Temperatura De Aire Del Motor (IAT)

Se encarga de medir la temperatura en el colector de admisión. A través de señales enviadas a la ECU, permiten realizar ajustes de mezcla para determinar la duración del pulso del inyector y la densidad del aire. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 18

Sensor IAT



Nota. Se detalla el sensor IAT del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Lo podemos encontrar en el colector de admisión, en el colector del filtro o integrado en el respectivo sensor MAF o MAP. Utiliza una resistencia tipo NTC como sensor ECT. En otras palabras, a medida que aumenta la temperatura, la resistencia disminuye y viceversa. .

(Montero & Paguay, 2021)

Fallas

- El tiempo de encendido es lento con el motor en frío.
- Aceleración rápidamente elevada.
- Elevado consumo de combustible.
- Altas emisiones contaminantes de CO y advertencia de luz check engine.

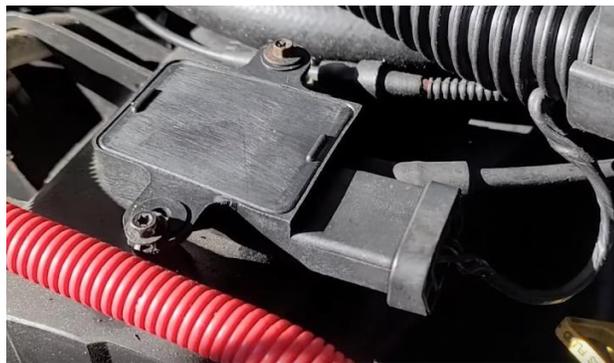
Sensor Presión Absoluta Del Múltiple De Admisión (MAP)

Se encarga de medir la cantidad de aire, funciona detectando la presión existente en el múltiple de admisión, de esta manera la ECU por medio de señales electromagnéticas del sensor calcula el volumen de aire y ajusta la mezcla aire-gas-combustible que necesita motor.

(Montero & Paguay, 2021)

Figura 19

Sensor MAP



Nota. Se detalla el sensor MAP del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Está ubicado en el colector de admisión donde hay un vacío para que funcione correctamente. El sensor MAP está hecho de un material piezoeléctrico, es decir, contiene cristales de silicio, que permiten que su resistencia cambie cuando se somete a un vacío en la entrada del colector. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Consumo excesivo de combustible.
- Baja potencia del motor.
- Arranque en frío demoroso.

Sensor Posición De La Mariposa De Aceleración (TPS)

Su función es decirle a la ECU el estado del acelerador o el ángulo de apertura creado durante la aceleración, permitiendo que entre aire al motor y de esta manera, la ECU, a través de las señales recibidas por el sensor, controle la inyección de combustible. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 20

Sensor TPS



Nota. Se detalla el sensor TPS del MCI. Tomado de. (Montero & Paguay, 2021)

Está ubicado en el cuerpo de mariposa, este sensor es un potenciómetro de reóstato, alimentado con 5 voltios, donde el voltaje varía dependiendo de la posición del eje y la resistencia. Tiene 3 terminales: uno para la corriente, uno para la tierra y otro para la señal a la computadora. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Marcha mínima inestable.
- Jaloneo del motor
- Perdida de potencia.
- Aceleración constante y encendido del Check Engine en el tablero

Sensor De Oxígeno O2

Mide la concentración de oxígeno en los gases de escape, estos gases al entrar en contacto con el sensor de oxígeno generarán un voltaje que es devuelto a la ECU, este voltaje indica la calidad de la mezcla de combustible, así como también puedes ajustar los parámetros como la inyección de combustible o la entrada de aire, consiguiendo un consumo eficiente y una menor contaminación. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 21

Sensor de oxigeno



Nota. Se detalla el sensor de oxígeno del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Está ubicado en el tubo de escape, cerca del motor y frente al convertidor catalítico. También conocido como sensor lambda, este es un elemento sensor electrónico hecho de zirconio y un revestimiento cerámico para soportar altas temperaturas. "El sensor genera una tensión en función de la cantidad de oxígeno que se produce durante la combustión, que oscila entre 0,1 y 0,9, lo que se interpreta como mezcla rica 0,9 V y mezcla pobre 0 V (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Mezcla demasiado rica.
- Emisión mayor de gases contaminantes

Sensor De Posición Del Cigüeñal (CKP)

Recibe señales de la velocidad del motor, rpm y posición del cigüeñal, estos datos son enviados y utilizados por la ECU, para determinar el impulso del inyector y sincronizar el encendido de la bujía. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 22

Sensor de posición del Cigüeñal CKP



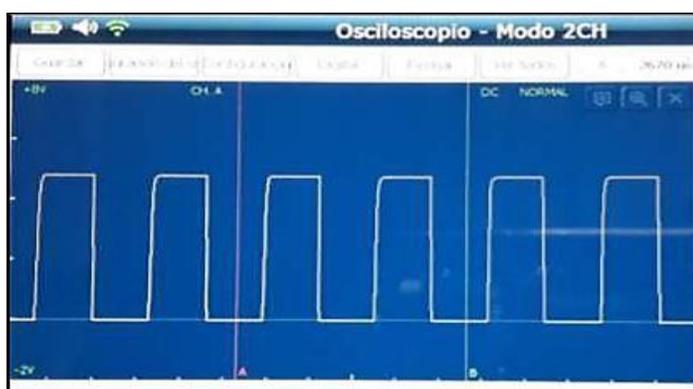
Nota. Se detalla El sensor de posición del Cigüeñal CKP del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Sensor Posición del Cigüeñal (HALL).

El sensor genera una onda cuadrada como señal para cada cilindro del motor, monitorea la posición del cigüeñal y envía una señal a la bobina de encendido, controlada por la ECU, sobre el tiempo exacto de cada tono de pistón cuando llega a PMS de su recorrido para el salto de chispa. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 23

Onda del sensor CKP tipo Hall



Nota. Se detalla la onda del CKP tipo Hall del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Para este tipo de sensor, existen 2 tipos de señal, 0 - 5 V y 0 - 12 V dependiendo de la amplitud. Generalmente, este sensor tiene tres cables, el primero es una fuente de alimentación de 12V o 5V, el segundo es una conexión a tierra. (Montero & Paguay, 2021)

Sensor Posición del Cigüeñal (Inductivo).

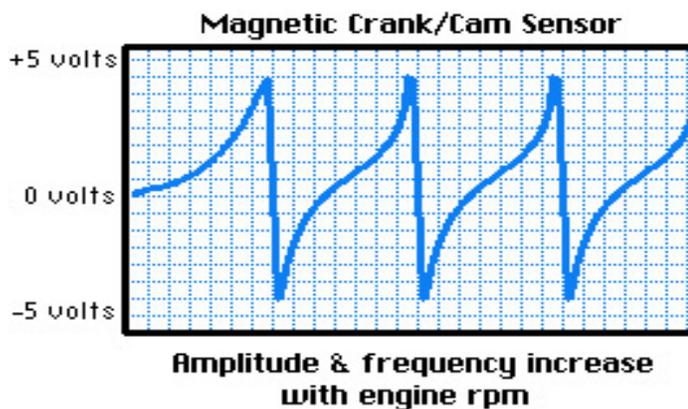
El sensor inductivo es un sensor magnético que genera una onda sinusoidal, que consiste en un cambio cíclico debido a la falta de un diente en la rueda sónica, que notifica a la ECU y al módulo de encendido del PMS de los Cilindro. De esta forma, la ECU calcula las RPM controlando la sincronización y el intervalo de inyección de combustible. (Montero & Paguay, 2021)

Dispone de dos cables respectivamente, uno para volumen y otro para señal, en caso de haber un tercer cable actuará como guarda para proteger el sensor de frecuencias externas.

(Montero & Paguay, 2021)

Figura 24

Onda sensor CKP inductivo



Nota. Se detalla la onda del CKP tipo Inductivo del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- El motor no enciende, se apaga repentinamente.
- El tacómetro cae súbitamente.
- Falta de potencia.
- Se enciende el check engine.

Sensor Flujo De Aire (MAF)

Se encarga de enviar señales a la ECU sobre el caudal y cantidad de aire que está aspirando el motor en cada momento, para enviar una señal eléctrica al controlador. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 25*Sensor MAF*

Nota. Se detalla El sensor MAF del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Está situado detrás del filtro de aire y delante del colector de admisión. Este sensor tiene una resistencia llamada hilo caliente, donde se calienta hasta 100 C debido al voltaje constante que recibe, el cual a su vez se enfría por el aire que ingresa a la admisión, obligando a la ECU a analizar las lecturas de este número y ajustar el combustible. inyección. Suele tener tres hilos correspondientes a tierra, señal y tensión de referencia, en el caso de 4 o 5 hilos el sensor MAF incluye el sensor IAT. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas

- Elevado consumo de gasolina.
- Inestabilidad en ralentí.
- CO elevado.
- Check Engine encendido

Señales

Una señal es información transmitida por un cambio (en la mayoría de los casos) de voltaje entre dos dispositivos electrónicos. Dependiendo del programa, que en este caso se puede definir como un "diccionario" para diferentes valores de señal, se realiza el

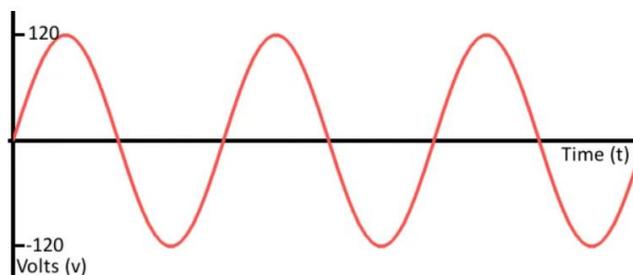
procesamiento de la señal y el dispositivo puede darnos la salida deseada. Sin embargo, las señales no están necesariamente relacionadas solo con dispositivos electrónicos. Un gran ejemplo de transmisión de señales analógicas podría ser un termómetro: gracias a sus propiedades físicas, el mercurio se expande o se contrae, por lo que, si se calibra correctamente, puede darnos a conocer la temperatura en nuestro entorno. (Solectroshop.com, s.f.)

- **Señales Analógicas**

Las señales analógicas son señales continuas, lo que significa que son señales variables en el tiempo donde una cantidad (por ejemplo, corriente, voltaje, potencia) varía con el tiempo. Si uno mira el gráfico de la señal analógica, verá que es un gráfico continuo con un valor definido en cada instante. El mejor ejemplo de una señal analógica es la voz humana. Si observas el histograma de la señal de audio, verás que es una señal continua, siempre válida. Por ejemplo, los encontramos en: del caudalímetro, la presión del turbo o la temperatura del motor. (Solectroshop.com, s.f.)

Figura 26

Señal analógica



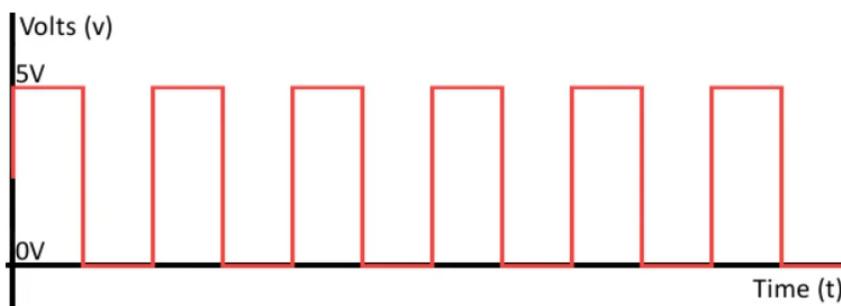
Nota. Se detalla como son las señales analógicas. Tomado de (Solectroshop.com, s.f.)

- **Señales digitales**

Una señal digital es una señal discreta regular con un número finito de valores, y en un sistema binario específicamente dos valores: alto y bajo (1 y 0). Si observamos la gráfica de la señal digital, veremos una onda cuadrada que varía entre dos puntos y no toma ningún otro valor. Una señal binaria que solo puede tomar un valor de 1 o 0 es un ejemplo perfecto de una señal digital. Por ejemplo, se encuentran en una indicación de la conexión o desconexión de ciertos elementos, como el pulso de las rotaciones del sensor Hall. (Solectroshop.com, s.f.)

Figura 27

Señal Digital



Nota. Se detalla como son las señales digitales. Tomado de (Solectroshop.com, s.f.)

- **Señal Pulsatoria**

Uno experimenta frecuentes cambios de magnitud a partir de un valor constante.

Ejemplo: sensor de RPM o sensor de temperatura. (ro-des.com, 2022)

Actuadores

Son elementos electromecánicos controlados por la ECU que, gracias a la información proporcionada por los sensores, permiten que cada actuador realice acciones específicas, operando con (12V) a través de pulsos de corriente o pulso negativo. (Montero & Paguay, 2021)

Bomba De Combustible.

