



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ MEDIANTE UN BANCO UNIVERSAL DE
COMPROBACIÓN DE ACTUADORES Y SU COMPROBACIÓN CON EQUIPOS
CONVENCIONALES**

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

AUTORES: CÉSAR STEVEN ENCALADA PANOLUISA
BYRON JESÚS VALENZUELA MOROCHO

TUTOR: JOSÉ LUIS MULLO CASILLAS

Quito - Ecuador

2025

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Byron Jesús Valenzuela Morocho con documento de identificación N° 1724756323 y Cesar Steven Panoluisa Encalada con documento de identificación N° 1723902068 manifestamos que:

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

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,



Byron Jesús Valenzuela Morocho
1724756323



César Steven Encalada Panoluisa
1723902068

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

Nosotros, Byron Jesús Valenzuela Morocho con documento de identificación No. 1724756323 y César Steven Encalada Panoluisa con documento de identificación No. 1723902068, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diagnóstico automotriz mediante un banco universal de comprobación de actuadores y su comprobación con equipos convencionales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

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

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,

Byron Jesús Valenzuela Morocho
1724756323

César Steven Encalada Panoluisa
1723902068

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, José Luis Mullo Casillas con documento de identificación N° 0502365869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ MEDIANTE UN BANCO UNIVERSAL DE COMPROBACIÓN DE ACTUADORES Y SU COMPROBACIÓN CON EQUIPOS CONVENCIONALES**, realizado por Byron Jesús Valenzuela Morocho con documento de identificación N° 1724756323 y por Cesar Steven Encalada Panoluisa con documento de identificación N° 1723902068, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 28 de febrero del año 2025

Atentamente,



Ing. José Luis Mullo Casillas, Ph.D.

0502365869

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mis padres Byron Valenzuela y Silvia Morocho, ya que ellos han sido las personas que me han acompañado en todo este proceso con su apoyo económico, moral y sobre todo con su confianza puesta sobre mí a pesar de las adversidades del camino. A mis hermanas por su amor incondicional que me han sabido brindar en los mejores y peores momentos.

Byron Jesús Valenzuela Morocho

Dedico el presente proyecto a mis padres Fabián Encalada y Narciza Panoluisa, quienes fueron las personas que me apoyaron y me motivaron para cumplir mis sueños. En especial a mi padre que por cuestiones de la vida falleció y tuvo el sueño de verme graduado y por último menos importante mis abuelitos maternos y paternos que me ayudaron con sus consejos y aliento para culminar mi carrera.

Cesar Steven Encalada Panoluisa

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme cada día para poder llegar a mis objetivos. A las personas que han aportado para que todo esto se dé, destacando al Ing. José Luis Mullo Casillas Ph.D. tutor de nuestro proyecto por compartir sus conocimientos, sabiduría para realizar este proyecto.

Byron Jesús Valenzuela Morocho

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar este proyecto.

A mi familia, por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante durante este camino. Su confianza en mí ha sido el motor que me ha impulsado a alcanzar esta meta. A mis profesores y tutor Ing. José Luis Casillas Mullo Ph.D , por compartir sus conocimientos y guiarme en el desarrollo de este proyecto. Su dedicación y compromiso han sido inspiración y ejemplo para mí.

A todos ustedes. Gracias por ser parte de este logro.

Cesar Steven Encalada Panoluisa

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMA	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.	5
MARCO TEÓRICO	6
1. 1. GENERALIDADES DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA	6
1.1.1. Historia	6
1.1.2. Funciones de la Unidad de Control Electrónica Automotriz.....	7
1.1.3. Áreas Principales de la Unidad de Control Electrónica Automotriz	7
1.1.4. Bloques Principales de la Unidad de Control Electrónica Automotriz	8
1.2. SENSORES AUTOMOTRICES	9
1.2.1. Sensor CMP	10
1.2.2. Sensor CKP.....	10
1.2.3. Sensor KNOCK	10
1.2.4. Sensor MAF.....	11
1.2.5. Sensor MAP.....	11
1.3. ACTUADORES AUTOMOTRICES	12
1.3.1. Inyector.....	12
1.3.2. Bomba de Combustible Gasolina	13
1.3.3. Relé Automotriz	14
1.3.4. Válvula IAC.....	14
1.3.5. Válvula EGR.....	14
1.3.6. Bobina DIS	15
1.3.7. Bobina COP.....	15
1.3.8. Válvula EVAP	15
CAPÍTULO I	16