Su función es bombear gasolina desde el tanque a los inyectores para que se produzca la combustión. Generalmente se encuentra dentro del depósito de combustible, al ser una bomba que genera presión tiende a calentarse y la mejor forma de reducir su temperatura es aguantando el propio combustible, por lo que su estancia en el depósito será mayor. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 28

Bomba generadora de presión de combustible



Nota. Se detalla cómo es la Bomba de combustible del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

El sistema de inyección electrónica de combustible tiene bombas de mayor presión, estas bombas se presentan impenetrables y cerradas, tienen un orificio para drenar el combustible y un conector para alimentar la bomba. La ECU con protección de fusibles activa la bomba enviando señales positivas al relé, que alimentará la bomba tan pronto como arranque el motor. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Pérdida de potencia
- Motor se calienta y daña bujías.
- Falla en el motor
- Tirones al momento de acelerar.

Inyectores.

Su función principal es inyectar combustible sin gotear, logrando distribuir el combustible de manera más uniforme hacia el colector de admisión. Están ubicados en el múltiple de admisión en los puertos del múltiple y entre los rieles de combustible. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 29

Inyectores del MCI



Nota. Se detalla como son los inyectores del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

El inyector consta de una bobina eléctrica, que es controlada por el controlador a través de pulsos de corriente negativa, que determina cuándo abrir y cerrar el circuito. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Excesivo consumo de combustible.
- Pulverización desacertada por suciedad en la aguja del inyector.
- Emisiones elevadas de gases contaminantes.
- Potencia en el motor deficiente.

Bobina De Encendido.

Se encarga de elevar el bajo voltaje de la batería a miles de voltios, gracias a lo cual logra generar voltaje para que la bujía cree la chispa ideal para la explosión de la mezcla aire-combustible que se produce en el interior de la cámara de combustión. Son controlados por el controlador a través de pulsos negativos. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 30

Bobina de encendido



Nota. Se detalla la bobina de encendido del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Dependiendo del tipo de encendido, se pueden encontrar sistemas con distribuidor en el motor, para estos tenemos la unidad DIS ubicada en la culata del motor y el sistema COP, que es de cuerda automática, estará en el cable. bujía.

Como se mencionó anteriormente, tenemos bobinas de encendido como DIS, que es un sistema de encendido que no requiere un distribuidor, y COP, que es un sistema independiente. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Disminución en la potencia del vehículo.
- No enciende el vehículo.
- Consumo de combustible y humo de escape negro con olor a gasolina.

Válvula IAC

Se encarga de gestionar y regular la entrada de aire para caminatas lentas. Cuando el motor está al ralentí, pasa muy poco aire a través del acelerador y la válvula IAC suministra el resto del aire a través de un conducto. (Montero & Paguay, 2021)

Figura 31

Válvula IAC



Nota. Se detalla la válvula IAC del MCI. Tomado de (Montero & Paguay, 2021)

Está ubicado en el cuerpo del acelerador. Es una válvula de desvío que consta de una carcasa de hierro fundido con una bobina y un cuerpo magnético. Activado eléctricamente por la ECU, permite que pase un flujo de aire adicional en comparación con el flujo de aire que trae el inductor, lo que da como resultado una cuantificación de aire más prolongada. (Montero & Paguay, 2021)

Fallas:

- Inestabilidad en ralentí.
- Dificil encendido del vehículo
- Excesiva aceleración del vehículo.

Características del motor G16B.

El Suzuki G16B es un miembro de la familia Suzuki G con un motor de 1.6 L (1.590 cc, 97.03 cu in) de gasolina económica de cuatro tiempos y cuatro cilindros en línea. Suzuki Motor Corporation construyó el motor G16B. El motor Suzuki G16B tiene un bloque de cilindros de aluminio con camisas húmedas, una culata de aluminio con árboles de levas en culata simples (SOHC) y cuatro válvulas por cilindro, lo que da como resultado un total de 16 válvulas. La carrera del pistón es de 90,0 mm (3,54 in) y el diámetro interior del cilindro es de 75,0 mm (2,95 in). La relación de índice de compresión es 9,5:1. El motor G16B tiene inyección de combustible multipunto (MPFI) y un sistema de encendido electrónico con una bobina de encendido.(2022)

Tabla 1

Características del motor G16B

Suzuki Vitara 1,6v Carrocería, Modelo y Producción.	Suzuki Vitara 1,6v 16v Prestaciones
Tipo de carrocería: - Num. De Puertas: 3 puertas	Velocidad Máxima: 150km/h 93Mph Aceleración0-100km/h: 13.0s
Suzuki Vitara 1,6 16v Motor Datos Técnicos	Suzuki Vitara 1,6v 16v Dimensiones, Aerodinámica y peso
Motor: En línea 4 Código de Motor: - Combustible: Gasolina Alimentación: MPI	Batalla: 220.0cm / 86.61in Largo: 362.0cm /142.52 Ancho: 163.0cm /64.17in
Situación: Longitudinal Cilindrada: 15990m3/ 97cu-in Diámetro x carrera: 75.0x90.0mm 2.95x3.54 inceshes	Alto: 167.0 /65.75in Coeficiente Cx: - Peso: 1090kg /2403lbs Relación peso/potencia: 11.2kg/hp
Válvulas: 16 válvulas Sobrealimentación: N/A Relación de compresión: 9.5 Potencia: 97PS /96HP/71KW @5600	Suzuki Vitara 1,6v 16v Dimensiones interiores
Par máximo: 132Nm / 97lb-ft @4000rpm	Volúmenes de maletero: de 202L/ 7.1 cu-ft
Tracción: AWD	Suzuki Vitara 1,6v 16v Frenos, Neumáticos, Dirección y suspensión.
Caja de cambios: 5 velocidades Manual	Frenos Delanteros: Disco ventilado (-mm/-in)
Suzuki Vitara 1.6 16v Consumo, Emisiones y Autonomía.	Frenos traseros: Tambor (-mm/- in)
Consumo – Medio: 9,5L/100km 30 MPG UK 25MPG US	Neumáticos Delanteros: 195/-R16 Neumáticos Traseros: 195/-R15
Autonomía: 422km /275miles 42L	

Nota. Se detalla las características del motor G16B. Tomado de(Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Técnica, consumo y dimensiones, s. f.)

Herramientas de diagnóstico y equipo de prueba:

- **Escáneres automotrices.**

El escáner está diseñado para usuarios ocasionales y profesionales, con una interfaz de pantalla táctil fácil de usar que permite un diseño portátil y acceso a todas las funciones del sistema OBD-II. Además de mostrar los códigos de falla, también permite monitorear en tiempo real todos los sensores, así como consultar los datos almacenados en caso de falla y acceder automáticamente a la información de identificación del vehículo.

Finalmente, se describe en detalle la historia de estos sistemas de diagnóstico y las reglas que los rigen, incluida una descripción general de los sistemas electrónicos de cualquier automóvil, que en conjunto nos brindan todas las herramientas para diseñar escáneres.

Utilizando los últimos microcontroladores, pantallas táctiles e intérpretes de código OBD-II, tiene una herramienta de diagnóstico económica, fácil de usar y portátil que coincide con la funcionalidad de un escáner profesional.

También se planean futuras actualizaciones y mejoras, teniendo en cuenta los constantes cambios en la industria automotriz y la adopción de nuevas tecnologías como pantallas TFT LCD, memoria flash de alta capacidad y reemplazo de circuitos integrados que interpretan códigos de error. Con todas las finalidades anteriores para conseguir un producto comercial.

Los automóviles de hoy en día tienen sistemas de diagnóstico complejos que se relacionan con el funcionamiento y el rendimiento adecuados del automóvil para la comodidad del usuario y el cumplimiento de las normas de calidad del aire; Estos avances en diagnóstico nos permiten conocer más a fondo los coches y evitar riesgos, aunque para conseguirlo es necesario saber cómo nació este concepto que revolucionó la industria del automóvil.

General Motors fue una de las primeras empresas en introducir con éxito un sistema de diagnóstico eficiente alrededor de 1980, siendo una de las primeras versiones en ser similar a OBD en que proporciona información a través de una interfaz electrónica. Con el advenimiento de la informática y la electrónica en los años 80, ya era posible crear pequeños sistemas tipo computadora llamados PCM (Powertrain Control Modules), que junto con la inyección electrónica y otros nuevos sistemas fueron reemplazados por diagnósticos electrónicos confiables y más accesibles.

Las computadoras de los automóviles se volvieron más poderosas, no solo verificando los sensores, sino también controlando los sistemas completos de combustible, aire y sensores, dando paso a tecnologías rezagadas como la inyección de combustible. Con todas estas mejoras, en 1996 entró en servicio un sistema llamado OBD-II, aunque ya lo tenían algunos vehículos modelo 94 y 95, pero con fines experimentales. Luego de 12 años de vigencia, el sistema alcanzó su punto máximo debido al gran esfuerzo en actualizaciones y mejoras. (Cervantes & Espinosa, 2010, p. 6)

Figura 32

Escáner Automotriz.



Nota. Se detalla cómo es el escáner automotriz. Tomado de («SCANER AUTOMOTRIZ AUTEL MAXICHECK MX808», s. f.)

OBDI

Debido a las estrictas normas de principios de la década de 1980, General Motors fue el primer fabricante en introducir un sistema de diagnóstico a bordo en el que los sistemas de inyección se controlaban mediante funciones y configuraciones sencillas. El sistema se denominó ALCL (Assembly Line Link), más conocido como ALDL (Assembly Line Diagnostic Link). El ALDL OBD tiene doce pines, de los cuales se utilizan nueve, como se muestra en la Figura 34: la forma y disposición de los pines en el conector. Cada pin tiene una función específica que utiliza un protocolo no estándar. El primer paso hacia la estandarización del sistema de diagnóstico a bordo fue la participación de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB) y la Agencia de Protección Ambiental. Estas dos organizaciones analizaron el caso de ALDL u OBD y llegaron a la conclusión sobre la estandarización del sistema de diagnóstico.(Cervantes & Espinosa, 2010)

Figura 33

Conector OBD1

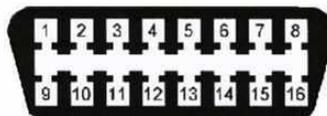


Nota. Se puede ver como es el conector del OBD 1. Tomado de(Contreras, 2020, p. 10)

OBDII

A mediados de la década de 1990, después de casi seis años de investigación entre SAE (Sociedad de Ingenieros Automotrices), CARB y EPA, se lanzó una nueva generación de sistemas de diagnóstico llamados OBDII (On-Board Diagnostic System, Second Version). A partir del 1 de enero de 1996, todos los automóviles vendidos debían estar equipados con OBDII. El estándar OBDII incluye un conector de diagnóstico, así como la ubicación del conector en el automóvil. El estándar OBDII definió las partes del motor que necesitaban ser monitoreadas y por qué parámetros. Si uno de los sensores detecta algún mal funcionamiento, el sistema lo indicará en el tablero del vehículo usando la luz indicadora anormal o la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL). Se han estandarizado los diferentes tipos de averías de tal forma que ayuda a solucionar el problema en menos tiempo y de forma correcta.

OBDII tiene protocolos de comunicación estandarizados con la Unidad de Control del Motor o ECU (Engine Control Unit). La estandarización del protocolo de comunicación ha facilitado el diagnóstico de los vehículos, ya que no se requiere una herramienta de diagnóstico propia del fabricante. OBDII tiene como objetivo controlar las emisiones de manera más rigurosa y, al mismo tiempo, diagnosticar el desempeño anormal del vehículo de acuerdo con las regulaciones establecidas por la EPA. Todos los vehículos con OBDII tienen una calcomanía ubicada debajo del capó. Esta etiqueta proporciona información sobre el control de emisiones de los vehículos. (Contreras, 2020, pp. 11-12)

Figura 34*Conector OBDII***Terminales del Conector OBDII**

1 – Sin uso	9 – Sin uso
2 - J1850 Bus positivo	10 - J1850 Bus negativo
3 – Sin uso	11 – Sin uso
4 - Tierra del Vehículo	12 – Sin uso
5 – Tierra de la Señal	13 – Tierra de la señal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 - Línea K	15 - ISO 9141-2 - Línea L
8 – Sin uso	16 - Batería - positivo

Nota. Se puede ver los terminales del conector del OBDII. Tomado de(AUTOMOTRIZ, 2020)

Funcionamiento OBDII

El sistema OBDII monitorea una variedad de condiciones y sensores mientras conduce. Si el sistema OBDII detecta un problema en el sistema de control de emisiones, la luz del mil se encenderá y el sistema, a su vez, almacenará un código de problema en la memoria de la computadora. El código tiene un formato que indica en qué parte del vehículo ocurrió la falla y en qué condiciones. El sistema OBDII tiene un conector estándar llamado Data Link Connector (DLC) o J1962. Este conector tiene 16 pines a los que se les asigna una función específica para cada protocolo. Después de establecer comunicación con el controlador, tiene la opción de ingresar a los 9 modos de trabajo. Cada modo de trabajo tiene información sobre el monitoreo del sensor en tiempo real, el registro de las condiciones cuando ocurre una falla, la información del vehículo, la eliminación de códigos de problemas, los resultados de las pruebas del sensor de oxígeno, los resultados de las pruebas del sistema u otros componentes y el control del funcionamiento del sistema de diagnóstico a bordo. (Contreras, 2020)

Partes del scanner

Unidad principal de pantalla táctil Android Wi-Fi con función de apagado, arriba, abajo con función de retroiluminación.

Cable DLC: Proporciona una conexión de interfaz de vehículo de 16 pines.

Conector de caja inteligente Bluetooth: El elemento conectado al puerto de diagnóstico integrado tiene un alcance de 25 metros.

Puerto USB: Proporciona una conexión de comunicación periférica en serie para actualizar y leer el código en la computadora.

Cargador: Se utiliza para cargar el escáner. Conector de diagnóstico a bordo de primera generación

Figura 35

Partes del escáner



Nota. Se puede observar el escáner automotriz Launch X431 y su conector OBDII. Tomado de(Scanner multimarcas Launch X431 Pro, s. f.)

Leer código de error DTC

Son datos alfanuméricos registrados por el escáner correspondientes a una falla de alguna parte del sistema electrónico del vehículo.

Código (P). Tren motriz, incluidos los códigos relacionados con el motor y la transmisión.

Código (U). Comunicación en red, incluidos los códigos relacionados con la comunicación de datos de un módulo a otro (CAN-BUS). Control de tracción, confort, módulo de iluminación.

Código (C). Chasis, incluyendo frenos, suspensión, dirección, bolsas de aire.

Código (B). Carrocería, incluidos los sistemas de la carrocería como puertas, aire acondicionado, luces exteriores, sistemas relacionados con el inmovilizador.

Borrar código de error DTC

Esta función es para registrar la eliminación de códigos de error almacenados en la computadora del vehículo cuando falla un sensor o actuador, después de que se corrige la falla, los códigos de falla y los datos almacenados en la memoria de la computadora del vehículo serán eliminados.

Aplicaciones de los escáneres en equipos de automoción.

El escáner es una herramienta particularmente útil para diagnosticar problemas con el sistema de control del motor. Les da acceso a grandes cantidades de información desde la comodidad de un conector convenientemente ubicado. El escáner nos permite "comprobar rápidamente" los sensores, actuadores y datos calculados de la ECU. Por ejemplo, cuando estamos buscando una señal de un sensor que puede estar fuera de rango, los datos en la pantalla le permiten comparar rápidamente los valores de los parámetros con las especificaciones del fabricante.

Cómo leer los códigos de error de diagnóstico de la placa OBDII

El conector de diagnóstico del vehículo suele ser un conector de dieciséis pines y está ubicado en el panel izquierdo del vehículo. Por lo tanto, cada vez que el tablero del vehículo enciende la luz de advertencia de mal funcionamiento del vehículo, la iluminación, Cuando el vehículo está en movimiento, esto es una advertencia para diagnosticar una falla sospechosa usando un escáner. Cuando falla un sensor, actuador o módulo en el sistema de iluminación

automotriz, se debe iniciar un diagnóstico. ejecutar inmediatamente Estas luces generalmente son:

EPC = gestión del motor de gasolina

CHEK = Comprobar si he comprobado

ABS = sistema de frenos antibloqueo.

Pasos para hacer un diagnóstico

Enchufe el escáner en el conector, gire la llave a la posición de encendido sin encender el motor, encienda el escáner para abrir el menú de datos, seleccione la marca del vehículo y el sistema a diagnosticar. Interpreta el código que aparece en pantalla teniendo en cuenta las primeras letras seguidas de los números. Código de error.

Primer carácter

El primer carácter del código de error es una letra que identifica el sistema donde ocurrió el error:

B.- Carrocería

C.- Chasis

P.- Tren de potencia (motor, transmisión)

U.- Red de comunicación.

Segundo carácter

El segundo carácter muestra el tipo de código: genérico o fabricante.

0.- Definido por la Sociedad de Ingenieros Americanos (SAE). Para el protocolo de diagnóstico a bordo segunda generación (OBD-II). Ejemplo: P0314.

1.- Definido por el fabricante o ensambladora según sus protocolos. Ejemplo: P1104.

Tercer carácter

El tercer carácter demuestra el área del sistema

Cuarto y quinto carácter

Los caracteres cuarto y quinto indican el problema que detectó la ECU con la falla del sensor o actuador y reciben valores consecutivos del 00 al 99, cada uno indicando una falla específica. Entonces tendremos que localizar el sensor, actuador o módulo detectado con interpretación de código para su revisión, modificación o reparación.

Borrado de códigos

Es una característica del escáner poder restablecer y borrar códigos de falla al realizar reparaciones o cambiar componentes. Así, luego de verificar, reparar e interpretar el código de error, procedemos a borrar el código de error; Como esta función de borrado de código borra la memoria de la unidad de control del vehículo (ECUS). Así que aquí están los pasos a seguir:

En la pantalla, vaya al menú Borrar códigos de falla, seleccione Borrar códigos y presione Eliminar, arranque el automóvil y verifique si la luz de advertencia de error está encendida, luego apague el motor, apague el motor, desenchufe y apague el escáner. (Ponce, 2018, pp. 15-19)

- **Multímetros y osciloscopios.**

El Multímetro

Un multímetro o multímetro es un instrumento que permite la medición de diversas magnitudes eléctricas. Por lo tanto, en general, todos los modelos pueden medir: Tensión AC y DC - Corriente AC y DC - Resistencia.

Figura 36*Multímetros*

Nota. Se puede ver diferentes tipos de multímetros. Tomado de(Vásquez, 2016)

Hay modelos que también pueden medir otras cantidades como potencia, frecuencia, etc., Hoy en día, la mayoría de los multímetros son electrónicos con lectores digitales y quedan muy pocos multímetros analógicos. Este último consiste básicamente en un dispositivo de panel de control de movimiento (galvanómetro), el cual, a través de adecuados divisores de voltaje y circuitos de derivación, puede adaptarse a diferentes funciones y escalas. La corriente del circuito medido es la corriente que fluye a través del galvanómetro. En este tipo de multímetro, las lecturas se toman determinando la posición de un indicador (la aguja del galvanómetro) en la escala. (Vásquez, 2016)

Hay modelos que también pueden medir otras cantidades como potencia, frecuencia, etc. Los multímetros electrónicos pueden ser analógicos o digitales y se diferencian de los anteriores principalmente en que incluyen un dispositivo amplificador, de modo que la energía suministrada a la parte del dispositivo que realiza la medición no proviene del circuito que se está midiendo, sino del interior del multímetro. fuente de alimentación.

Con un multímetro, puede medir tanto la corriente continua (CC) como la corriente alterna (CA). Es importante señalar que, como regla general, cuando un multímetro funciona con corriente alterna (CA), el voltaje y la corriente medidos corresponden al valor rms, a menos

que se especifique lo contrario; además, como regla general, estas medidas son válidas solo para señales sinusoidales con ciertos límites de frecuencia especificados en el dispositivo. En cuanto al uso de multímetros para medir voltaje o corriente DC (corriente DC), si tienen indicador de carátula, se debe seguir estrictamente la polaridad, mientras que, si son números de lecturas técnicas, el cambio de polaridad provocará valores negativos en el multímetro. indicador. filtrar. (Vásquez, 2016)

Descripción del multímetro

Nos limitaremos a la descripción de un multímetro electrónico con lector digital que se utilizará en la práctica. Existen diferentes tipos o modelos de estos multímetros de laboratorio, correspondientes a diferentes marcas, pero todos tienen partes o componentes comunes..(Vásquez, 2016)

Figura 37

Partes del multímetro



Nota. Se puede ver las partes que conforma un multímetro. Tomado de(Vásquez, 2016)

Pantalla: Indica el valor numérico de la medida actual. Además, algunos modelos muestran información adicional: unidad, modo AC o DC, etc.

Interruptor (power): Botón de encendido/apagado del dispositivo. En algunos modelos está en la parte delantera, en otros en el lateral, y en algunos incluso la conversión se realiza mediante la rueda selectora de tamaño.

Ruleta de selección de medida: Es un mando giratorio que permite elegir el tipo de medida a realizar (V de tensión, A de corriente, Ω de resistencia). Hay modelos en los que solo hay una posición para cada tipo de medida, la selección de la escala es automática. En cambio, en otros modelos aparecen varias posiciones diferentes para cada tipo de medida. Cada posición corresponde a una escala diferente, los números aparecen como el valor máximo medible en esta escala. Es muy importante elegir la escala adecuada para cada medida. Si se toma una escala más pequeña de lo necesario, aparecerá un icono en la pantalla a la izquierda que indica que la escala es demasiado pequeña. Si tomamos una escala muy grande, no usaremos la resolución del dispositivo, perderemos números importantes en la medición. Veamos un ejemplo: Digamos que tenemos un multímetro, queremos medir una resistencia de unos $10\text{K}\Omega$. ¿Qué escala debemos elegir? Es decir, ¿dónde debemos poner la rueda? Las escalas 2K y 200 son demasiado pequeñas. Una escala de 100K será apropiada, la pantalla mostrará, por ejemplo: 10.12K Ω Si mide con una regla de 1M, la pantalla mostrará $0.0101\text{M}\Omega=10.1\text{K}$, perdiendo así la información del uno por ciento KY. El número de dígitos de medida faltantes aumentará si seguimos aumentando la escala. (Vásquez, 2016)

Conectores: A ellos se conectan dos cables necesarios para realizar las mediciones. Hay diferentes conectores para diferentes tipos de medidas. Uno de los cables siempre se enchufa en el borne común (COM) y el otro en el conector correspondiente a la medida a realizar.(Vásquez, 2016)

Figura 38

Conectores del multímetro

CONECTORES DEL MULTÍMETRO

Los conectores del multímetro permiten conectar los dos cables que acompañan al aparato y permiten realizar la medición. Normalmente uno de los conectores es de color rojo y, de todos modos, se marcan con letras y/o números.

**COM**

Representa el terminal común o negativo (llamado también "frio") para realizar todos los tipos de medidas.

V/

Representa el terminal al que se conecta el cable positivo (llamado también "caliente") y normalmente de color rojo para medir la tensión y la resistencia.

A

Representa el terminal al que se conecta el cable positivo ("caliente") para medir corrientes de hasta 2A.

10A

Representa el terminal al que se conecta el cable positivo ("caliente") para medir corrientes de hasta 10A.

Nota. Se puede observar los conectores del multímetro. Tomado de(Vásquez, 2016)

Conmutador AC/DC: Botón para cambiar entre CA para voltaje o corriente CA y CC para corriente o voltaje CC. Algunos modelos de multímetros tienen áreas separadas para mediciones de CA y CC en el dial de selección de medición, por lo que no tienen este botón. El modo CA generalmente se indica con el símbolo:

Bloqueo de Pantalla (HOLD): El botón se utiliza para "congelar" el valor que aparece en la pantalla. Es útil cuando se trabaja con medidas que cambian con el tiempo. Tenga en cuenta que bloquea la pantalla, pero no la medición, aunque el valor que se muestra en la pantalla es fijo, el valor de la medición sigue cambiando. La pantalla se desbloquea pulsando de nuevo el botón.

Escala Manual (RANGE): Los modelos con escala automática cuentan con este botón para cambiar entre escalas ajustadas manualmente.

Medida de voltajes: Los voltímetros (o multímetros que realizan esta función) siempre tienen una resistencia interna muy grande (varios $M\Omega$) y siempre se colocan en paralelo. Si la resistencia en el circuito es pequeña comparada con la resistencia interna del voltímetro, entonces el voltímetro puede considerarse infinito sin introducir errores apreciables en las ecuaciones. Sin embargo, en el caso de una gran resistencia en la que se mide la diferencia de potencial en el circuito, se debe tener en cuenta la resistencia interna del voltímetro.

Medida de intensidades: Los amperímetros (o multímetros que realizan esta función) siempre tienen una pequeña resistencia interna y deben conectarse en serie. En caso de conexión en paralelo por error, existe el riesgo de que la corriente que ingresa al amperímetro exceda el máximo permitido, porque su resistencia interna es muy baja. Superar este máximo puede dañar el dispositivo o, si se utiliza una entrada protegida, se quemará el fusible de protección.

Medidas de resistencias La medición de la resistencia (el multímetro actúa como un ohmímetro) se basa básicamente en la ley de Ohm: se aplica un voltaje (de la batería interna del dispositivo) y se mide la corriente que fluye en el circuito de medición. Para realizar una medición precisa, es fundamental que la resistencia a medir esté libre, es decir, NO esté conectada al circuito..(Vásquez, 2016)

Procedimiento de medida:

Para medir el voltaje y la corriente, seleccione el modo CA o CC dependiendo de si el circuito es CA o CC.

Para mediciones de resistencia, aíse la resistencia (o resistencias) a medir del circuito.