METODOLOGÍA.....	16
1.1 Métodos empleados	16
1.2 Equipos y materiales.....	18
CAPÍTULO II.....	43
COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS CON MULTÍMETRO EN ACTUADORES ...	43
2.1 Tucson IX	43
2.1.1 Tiempo de inyección	43
2.1.2 Resistencia del inyector	48
2.2 Volkswagen	50
2.2.1 Tiempo de inyección	50
2.2.2 Resistencia de bobinado válvula IAC.....	55
CAPÍTULO III	57
INTERPRETACIÓN DE ACTUADORES MEDIANTE EL OSCILOSCOPIO	57
3.1 Tucson IX	57
3.1.1 Oscilogramas de inyectores gasolina.....	57
3.1.2 Oscilogramas de inyectores identificación de tiempo de inyección.....	58
3.2 Volkswagen	62
3.2.1 Oscilogramas de inyectores gasolina.....	62
3.2.2 Oscilogramas de inyectores identificación de tiempo de inyección.....	64
3.2.3 Oscilogramas de válvula IAC, Volkswagen.....	67
3.3 Tucson IX	68
3.3.1 Oscilogramas de Bobina COP, TUCSON IX.....	68
CAPÍTULO IV	77
DIAGNÓSTICO CON COMPROBADOR DE ACTUADORES	77
4.1 Volkswagen	77
4.1.1 Comprobación de inyectores en prueba automática	77
4.1.2 Comprobación de inyectores en prueba manual.....	78
4.1.3 Comprobación de válvula IAC	79
4.2 Tucson IX	81
4.2.1 Comprobación de inyectores en prueba automática	81
4.2.2 Comprobación de inyectores en prueba manual.....	82
4.2.3 Comprobación de cuerpo de aceleración electrónico selección automática.....	83
4.3 Tucson IX	86

4.3.1 Comprobación de bobinas	86
4.4 Volkswagen	92
4.4.1 Comprobación de bobina.....	92
CAPÍTULO V.....	94
COMPARACIÓN DE PARÁMETROS EN TIEMPO REAL DE ACTUADORES.....	94
5.1 Tucson IX	94
5.1.1 Tiempo de los inyectores en milisegundos	94
CAPÍTULO VI	98
COMPARACIÓN DE DATOS Y PORCENTAJES DE ERROR	98
ECUACION 1:	98
6.1 Tiempo de inyección	98
6.1.1 Tiempo de los inyectores Tucson IX con multímetro y osciloscopio	98
6.1.2 Tiempo de los inyectores Volkswagen con multímetro y osciloscopio	100
6.2 Voltaje Pico de bobinas de encendido.....	101
6.2.1 Voltaje pico Tucson IX con osciloscopio y comprobador de bobinas	101
6.3 Tiempo de inyección	103
6.3.1 Tiempo de inyección Tucson IX con multímetro y escáner	103
6.4 Accionamiento del módulo del acelerador	104
6.4.1 Módulo del acelerador Tucson IX con comprobador y escáner.....	104
6.5 Voltaje Pico de bobinas de encendido con comprobador de actuadores y comprobador de bobinas.....	106
CONCLUSIONES.....	108
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS.	113