- Según el tipo de medida a realizar, conectar los cables al multímetro (ver Tabla 1 para determinar los conectores a utilizar).
- Conectar los restantes extremos del cable entre los terminales del elemento a medir, teniendo en cuenta el tipo de medida a realizar:

Para medir voltajes, los voltímetros se colocan en paralelo.

Para medir intensidades, los amperímetros se colocan en serie.

Para medir resistencias, éstas deben estar aisladas del circuito.

1. Coloque la rueda selectora de calibre en la posición adecuada. Si el multímetro tiene una escala manual, pruebe varios rangos para encontrar el que funcione mejor.

(Vásquez, 2016)

El Osciloscopio

Los circuitos electrónicos se caracterizan por la presencia de señales en diferentes puntos de los mismos, es decir, tensión o corriente que se desarrolla con el tiempo. En la mayoría de los casos, la velocidad de este desarrollo hace imposible el monitoreo con instrumentos digitales o de distracción de uso común (multímetros o probadores). Debido a la importancia de la información que la evolución temporal de estas tensiones y corrientes proporciona para el funcionamiento del circuito bajo prueba, se ha desarrollado un dispositivo especial para facilitar la observación y realizar medidas de tensión y tiempo: osciloscopio. El osciloscopio de rayos catódicos (ORC) Es un dispositivo capaz de registrar cambios de voltaje generados en circuitos eléctricos/electrónicos y mostrarlos gráficamente en una pantalla CRT. Este dispositivo crea un haz interno de electrones, que se aceleran y se estrellan contra la pantalla. Esto crea un punto luminoso que se puede mover vertical y horizontalmente en proporción a la diferencia de potencial aplicada a algunos electrodos. Si la tensión que genera la desviación vertical es la que se desea observar y utilizamos un generador interno para hacer que el punto se desplace horizontalmente a una velocidad constante, obtenemos en pantalla una representación de la evolución en el tiempo de la señal observada. Si las señales a observar son periódicas, es posible visualizarlas estáticamente en una pantalla superponiendo los ciclos sucesivos, obteniendo así una imagen de la evolución de la magnitud en el tiempo a lo largo de uno o varios ciclos, es decir, en forma de oscilación. El circuito de sincronización

(conocido como disparador o circuito disparador) es el encargado de ajustar los ciclos sucesivos de la onda en la pantalla para conseguir una imagen estable. (Vásquez, 2016)

Figura 39

Osciloscopio



Nota. Se puede ver como es el osciloscopio automotriz. Tomado de(¿Que es un osciloscopio?, s. f.)

Tipos De Osciloscopio

Los osciloscopios se dividen en analógicos y digitales. El osciloscopio analógico permite la visualización para reproducir con precisión la evolución temporal de la señal en la pantalla, obviamente, la precisión depende más o menos de la calidad del dispositivo. Permiten medir la forma de onda visualizada. Las herramientas de calidad están disponibles en el mercado a precios asequibles y son relativamente fáciles de usar. El osciloscopio digital muestrea la señal representada y almacena los datos resultantes. Le permiten guardar formas de onda correspondientes a varias mediciones (incluidas ondas no periódicas) para su posterior revisión. Además, disponen de cursores movibles para facilitar las medidas sobre la imagen, así como herramientas para el cálculo de parámetros de onda (promedio, valor efectivo, etc.) y diversas funciones de análisis (por ejemplo, obtención del contenido de armónicos a partir de series de Fourier). (Vásquez, 2016)

Figura 40

Osciloscopio analógico y digital



Nota. En la siguiente figura se puede observar un osciloscopio analógico y el otro digital.

Tomado de(Gemacar, 2021)

Especificaciones técnicas principales

- **Ancho de banda**

Esta es una de las principales características de un osciloscopio y está directamente relacionada con la calidad y el costo del dispositivo. En un osciloscopio analógico, esta cantidad indica la frecuencia máxima que el circuito de polarización longitudinal puede reproducir sin causar un error de caída. Los osciloscopios digitales tienen dos anchos de banda definidos:

uno para señales repetitivas o periódicas y otro para señales no repetitivas. Como regla general, para señales periódicas, el ancho de banda debe ser al menos tres veces la frecuencia máxima de diseño (permitiendo el decaimiento armónico), mientras que para señales no repetitivas el ancho de banda está directamente relacionado. Luego viene la frecuencia de muestreo (es decir, el número de muestras tomadas) por segundo detectable por el instrumento) necesario para reproducir el original con una fidelidad razonable al menos 10 veces la frecuencia máxima a representar.(Vásquez, 2016)

- **Cantidad de canales**

Los osciloscopios analógicos disponibles comercialmente pueden tener de 1 a 4 canales de entrada. En el caso digital pueden llegar hasta 16 canales o más, pero solo para representar señales lógicas.

- **Base de tiempo**

Los osciloscopios pueden tener una sola base de tiempo (también conocida como barrido) o varias bases de tiempo. A su vez, esta base de tiempo puede ser simple o tardía. Para los osciloscopios con retardo de tiempo, se puede seleccionar una parte ampliada de la onda en la pantalla, lo que permite que un barrido horizontal varíe su velocidad dentro de esa parte de la onda. Cada canal tiene su propia base de tiempo para escaneo independiente.

- **Otras especificaciones**

Los osciloscopios digitales suelen tener otras especificaciones, como el tamaño de la memoria de datos, funciones de análisis, funciones especiales de disparo, resolución de visualización a lo largo del bit, etc.

- **Controles del instrumento**

Aunque no existe un estándar para distribuir los controles de estas herramientas en el panel frontal, los fabricantes suelen agruparlos por categoría, ya sea alineándolos o usando diferentes colores de fondo. De esta forma, se facilita su identificación visual. A continuación, se describen los comandos incluidos en los osciloscopios analógicos disponibles en el laboratorio, agrupados por categorías estándar:

- **Controles generales:**

Actúan sobre la generación del trazo (intensidad, foco, rotación, localización, etc) y sobre funciones accesorias del instrumento (Iluminación de cuadrícula, calibración de puntas, prueba de dispositivos, etc).

- **Controles de la deflexión vertical:**

Son todas las cosas que funcionan en el eje vertical de la pantalla, por lo que es posible determinar la escala y la posición de su punto cero, así como determinar las señales que se mostrarán en el caso de un canal de osciloscopio multifunción.

- **Controles de la base de tiempo (barrido horizontal):**

Estas son cosas relacionadas con el barrido horizontal o la base de tiempo del instrumento. Se utilizan para ajustar la escala y el cero del eje horizontal. En el caso de un osciloscopio de barrido retardado, estos comandos le permiten analizar pequeños segmentos de la forma de onda.

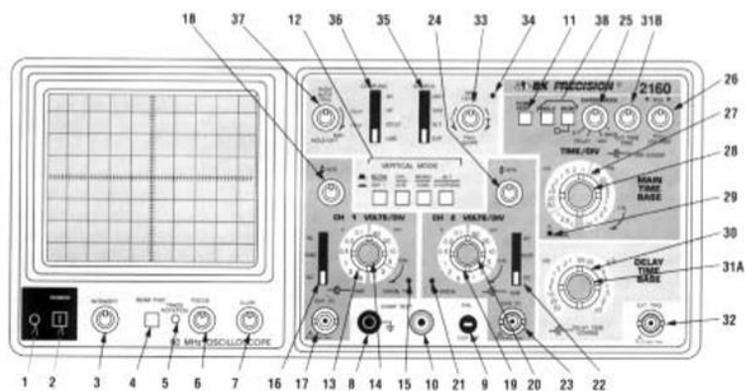
- **Controles del circuito de disparo (gatillado):**

Son los que permiten la sincronización horizontal con la señal visualizada, para conseguir una imagen estable en pantalla. Hay varias alternativas de temporización predefinidas, adecuadas para los tipos de señal más comunes (por ejemplo, señales de TV).

Reconstrucción de la vista frontal de un osciloscopio comúnmente disponible en el laboratorio, es un dispositivo analógico con rastreo dual y barrido de retardo. En los canales con mayor número de canales, los comandos verticales se repetirán tantas veces como sea posible en función del número de canales. En aquellos que no dispongan de escaneo diferido, no aparecerán los comandos relacionados con el mismo. (Crepaldo & Schiavon, s. f.)

Figura 41

Partes del Osciloscopio



Nota. Se pueden ver las partes del osciloscopio. Tomado de(Crepaldo & Schiavon, s. f.)

Capítulo III

Verificación y comprobación de sensores

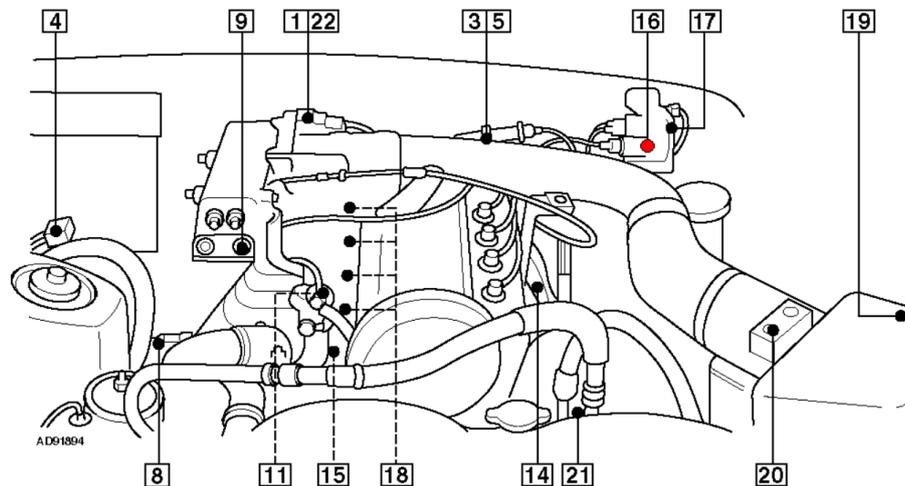
Para una correcta verificación y comprobación se seguirá los siguientes pasos:

Identificación de los sensores:

Reconocimiento de los sensores que posee el motor G16B, mediante la figura indexada, de posiciones referenciales de cada uno en el motor.

Figura 42

Identificación de sensores del motor G16B



Nota. Se pueden observar los sensores que tiene el motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Lista de sensores que posee el motor G16B:

- 3-** Sensor de posición del cigüeñal/ sensor de posición de árbol de levas
- 8-** Sensor de temperatura del refrigerante del motor
- 14-** Sensor de calentado de oxígeno
- 20-** Sensor de flujo de la masa de aire
- 22-** Sensor de posición de la mariposa
- 23-** Sensor de velocidad del vehículo

Inspección visual:

- Examine visualmente los sensores en busca de daños físicos, cables sueltos o conexiones defectuosas. Asegúrese de que estén correctamente conectados y seguros en su lugar. Los aspectos para realizar en la inspección visual son:
 - Verificar el estado de los cables.
 - Revisión de conector.

Verificación de alimentación eléctrica:

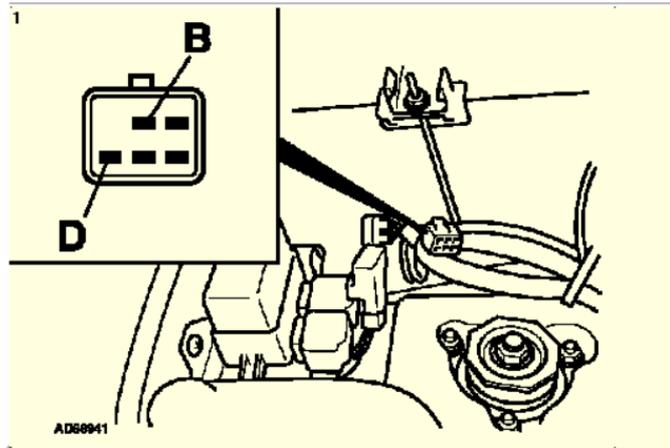
Se realiza la verificación de alimentación partiendo desde la batería hasta cada uno de los sensores que llegue el voltaje de referencia.

Procedimiento

- Conecta el multímetro correctamente y comprueba si hay voltaje en la batería.
- En los terminales de los sensores, identificar el pin de voltaje de referencia para ser medido.
- **Acceso a los códigos de avería**
 - Los códigos de avería se muestran mediante el testigo de averías.
 - Dar el contacto.
 - Comprobar que el testigo de averías se ilumine.
 - Puentear los terminales B y D del conector de transmisión de datos, como se indica en la imagen inferior.

Figura 43

Conector de transmisión de datos



Nota. Se detalla el conector de transmisión de datos puenteado los terminales B y D.