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Representación de la Unidad de Control Electrónica.	8
Figura 1.1: Diagrama de flujo.....	18
Figura 1.2: Multímetro TRISCO DA 830	19
Figura 1.3: Osciloscopio automotriz Micsig	20
Figura 1.4: Escáner automotriz AUTEL.....	21
Figura 1.5: Tacómetro Brain Bee MGT – 300 EVO	22
Figura 1.6: Comprobador de bobinas GT505.....	23
Figura 1.7: Probador de actuadores Expert – X8.....	24
Figura 1.8: Hyundai Tucson Ix.....	25
Figura 1.9: Volkswagen Gol 2002.....	26
Figura 1.10: Escala de medición ms.....	27
Figura 1.11: Punta de medición en el borne negativo	27
Figura 1.12: Punta de medición en el cable de señal de inyector.....	28
Figura 1.13: Observación de medición en milisegundos.....	28
Figura 1.14: Equipo de diagnóstico con puntas de prueba.....	29
Figura 1.15: Colocación de las puntas de prueba negativo y positivo	29
Figura 1.16: Manipulación de escalas tiempo vs voltaje.....	30
Figura 1.17: Botón de Stop.....	30
Figura 1.18: Verificación inicial de escáner automotriz.....	31
Figura 1.19: Conector OBD II.....	31
Figura 1.20: Icono de diagnóstico	32
Figura 1.21: Icono de acceso EOBD o por marca.	32
Figura 1.22: Selección Automática.	33
Figura 1.23: Ingreso del número VIN.	33
Figura 1.24: Lectura de Datos en vivo.	34
Figura 1.25: Datos en tiempo real (Valor, Rango, Unidad)	34
Figura 1.26: Colocación de Tacómetro.	35
Figura 1.27: Arnés de medición	35
Figura 1.28: Colocación de sonda de temperatura.	36
Figura 1.29: Sensor de golpe y temperatura del tacómetro de revoluciones.....	36
Figura 1.30: Puesta a punto del equipo.....	37

Figura 1.31: Cambio de estilo VIEW	38
Figura 1.32: Parámetros en ralentí.....	38
Figura 1.33: Parámetros en aceleración.....	39
Figura 1.34: Parámetros en aceleración.....	39
Figura 1.35: Conectores para inyectores	40
Figura 1.36: Selección Manual / Automática	40
Figura 1.37: Conectores para inyectores	41
Figura 1.38: Módulo de acelerador electrónico.....	41
Figura 1.39: Válvula IAC	42
Figura 2.1: Ubicación de inyectores Tucson Ix	43
Figura 2.2: Diagrama de inyector	44
Figura 2.3: Obtención de mediciones a diferentes rpm.	45
Figura 2.4: Tabulación de datos ms vs rpm.....	47
Figura 2.5: Tabulación de datos ms vs rpm promedios.....	48
Figura 2.6: Medición de resistencia interna de inyectores	49
Figura 2.7: Valor de resistencia interna de inyectores.....	50
Figura 2.8: Cuerpo de inyectores del vehículo	51
Figura 2.9: Diagrama de inyector	52
Figura 2.10: Obtención de mediciones a diferentes rpm.	53
Figura 2.11: Tabulación de datos ms vs rpm.....	54
Figura 2.12: Tabulación de datos ms vs rpm promedios.....	55
Figura 2.13: Medición de resistencia en ohmios	56
Figura 3.1: Oscilograma de inyector	57
Figura 3.2: Oscilograma tiempo de inyección.....	59
Figura 3.3: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección	61
Figura 3.4: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección	62
Figura 3.5: Oscilograma de inyector, Volkswagen	63
Figura 3.6: Oscilograma tiempo de inyección.....	64
Figura 3.7: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección	66
Figura 3.8: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección	66
Figura 3.9: Válvula IAC	67
Figura 3.10: Oscilograma de activación IAC	68
Figura 3.11: Bobinas COP de 2 cables, Tucson IX	69