Tomado de (Auto Data)

- Contar los parpadeos emitidos por el testigo de averías. Anotar los códigos de avería. Contrastar la información con la tabla de códigos de avería.
- Cada código de avería consta de dos grupos de uno o más parpadeos.
- Cada grupo de códigos de avería está separado por una pausa de 1,5 segundos.
- Cada código de avería está separado por una pausa de 3 segundos.
- Duración del parpadeo del testigo de averías: 0,3 segundos.
- Por ejemplo: Dos parpadeos de 0,3 segundos - pausa de 1,5 segundos - un parpadeo de 0,3 segundos. Código de avería 21.
- Retirar el cable puente.
- Quitar el contacto.

Procedimiento

- Conecta el multímetro correctamente y comprueba si hay voltaje cuando el motor está encendido.
- Asegurarse de que la tensión de la batería sea superior a 11V
- Palanca de cambios en punto muerto
- Todos los equipos auxiliares, incluido el aire acondicionado, deben de estar desconectados.

Comprobación de señales de salida:

- Algunos sensores emiten señales eléctricas o de voltaje que deben ser verificadas. Para lo cual se utiliza un osciloscopio o un multímetro configurado en la escala adecuada para medir las señales de salida de los sensores mientras el motor está en funcionamiento.

Verificación de resistencia (en caso de sensores de temperatura):

- Para los sensores de temperatura, como el sensor de temperatura del refrigerante, puede utilizar un multímetro configurado en la escala de resistencia para medir la resistencia en los terminales del sensor. Compara los valores obtenidos con las especificaciones del fabricante. Los valores fuera del rango pueden indicar un sensor defectuoso.

Prueba de funcionamiento:

- Algunos sensores, como el sensor de posición del cigüeñal o el sensor de posición del árbol de levas, pueden requerir una prueba de funcionamiento específica. Utilice un escáner de diagnóstico o una herramienta de prueba adecuada para verificar la señal de salida del sensor mientras el motor está en funcionamiento. Compara los resultados con las especificaciones del fabricante.

Reemplazar o reparar:

- Si durante las pruebas se determina que un sensor está defectuoso, deberá reemplazarlo o repararlo según sea necesario. Sigue las instrucciones del fabricante y utiliza piezas de repuesto originales o de alta calidad.

Es importante seguir un procedimiento lógico y tener un plan preparado para enfrentar los diferentes problemas electrónicos en los vehículos modernos

Verificación y comprobación de actuadores

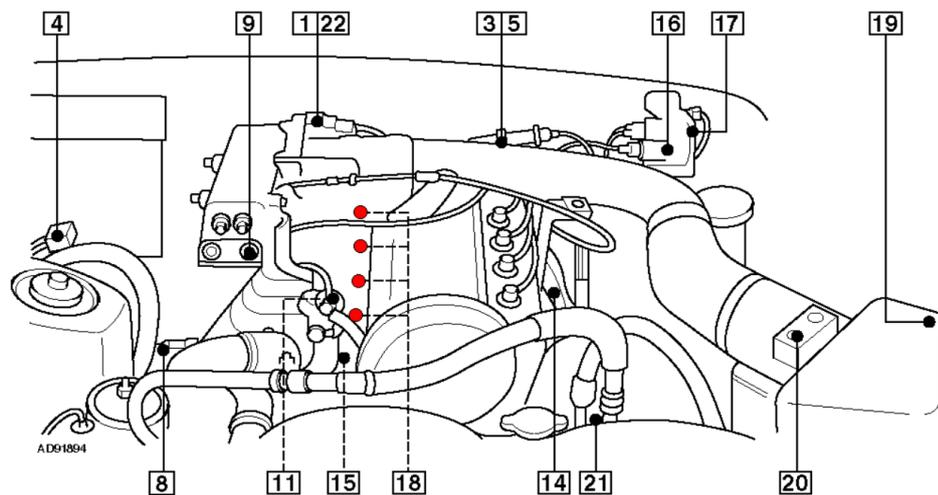
Para una correcta verificación y comprobación se seguirá los siguientes pasos:

Identificación de los actuadores:

- Reconocimiento de cada uno de los actuadores que posee el motor G16B, mediante la figura indexada, de posiciones referenciales de cada uno en el motor

Figura 44

Identificación de actuadores del motor G16B



Nota. Se pueden observar los actuadores que tiene el motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Lista de actuadores que posee el motor G16B:

- 15. Válvula de control del aire de ralentí
- 16. Amplificador de encendido.

17. Bobina de encendido

18. Inyectores

Inspección visual:

- Examine visualmente los actuadores en busca de daños físicos, cables sueltos o conexiones defectuosas. Asegúrese de que estén correctamente conectados y seguros en su lugar. Los aspectos para realizar en la inspección visual son:
 - Revisar visualmente todos los cables y conectores que se encuentran conectados a los actuadores buscando signos de desgaste, roturas, corrosión o conexiones flojas.
 - Inspección de posibles fugas de fluidos.
 - Revisión de daños físicos, examinar los actuadores en busca de daños físicos, grietas, abolladuras o componentes rotos.

Verificación de alimentación eléctrica:

- Utilice un multímetro configurado en la escala de voltaje para verificar la presencia de voltaje en los terminales de alimentación de cada actuador. Conecte el multímetro correctamente y compruebe si hay voltaje cuando el motor está encendido o cuando se activa el componente correspondiente.

Comprobación de señales:

- Algunos actuadores reciben señales de control desde la unidad de control del motor (ECU). Utilice un osciloscopio o un probador de señales para verificar la presencia y calidad de las señales enviadas a los actuadores durante su funcionamiento normal.

Inyector

Comprobación de la resistencia

- Asegúrese de que no esté dado el contacto
- Desenchufe los conectores de los inyectores

- Compruebe la resistencia entre los terminales del inyector
- Repita la prueba para cada inyector
- Resistencia 12 – 17 Ohmios

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté dando el contacto
- Desenchufe los conectores de los inyectores
- Dé el contacto
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa
- Repita la prueba para cada inyector

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no esté dado el contacto
- Desenchufe los conectores de los inyectores
- Conecte la luz del led de pruebas entre los terminales del conector del mazo de cables.
- Arranque el motor brevemente
- Compruebe si el LED parpadea
- Si el LED no parpadea: Compruebe el cableado
- Repita la prueba para cada inyector

Verificación de resistencia (en caso de actuadores electromagnéticos):

- Para los actuadores electromagnéticos, como solenoides, puede utilizar un multímetro configurado en la escala de resistencia para medir la resistencia en los terminales del actuador. Compara los valores obtenidos con las especificaciones del fabricante. Los valores fuera del rango pueden indicar un actuador defectuoso.

Reemplazar o reparar:

- Si durante las pruebas se determina que un actuador está defectuoso, deberá reemplazarlo o repararlo según sea necesario. Sigue las instrucciones del fabricante y utiliza piezas de repuesto originales o de alta calidad.

Verificación y comprobación del sistema de encendido

Para verificar y comprobar el sistema de encendido seguiremos los siguientes pasos

Reparación:

- Asegúrese de que el motor esté apagado y en posición de apagado.
- Revise que disponga de las herramientas adecuadas, como un multímetro, cables de prueba, una lámpara de encendido, una pistola de calibración de tiempo (si es necesario) y una llave adecuada para el distribuidor.

Inspección visual:

- Examine visualmente los componentes del sistema de encendido, como el distribuidor, los cables de bujías, la tapa del distribuidor, el rotor, etc., en busca de daños, desgaste o corrosión. Reemplace cualquier componente defectuoso o dañado.

Figura 45*Inspección visual sensor ECT*

Nota. Se pueden observar el cableado en mal estado del sensor ECT del motor G16B.

Verificación de cables de bujías:

- Inspecciona los cables de bujías en busca de rajaduras, daños o conexiones flojas. Asegúrese de que estén bien conectados tanto a las bujías como al distribuidor. Reemplace los cables desgastados o dañados.

Comprobación de la resistencia de los cables de bujías:

- Utilice un multímetro configurado en la escala de resistencia (ohmios) para medir la resistencia de cada cable de bujía. Compara los valores obtenidos con las especificaciones del fabricante. Reemplace los cables que estén fuera del rango adecuado.

Prueba de la chispa de encendido:

- Conecta una lámpara de encendido a un cable de bujía y asegúrala a tierra.
- Gira el motor de arranque probablemente y observa si hay un chispazo intermitente en la lámpara de encendido. Si no hay chispa o es débil, puede indicar un problema con el distribuidor, la bobina de encendido u otros

componentes. debemos realizar pruebas adicionales para identificar la causa exacta.

Inspección del distribuidor:

- Retira la tapa del distribuidor y verifica el estado del rotor y las escobillas del distribuidor. Si están desgastados o dañados, reemplázalos.
- Comprueba el juego axial del eje del distribuidor. Si hay un exceso de holgura, puede ser necesario reemplazar el distribuidor.

Calibración del tiempo de encendido:

- Si es necesario ajustar el tiempo de encendido, utilice una pistola de calibración de tiempo según las especificaciones del fabricante. Sigue las instrucciones del manual de servicio para ajustar correctamente el tiempo de encendido.

Capítulo IV

Diagnóstico de componentes del sistema eléctrico y electrónico del vehículo

Inspección Visual

- **Inspecciona los cables y conectores:** Verifica la integridad de los cables y conectores que están conectados a los sensores y actuadores. Busca signos de daños físicos, como cortes, peladuras, corrosión o conexiones flojas. Los problemas en los cables y conectores pueden afectar el rendimiento y la confiabilidad de los componentes.
- **Comprueba fugas o daños en los actuadores:** Si hay actuadores mecánicos presentes (por ejemplo, el actuador de ralentí o el regulador de presión de combustible), inspección si hay fugas de líquidos o signos de daño físico, como grietas o roturas. Debemos asegurarnos de que las conexiones estén bien sujetas y no haya elementos extraños que obstruyan el funcionamiento.
- **Busca signos de desgaste o contaminación:** Tenemos que observar si hay acumulación de suciedad, aceite o cualquier otra sustancia en los sensores o actuadores. Estos contaminantes pueden afectar la precisión y el rendimiento de los componentes.
- **Verifica el estado de los sensores:** Tenemos que observar los sensores para asegurarte de que no haya daños visibles en su carcasa o elementos sensibles, como termistores, resistencias, etc. También, si es posible, verifica si los sensores están en su lugar correcto y bien sujetos.
- **Revise el sistema de escape y admisión:** Si es relevante para los sensores o actuadores del sistema de admisión o escape, inspeccione las tuberías, mangueras y juntas en busca de fugas, grietas o daños.
- **Busca códigos de error y luces de advertencia:** Antes de iniciar la inspección visual, encienda la llave del vehículo (sin arrancar el motor) para verificar si hay luces de advertencia en el tablero o si hay códigos de error almacenados en la

computadora de diagnóstico. Estos códigos pueden proporcionar pistas sobre posibles problemas.

Es importante tener en cuenta que la inspección visual no puede detectar problemas más sutiles o internos en los sensores y actuadores. Por lo tanto, si no se encuentran problemas obvios durante la inspección visual, es recomendable utilizar herramientas de diagnóstico más avanzadas, como escáneres de diagnóstico u osciloscopios, para obtener una evaluación más precisa y completa del funcionamiento de los componentes del motor.

Diagnóstico de componentes

Sensores

Sensor de posición de la mariposa TPS

Comprobación

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector del sensor de posición de la mariposa.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor de posición de la mariposa
- Accione la válvula de mariposa mientras comprueba la resistencia entre los terminales A y C.
- El cambio de resistencia debe ser suave

Tabla 2

Medición de resistencia del sensor TPS

Datos Técnicos			
Terminales	Estado	Resistencia	Datos Medidos
A y D	-	35000 - 6500 ohmios	6770 ohmios
A y C	Mariposa cerrada	300 - 2000 ohmios	841 ohmios
A y C	Mariposa abierta	2000 - 6500 ohmios	No mide

Nota. Esta tabla muestra los valores de resistencia medidos del sensor TPS

Figura 46*Conector de sensor TPS*

Nota. Se pueden observar el conector del sensor TPS del motor G16B.

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegurarse de que no esté dado el contacto
- Desenchufar el conector del sensor de la posición de la mariposa
- Dé el contacto
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y la masa

Tabla 3*Valor de tensión del sensor TPS*

Datos Técnicos		
Terminales	Tensión	Datos Medidos
D y Masa	5v aprox.	5,5 v

Nota. Tabla de valores de tensión del sensor TPS.

Comprobación de la tensión

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del conector del sensor de posición de la mariposa.

- Dé el contacto.
- Accione la válvula de mariposa mientras comprueba la tensión entre el terminal y masa.
- El cambio de tensión debe ser suave.

Tabla 4

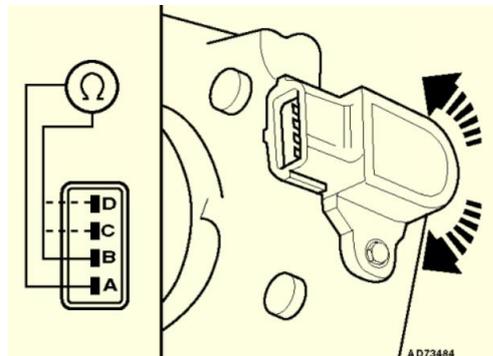
Valores de tensión del sensor TPS con mariposa cerrada y abierta.

Datos Técnicos			
Terminales	Estado	Resistencia	Datos Medidos
C y Masa	Mariposa cerrada	0,5 – 1,2v	44.3 mV
C y Masa	Mariposa abierta	3,4 – 4,7v	5,05 V

Nota. Tabla de valores de tensión con la mariposa cerrada y abierta del sensor TPS.

Figura 47

Conector del sensor TPS



Nota. Se detalla el conector del sensor TPS para la comprobación. Tomado de (Auto Data)

Oscilogramas de los sensores y actuadores del motor G16B

Figura 48

Oscilograma del Sensor MAF



Nota. Se detalla el oscilograma del sensor MAF echa la prueba en el osciloscopio.

Figura 49

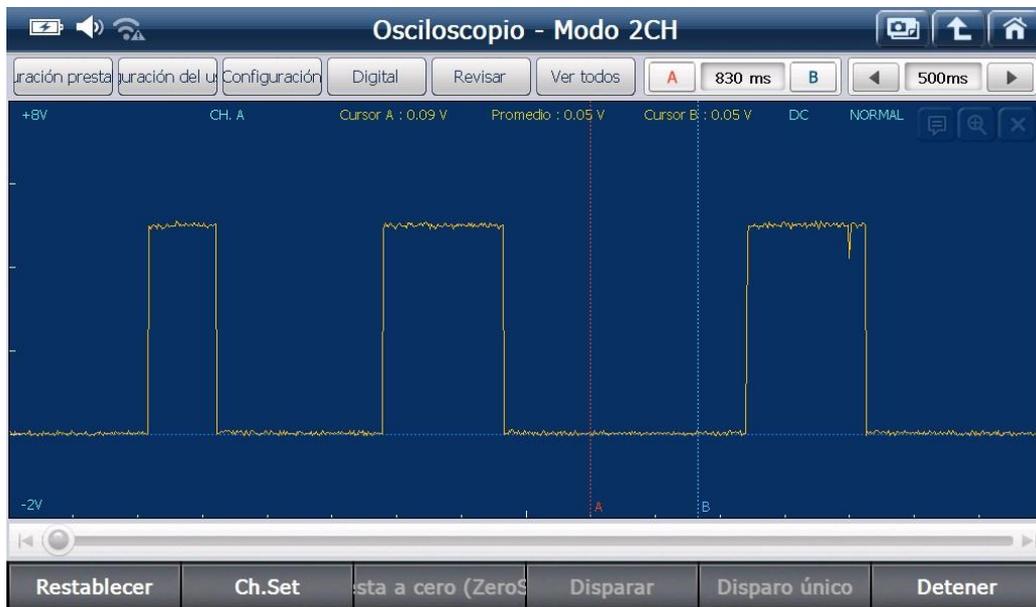
Oscilograma del Sensor MAF en ralentí.



Nota. Se detalla el oscilograma del sensor MAF en ralentí echa la prueba en el osciloscopio.

Figura 50

Oscilograma del Sensor TPS.



Nota. Se detalla el Oscilograma del Sensor TPS. echa la prueba en el osciloscopio.

Figura 51

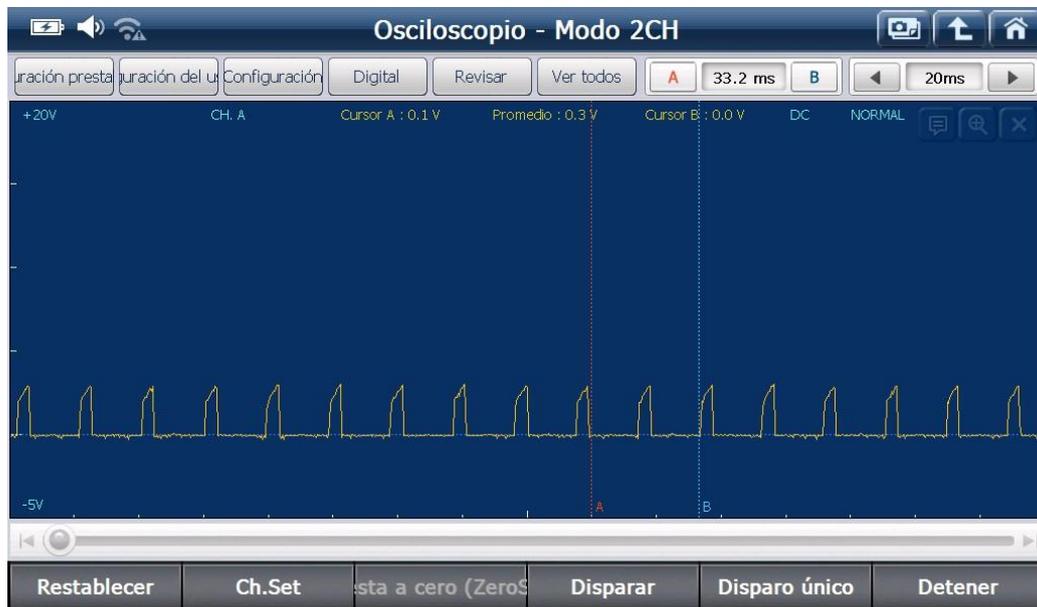
Oscilograma del Sensor ECT



Nota. Se detalla Oscilograma del Sensor ECT echa la prueba en el osciloscopio.

Figura 52

Oscilograma del Sensor CMP Señal.



Nota: Se detalla el oscilograma del sensor CKP echa la prueba en el osciloscopio.

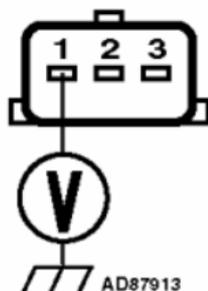
Sensor de flujo de aire MAF

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté en contacto
- Desenchufe el conector del sensor de flujo de la masa de aire
- Dé el contacto
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa.

Figura 53

Pines del sensor MAF



Nota. Se pueden observar los pines del conector del sensor MAF del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Comprobación de la señal

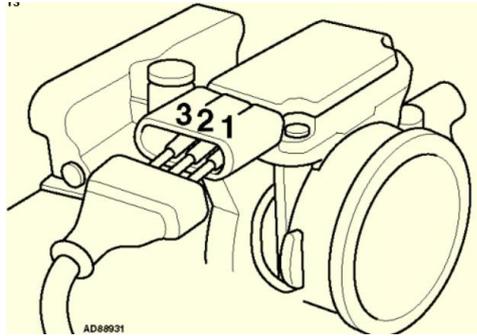
- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del sensor de flujo de la masa de aire.
- Dé el contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa.
- Arranque el motor.
- Déjelo al ralentí.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa.

Tabla 5

Valores de la señal del sensor MAF

Datos Técnicos			
Terminales	Estado	Tensión	Datos Medidos
2 y Masa	Contacto dado	1 - 1,6v	1.43 V
2 y Masa	Motor al ralentí	1,7 - 2v	1.98 V

Nota. Tabla de valores de señal del sensor MAF.

Figura 54*Conector del sensor MAF*

Nota. Se puede observar el sensor MAF del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

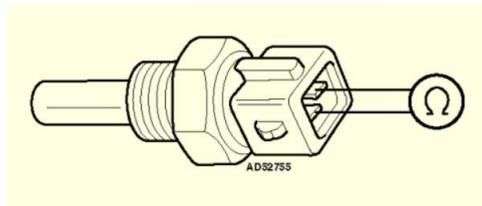
Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT**Comprobación de la resistencia**

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Libere la presión residual del sistema de refrigeración.
- Desmonte el sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Sumerja la sonda del sensor en refrigerante a la temperatura especificada.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor.
- El sensor de temperatura del refrigerante del motor se puede comprobar si se comparan los valores de la temperatura del motor y la resistencia.

Tabla 6*Valor de resistencia del sensor ECT*

Datos Técnicos		
Temperatura	Resistencia	Datos Medidos
20°C	2210 - 2690 ohmios	2450 ohmios
40°C	1140 ohmios	1145 ohmios
60°C	580 ohmios	580 ohmios
80°C	290 - 350 ohmios	325 ohmios

Nota. Tabla de valores de resistencia del sensor ECT

Figura 55*Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT*

Nota. Se observa el sensor ECT del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Sensor de temperatura del refrigerante del motor

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegurarse de que no esté dado contacto
- Desenchufe el conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor
- Dé el contacto
- Compruebe la tensión entre los terminales del conector del mazo de cables.

Tabla 7

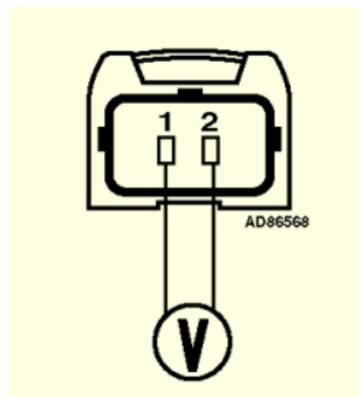
Valor de tensión del sensor ECT

Datos Técnicos		Datos Medidos
Tensión	5 v aprox.	4.76 V

Nota. Tabla de valor de la tensión de alimentación del sensor ECT

Figura 56

Pines del sensor ECT



Nota. Se observa los pines del sensor ECT del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Figura 57*Prueba de tensión al sensor ECT*

Nota. Se observa cómo se está haciendo la prueba de tensión al sensor ECT del motor G16B.

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no esté dado en contacto
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Dé el contacto.
- Compruebe la temperatura del refrigerante.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa.

Tabla 8*Valores de señal del sensor ECT*

Datos Técnicos			
Terminales	Temperatura	Tensión	Datos Medidos
1 y Masa	20°	-	2,25 motor frio
	80°C	0,5 – 0,9v	0.49V

Nota. Tabla de valores de señal del sensor ECT

Sensor de posición del cigüeñal CKP / Sensor de posición del árbol de levas

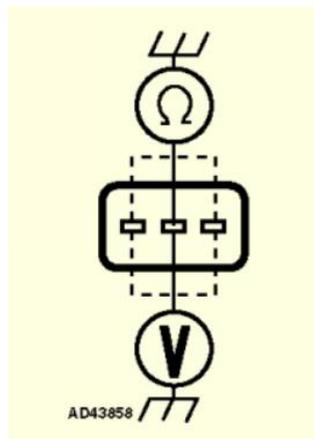
CMP

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegurarse de que no esté en contacto.
- Desenchufe el conector del sensor de posición del cigüeñal / Sensor de posición del árbol de levas.
- Dé el contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa

Figura 58

Pines del sensor CKP / CMP para medir la tensión de alimentación.



Nota. Se pueden observar los pines del conector del sensor CKP / CMP del motor G16B.

Tomado de (Auto Data)

Comprobación de la conexión a masa

- Asegurarse de que no esté dado el contacto
- Desenchufar el conector del sensor de posición del cigüeñal / Sensor de posición del árbol de levas
- Compruebe la resistencia entre el terminal del conector del mazo de cables y masa

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del conector del sensor de posición del cigüeñal/sensor de posición del árbol de levas.
- Desmonte la tapa del distribuidor y el brazo del rotor.
- Gire el cigüeñal hasta que el sensor de posición del cigüeñal/sensor de posición del árbol de levas esté frente al diente del rotor.
- Dé el contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa.
- Gire el cigüeñal hasta que el sensor de posición del cigüeñal/sensor de posición del árbol de levas esté entre los dientes del rotor.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa

Tabla 9

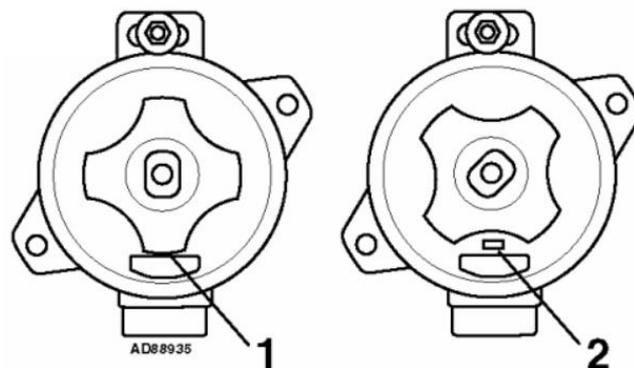
Valor de señal del sensor CKP/CMP

Datos Técnicos			
Terminales	Estado	Tensión	Datos Medidos
Cable blanco y masa	Sensor frente al diente del rotor	3,0 – 5,0v	
Cable blanco y masa	Sensor entre los dientes del rotor	0 – 1,0v	

Nota. Tabla de valores de señal del sensor CKP/CMP.

Figura 59

Poleas del sensor CKP /CMP



Nota. Se pueden observar las poleas donde va el sensor CKP / CMP del motor G16B.

Tomado de (Auto Data)

Sensor calentador de oxígeno O2

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- No desenchufe los conectores. Acceda a los terminales del conector del módulo de control del motor.
- Arranque el motor.
- Déjelo al ralentí.
- Asegúrese de que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del módulo de control del motor y masa. (Scribd, s.f.)

NOTA: Debido al pequeño tamaño de los terminales del conector del mazo de cables del módulo de control del motor se recomienda acceder a dichos terminales por la parte trasera del conector.

Tabla 10

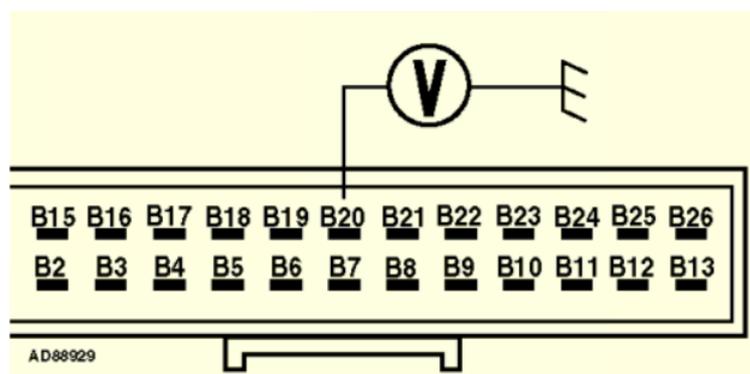
Valor de señal del sensor de oxígeno P2

Datos Técnicos		
Terminales	Tensión	Datos Medidos
B20 y Masa	0,1 – 0,9v (Fluctuante)	

Nota. Tabla de valores de señal del sensor de oxígeno O2.

Figura 60

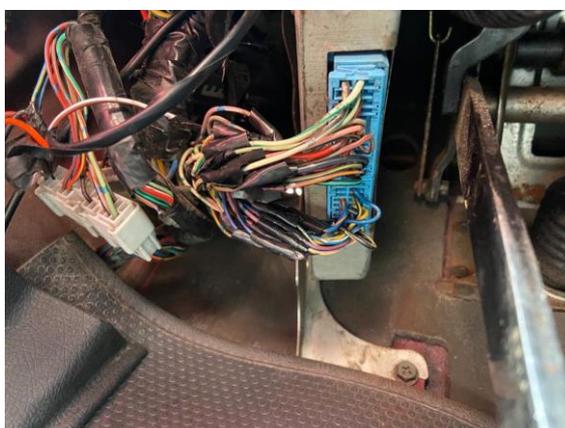
Conexión de terminales para la comprobación de señal sensor O2



Nota. Se pueden observar el pin donde se debe de conectar para la comprobación de señal para el sensor O2. Tomado de (Auto Data)

Figura 61

Conector de la computadora



Nota. Se pueden observar el conector de la computadora del motor G16B.

Actuadores

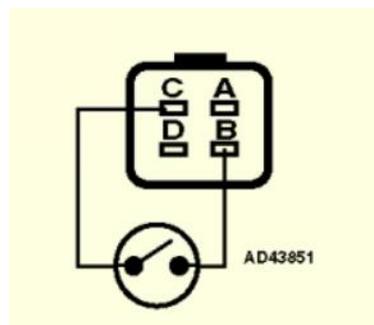
Bomba de combustible

Comprobación de funcionamiento

- Dé el contacto.
- La bomba de combustible debe funcionar durante 3 segundos aproximadamente.
- Si la bomba no funciona: Quite el contacto.
- Retire el relé de la bomba de combustible.
- Puentee los terminales B y C de la base del relé de la bomba de combustible con un cable con interruptor.
- Dé el contacto.
- La bomba de combustible debe funcionar continuamente cuando se acciona el interruptor.

Figura 62

Pines del relé de la bomba de combustible.



Nota. Se pueden observar los pines del conector del relé de la bomba de combustible del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Válvula de control del aire de ralentí.

Comprobación de la resistencia.

- Asegúrese de que no esté dado el contacto
- Desenchufe el conector de la válvula de control del aire de ralentí

- Compruebe la resistencia entre los terminales de la válvula de control del aire de ralentí

Tabla 11

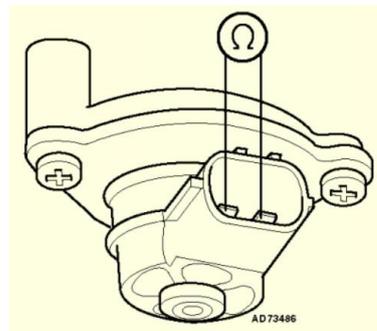
Valor de resistencia de la Válvula de control del aire de ralentí.

Datos Técnicos	Datos Medidos
Resistencia	8 - 14 ohmios

Nota. Tabla de valores de resistencia de la Válvula de control del aire de ralentí.

Figura 63

Conector de la Válvula de control del aire de ralentí.



Nota. Se pueden observar los pines del conector de la válvula de control del aire de ralentí del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

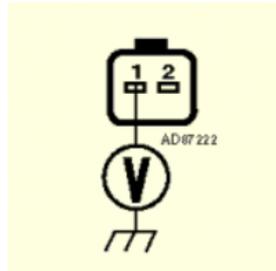
Bobina de encendido

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector de la bobina de encendido.
- Dé el contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa.

Figura 64

Pines del conector de la bobina de encendido.



Nota. Se pueden observar los pines del conector de la bobina de encendido para medir la tensión de alimentación. Tomado de (Auto Data)

Comprobación de la resistencia primaria

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector de la bobina de encendido.
- Desconecte el cable de alta tensión de la bobina de encendido.
- Compruebe la resistencia entre los terminales de baja tensión de la bobina de encendido.

Comprobación de la resistencia secundaria

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector de la bobina de encendido.
- Desconecte el cable de alta tensión de la bobina de encendido.
- Compruebe la resistencia entre un terminal de baja tensión de la bobina de encendido y la conexión de alta tensión.

Válvula de control de emisiones por evaporación

Comprobación de la resistencia

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector de la válvula de control de emisiones por evaporación.

- Compruebe la resistencia entre los terminales de la válvula de control de emisiones por evaporación.

Tabla 12

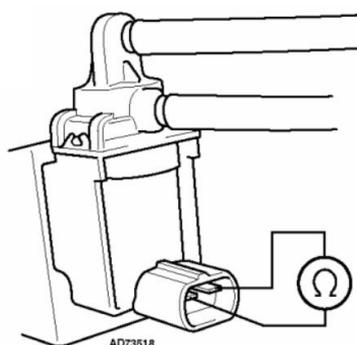
Valor de resistencia de la Válvula de control de emisiones por evaporación.

	Datos Técnicos	Datos Medidos
Resistencia	28 - 36 ohmios	34,8 ohmios

Nota. Tabla de valores de resistencia de Válvula de control de emisiones por evaporación.

Figura 65

Pines para comprobar la resistencia de la Válvula de control de emisiones por evaporación.



Nota. Se pueden observar los pines de la válvula de control de emisiones por evaporación del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desenchufe el conector de la válvula de control de emisiones por evaporación.
- Dé el contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa.

Figura 67

Prueba al inyector.



Nota. Se pueden observar la prueba de resistencia que se le está haciendo al inyector del motor G16B.

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté dando el contacto
- Desenchufe los conectores de los inyectores
- Dé el contacto
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa
- Repita la prueba para cada inyector

Tabla 14

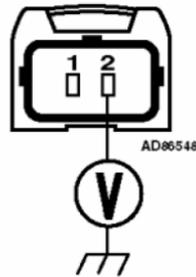
Valor de tensión de alimentación del Inyector.

Datos Técnicos		
Terminales	Tensión	Datos Medidos
2 (Cable azul/negro) y masa	Tensión de la batería	12,32 V

Nota. Tabla de valores de tensión de la alimentación de los Inyectores.

Figura 68

Pines del inyector.



Nota. Se pueden observar los pines del conector para la prueba de tensión del inyector del motor G16B.

Figura 69

Prueba de tensión al inyector.



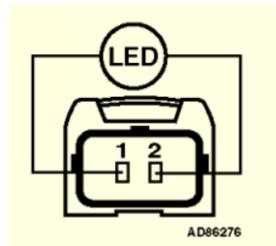
Nota. Se pueden observar la prueba de tensión que se le está realizando al inyector del motor G16B.

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no esté dado el contacto
- Realizamos conexión de las puntas de osciloscopio.
- Encendemos el vehículo para verificar la curva del inyector.

Figura 70

Pines del inyector para la comprobación de señal.



Nota. Se pueden observar los pines del inyector como se debe de conectar una luz led testigo o en el pin 1 se conecta la punta del osciloscopio para la comprobación de señal del inyector del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

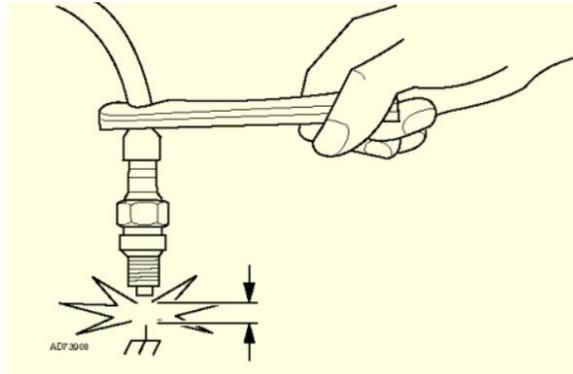
Chispa de alta tensión

NOTA: Desenchufe los conectores de inyector antes de las pruebas de arranque, para evitar que resulte dañado el(los) catalizador(es).

- Asegúrese de que no esté dado el contacto.
- Desconecte el cable de alta tensión de la bujía.
- Conecte la bujía de pruebas al cable de alta tensión.
- Sujete la bujía de pruebas a 6 mm de un punto de masa adecuado con unos alicates con aislante.
- Arranque el motor brevemente.
- Compruebe si hay chispas azules fuertes
- Repita la prueba con cada uno de los cables de alta tensión.
- Si la chispa no es visible: Realice comprobaciones de los componentes del circuito de alta tensión. Véase Procedimientos generales de prueba.

Figura 71

Cable de alta tensión de la bujía.



Nota. Se pueden observar cómo se debe de tomar el cable de alta tensión de la bujía para la comprobación de la chispa en la bujía del motor G16B. Tomado de (Auto Data)

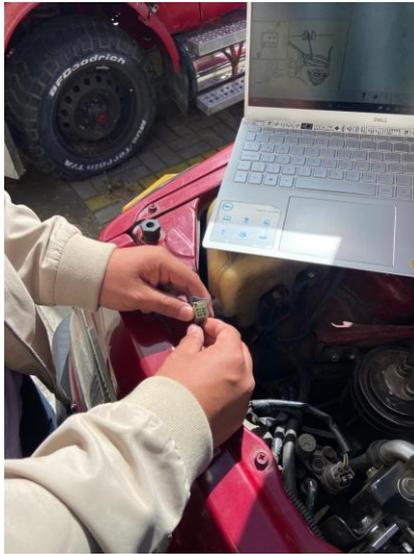
Códigos de averías sin EOBD

Para poder verificar los códigos de averías sin scanner primeramente debemos de saber o ubicar donde se encuentra el conector de diagnóstico, en este caso lo podemos encontrar levantando el capo.

Se realiza un puenteo entre los terminales B y D con un pequeño cable, con un multímetro nos aseguramos de que la tensión de la batería sea superior a 11V.

Figura 72

Conector de Diagnostico.



Nota. Se pueden observar cómo se debe de hacer el puenteo al conector de diagnóstico entre el terminal B y D del motor G16B.

Una vez que ya se hizo el puenteo nos vamos al tablero del vehículo a verificar y hacemos el conteo de los parpadeos emitidos por el testigo de averías por lo cual encontramos los siguientes códigos de fallas.

14: Sensor de temperatura del refrigerante del motor – circuito defectuoso.

22: Sensor de posición de la mariposa – tensión de señal baja.

34: Sensor de flujo de masa de aire – tensión de señal baja.

Figura 73*Luz de Check engine*

Nota. Se pueden observar la luz del Check engine encendida para el conteo de parpadeos para verificar los códigos de averías del motor G16B.

Reparación del sistema eléctrico y electrónico del motor G16B**Análisis de resultados****Sensores****Tabla 15***Valores medidos del sensor TPS.*

Sensor	Valor Referencial	Valor Medido
	Mariposa Cerrada:300 - 2000	841
	Mariposa Abierta:2000 – 65000	No mide
Sensor de posición de la mariposa TPS	5V aprox	5,5V
	Mariposa Cerrada:0,5 – 1,2V	44,3 mV
	Mariposa Abierta: 3,4 – 4,7V	5,05V

Nota. Tabla de valores de prueba del sensor TPS.

Tabla 16*Valores medidos del sensor MAF*

Sensor	Valor Referencial	Valor Medido
Sensor de flujo del aire MAF	Contacto dado 1 – 1,6V	1,43V
	Motor al ralentí 1,7 – 2V	1,98V

Nota. Tabla de valores de prueba del sensor MAF.**Tabla 17***Valores medidos del sensor ECT.*

Sensor	Valor Referencial	Valor Medido
Sensor de temperatura del refrigerante ECT	5v Aprox 0,5 – 0,9v	4,76V 2,25 motor frio

Nota. Tabla de valores de prueba del sensor ECT.**Actuadores****Tabla 18***Valores medidos de la Válvula de control de emisiones por evaporación.*

Actuador	Valor Referencial	Valor Medido
Válvula de control de emisiones por evaporación	28 – 36 ohmios	34,8 ohmios

Nota. Tabla de valores de prueba de la Válvula de control de emisiones por evaporación.

Tabla 19

Valores medidos de los Inyectores.

Actuador	Valor Referencial	Valor Medido
Inyectores	12 – 17 ohmios	14,1 ohmios
	Tensión de la batería	12,32V

Nota. Tabla de valores de prueba de los Inyectores.

Conclusiones

- Se realizó una inspección profunda de los subsistemas eléctricos y electrónicos del vehículo lo cual se dio cuenta que el conector del sensor ECT, el cableado estaba en mal estado ya que se encontraba roto un cable del conector, además existía cables que no se encontraban perfectamente conectados con la ECU.
- Los cables de bujías se encontraban con una falla física, que estaban quemada la protección exterior, dando como resultado que no conduzcan la cantidad idónea de tensión para generar la chispa.
- El sensor TPS, se encontró una medición de resistencia en la posición de mariposa cerrada con un valor de 841 Ohmios el cual nos indica que se encuentra en su intervalo, mientras que en la posición de mariposa abierta (acelerado) no genera medida con referencia a la resistencia, por lo cual se deduce que el sensor se encuentra operando en un 50% generando que el motor no tengo un ralenti estable.
- El vehículo tenía el sensor MAF 65D0, que posterior a la reparación continuaba con falla existe de exceso consumo de combustible además generando la presencia de humo, se realiza el diagnostico mediante comprobaciones de señales y verificación de estado de bujía; por lo cual se realiza el cambio del sensor original SE416 del vehículo considerando que el motor tiene una cilindrada de 1600 cc, y el sensor en mención era de un motor de 2000 cc.
- El sistema de cableado entre sensores, actuadores con la ECU, se encontraba en mal estado, debido a que los cables se encuentran sulfatados y presentan desgaste en los conectores, se realiza el empate y cambio de socket del sensor MAF.
- La puesta en punto se desarrolló mediante el uso de la lampara estroboscópica, guiándonos en las señales de la polea existiendo un desfase de un grado en el distribuidor para que el motor se encuentre estable.
- Con los equipos y procesos de diagnóstico automotrices como el scanner automotriz, multímetro y osciloscopio mediante un proceso ordenado se pudo

determinar el valor que nos marcaba cada sensor y actuador el cual nos facilitó para comparar con los datos técnicos y establecer que estén trabajando correctamente.

Recomendaciones

- Se aconseja tener las herramientas necesarias para el trabajo. Esto incluye un multímetro digital, escáner de diagnóstico automotriz, osciloscopio (si es posible), llaves y herramientas de mano para desmontaje.
- Si el motor presenta problemas eléctricos o electrónicos, seguir un enfoque sistemático para el diagnóstico. Averigua si el problema está relacionado con el cableado, sensores, actuadores, módulos de control o cualquier otro componente. Utiliza el escáner de diagnóstico para obtener códigos de error y datos en tiempo real del motor.
- Se recomienda realiza una inspección visual minuciosa del cableado y los conectores en busca de daños, corrosión o conexiones flojas. Los problemas eléctricos a menudo pueden estar relacionados con conexiones defectuosas.
- Utilizar un multímetro para realizar pruebas de continuidad y resistencia en los componentes eléctricos, como sensores y solenoides. Compara los valores obtenidos con las especificaciones del fabricante para determinar si los componentes son defectuosos.

Bibliografía

- | *MECÁNICA AUTOMOTRIZ 2015*. (s. f.). Recuperado 14 de junio de 2023, de <http://mecánica-cars.blogspot.com/2012/10/el-encendido-electrónico-sin-contactos.html>
- AUTOMOTRIZ, I. Y. M. (2020, enero 30). ¿Qué es el conector DLC OBD II y cuál es su función? *INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ*.
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-conector-dlc-obd-ii-y-cual-es-su-funcion/>
- Admin.:. (2022). *Pruebaderuta.com*. Recuperado el 07 de 08 de 2023, de Pruebaderuta.com: <https://www.pruebaderuta.com/principios-de-funcionamiento-del-motor-de-combustion-interna.php>
- Anónimo. (2019). *ECURED*. Obtenido de ECURED:
https://www.ecured.cu/Motor_de_combusti%C3%B3n_interna
- AUTODOC-CLUB*. (13 de 04 de 2020). Obtenido de <https://club.autodoc.es/magazin/como-comprobar-el-sistema-de-encendido>
- Bendati, N., Parisi, C., & Sanocki, L. (s. f.). *SENSORES*. Recuperado 18 de junio de 2023, de <http://lawebtecnica.freevar.com/automat/sensor/sensor.html>
- Bustos, A., García, J., & Vidal, S. (2010, diciembre 9). *Moteres de Combustión Interna*.
https://llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2011/REF%2046_2011%20TECNICO%20AYUDANTE%20MANTENIMIENTO%20E%20INGENIERIA/08%20-%20MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/METAL%20MECANICO%20CIVIL/MECANICA/MOTORES.PDF
- Bendati, N., Parisi, C., & Sonocki, L. (12 de 2001). *Lawebtecnica.com*. Obtenido de <http://lawebtecnica.freevar.com/automat/sensor/sensor.html>

- Cardenas, E., & Kaslin, J. (2016). *Caracterización Tecnológica del parque automotor*. [ESCUELA POLITECNICA NACIONAL].
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/502/1/CD-0450.pdf>
- Cervantes, I., & Espinosa, S. (2010). *ESCÁNER AUTOMOTRÍZ DE PANTALLA TÁCTIL* [Instituto Politécnico Nacional].
https://www.academia.edu/23071516/Escaner_Automotriz_De_Pantalla_Tactil
- Contreras, J. (2020). *Usos del Puerto OBD2 para diagnóstico del motor de un vehículo desde un dispositivo móvil* [Tecnologico Nacional de Mexico].
<https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1127/1/JOSE%20ANTONIO%20CONTRERAS%20RAMIREZ.pdf>
- Crepaldo, D., & Schiavon, M. (s. f.). *Introducción al Osciloscopio*. Recuperado 15 de junio de 2023, de <https://www.fceia.unr.edu.ar/eca1/files/teorias/osciloscopio.pdf>
- Cardenas , E., & Kaslin, J. (11 de 2016). Caracterización Tecnológica del parque automotor. 12-15. Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/502/1/CD-0450.pdf>
- Cesvi. (22 de 07 de 2015). *auto crash.com*. Obtenido de <https://www.revistaautocrash.com/evolucion-de-los-sistemas-de-inyeccion-de-combustible/>
- Días, F. (2017). *Elaboracion de una base de datos para determinación de fallos del sistema de encendido de un motor* [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14867/1/UPS-CT007298.pdf>
- Distribuidor de encendido electrónico*. (s. f.). Recuperado 14 de junio de 2023, de http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/electricidad_del_automotor10.php
- Donaire, D. L. (2021, octubre 15). Sistema de inyección electrónica: Funcionamiento y partes [Blog]. *Actualidad Motor*. <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-basico-de-la-inyeccion-elctrica/>

- Días, F. (10 de 2017). Elaboracion de una base de datos para determinación de fallos del sistema de encendido de un motor. Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14867/1/UPS-CT007298.pdf>
- ESCANER AUTOMOTRIZ AUTEL MAXICHECK MX808. (s. f.). *Autotools*. Recuperado 15 de junio de 2023, de <https://autotools.com.co/producto/mx-808-ts/>
- Federal-Mogul. (2018, mayo). *Información completa sobre las bobinas de encendido* [Blog]. BeruParts. <https://www.beruparts.es/content/dam/marketing/emea/beru/brochure/es-all-about-ignition-coils.pdf>
- Federal, M. (05 de 2018). Obtenido de <https://www.beruparts.es/content/dam/marketing/emea/beru/brochure/es-all-about-ignition-coils.pdf>
- Federico. (15 de 01 de 2019). *AutoYTecnica.com*. Obtenido de <https://autoytecnica.com/sistemas-de-encendido-tipos/>
- Gemacar. (2021, septiembre 1). El osciloscopio digital: Descubre por qué es la herramienta indispensable que necesitas en el taller. *Soluciones Guemacar*. <https://solucionesguemacar.es/osciloscopio-digital/>
- Gallegos. (24 de 10 de 2015). Motor de explosión otto de cuatro tiempos. Obtenido de <https://mgallegosantos.files.wordpress.com/2010/01/mot-4-15-16.pdf>
- García , I. (06 de 04 de 2017). *Car-tec.es*. Obtenido de <https://www.car-tec.es/blog/como-funciona-una-ecu/>
- Lopez Donaire , D. (27 de 10 de 2021). <https://www.actualidadmotor.com/>. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-bsico-de-la-inyeccin-elctrica/>
- INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE (sistema) | Partes y su funcionamiento*. (s. f.). Recuperado 21 de julio de 2023, de <https://como-funciona.co/una-inyeccion-de-combustible-sistema/>
- Menna. (2018, octubre 25). *SISTEMA DE ENCENDIDO (motor) | Tipos, partes y funcionamiento*. <https://como-funciona.co/el-encendido-del-motor-sistema/>

- Meza, D. (10 de 2021). *IDocPub*. Recuperado el 15 de 07 de 2023, de IDocPub:
<https://idoc.pub/documents/desarrollo-historico-de-los-motores-de-combustion-interna-vlr0pom27jlz>
- Montero , C., & Paguay, F. (2021). *Estudio e Implementación De Un Sistema De Inyección Electrónica Programable Para El Aumento Del Rendimiento Y Disminución De Gases De Escape*. Cuenca. Obtenido de
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21080>
- Ponce, J. (2018). *El escáner en el diagnóstico automotriz* [Universidad César Vallejo].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/15706/Ponce_RJD.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Principios de funcionamiento del motor de combustión interna | Pruebaderuta.com*. (2015, abril 13). Pruebaderuta.com | Más que un blog de automóviles.
<https://www.pruebaderuta.com/principios-de-funcionamiento-del-motor-de-combustion-interna.php>
- ro-des.com*. (05 de 05 de 2022). Obtenido de <https://www.ro-des.com/mecanica/sensores-del-motor/>
- ¿Que es un osciloscopio?* (s. f.). FinalTest.com. Recuperado 15 de junio de 2023, de <https://www.FinalTest.com.mx/product-p/art-9.htm>
- Salvador. (s. f.-a). *El Sistema de Encendido DIS - e-auto.com.mx—El Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios*. Recuperado 14 de junio de 2023, de <https://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/85-boletines-tecnicos/2231-el-sistema-de-encendido-dis>
- Salvador. (s. f.-b). *Sistemas de Ignición con y sin Distribuidor—E-auto.com.mx—El Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios*. Recuperado 14 de junio de 2023, de <https://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/91-boletines-tecnicos/electronica-vehicular/3430-sistemas-de-ignicion-con-y-sin-distribuidor>
- Scanner multimarca Launch X431 Pro*. (s. f.). GN Representaciones SAS. Recuperado 15 de junio de 2023, de <https://gnrepresentaciones.co/products/escaner>

Suzuki Vitara 1.6 16v Ficha Tecnica, consumo y dimensiones. (s. f.). Recuperado 11 de julio de 2023, de <https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Suzuki/5900/Suzuki-Vitara-16-16v.html>

Scribd. (s.f.). *Scribd.* Recuperado el 01 de 08 de 2023, de Scribd:

<https://es.scribd.com/doc/40564136/Modulo-de-Control-Del-Motor>

Solectroshop.com. (s.f.). Obtenido de <https://solectroshop.com/es/blog/fundamentos-de-la-senal-analogica-vs-la-digital-n22>

Vásquez, M. (2016, octubre 1). *Multimetro y Osciloscopio.* Scribd.

<https://es.scribd.com/document/326080978/Multimetro-y-Osciloscopio>

Villafuerte, K., Alcívar, J., & Holgín, J. (2014). *Maqueta didáctica de los sistemas eléctricos del automóvil.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/29504/1/TESIS%20DE%20GRADO-%20MAQUETA%20DIDACTICA%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20ELECTRICOS%20DEL%20AUTOMOVIL.pdf>

Walter. (2022, febrero 2). *Motor Suzuki G16B especificaciones.* Suzuki club 4x4.

<https://www.suzukiclub4x4.com.ar/viewtopic.php?t=68015>

Anexos