Figura 3.12: Bobinas COP oscilograma, Tucson IX	69
Figura 3.13: Tabulación de datos con respecto al pico de tensión	71
Figura 3.14: Promedio del voltaje de tensión en bobinas COP	72
Figura 3.15: Tiempo de saturación en bobinas COP	73
Figura 3.16: Escala de saturación en bobinas COP	74
Figura 3.17: Tiempo de quemado en bobinas COP	75
Figura 3.18: Escala de quemado en bobinas COP	76
Figura 4.1: Activación de solenoides internos de inyectores	77
Figura 4.2: Ancho de pulso de 10 milisegundos en prueba automática	78
Figura 4.3: Selección manual de pulso	79
Figura 4.4: Activación de válvula IAC con pulso automático	79
Figura 4.5: Activación de válvula IAC de manera manual	80
Figura 4.6: Calibración de la válvula IAC.....	80
Figura 4.7: Tiempo de activación automática de 10 milisegundos	81
Figura 4.8: Activación de los solenoides de inyectores.....	82
Figura 4.9: Selección manual de pulso	83
Figura 4.10: Cuerpo de aceleración electrónico	83
Figura 4.11: Diagnóstico automático.....	84
Figura 4.12: Pulsos automáticos de apertura de la aleta de aceleración.....	84
Figura 4.13: Apertura o cierre de aleta de aceleración	86
Figura 4.14: Diagnóstico de bobinas COP a 1000 rpm.	87
Figura 4.15: Diagnóstico de bobinas	88
Figura 4.16: Diagnóstico de bobinas COP a 3000 rpm.	89
Figura 4.17: Diagnóstico de bobinas COP a 3500 rpm.	90
Figura 4.18: Diagrama rpm versus kV	91
Figura 4.19: Diagnóstico de Bobina independiente.....	92
Figura 4.20: Voltajes generados por bobina independiente	93
Figura 5.1: Datos tiempo real tiempo de inyección en alta revolución, Tucson IX	94
Figura 5.2: Datos tiempo real tiempo de inyección en baja revolución, Tucson IX	95
Figura 5.3: Ángulo de encendido en alta revolución, Tucson IX.....	95
Figura 5.4: Ángulo de encendido en baja revolución, Tucson IX.....	96
Figura 5.5: Verificación de encendido de algunos actuadores, Tucson IX	96
Figura 5.6: Verificación de encendido de algunos actuadores, Tucson IX	97

Figura 6.1: Verificación de error %, Tucson IX.....	99
Figura 6.2: Verificación de error %, Volkswagen.....	101
Figura 6.3: Verificación de error %, Volkswagen.....	102
Figura 6.4: Verificación del error %, Tucson Ix.....	104
Figura 6.5: Verificación de error %, Módulo del acelerador.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Cables del inyector Tucson IX	44
Tabla 2.2: Medición de tiempo de inyección en milisegundos	46
Tabla 2.3: Medición de resistencia de inyectores.....	49
Tabla 2.4: Cables del inyector Volkswagen	50
Tabla 2.5: Medición de tiempo de inyección en milisegundos	54
Tabla 2.6: Resistencia válvula IAC Volkswagen	56
Tabla 3.1: Voltaje pico de los inyectores a gasolina, TUCSON IX	58
Tabla 3.2: Oscilograma de Identificación del tiempo de inyección	60
Tabla 3.3: Voltaje pico de los inyectores a gasolina, Volkswagen	63
Tabla 3.4: Oscilograma de Identificación del tiempo de inyección	65
Tabla 3.5: Cables de la bobina COP Tucson IX.....	69
Tabla 3.6: Oscilograma con respecto al pico de tensión	70
Tabla 3.7: Tiempo de saturación Bobinas COP	72
Tabla 3.8: Tiempo de quemado bobina COP	74
Tabla 3.9: Tiempo de accionamiento en milisegundos aleta de aceleración	85
Tabla 4.10: Voltaje pico bobinas COP	90
Tabla 4.11: Voltajes generados por bobina independiente.....	93
Tabla 6.1: Cálculo de error del tiempo de inyección.....	99
Tabla 6.2: Cálculo de error del tiempo de inyección.....	100
Tabla 6.3: Cálculo de error del voltaje pico	102
Tabla 6.4: Cálculo de error del tiempo de inyección.....	103
Tabla 6.5: Cálculo de error del voltaje de apertura de la aleta de aceleración	105
Tabla 6.6: Facilidad de uso y precio.....	107

RESUMEN

El diagnóstico automotriz es una disciplina clave en el mantenimiento de los vehículos modernos especialmente debido al creciente uso de tecnologías avanzadas que han ido incrementando la complejidad de los sistemas electrónicos y los actuadores, cómo válvula IAC, inyectores y bobinas de encendido, entre otros.

El presente proyecto desarrolla los parámetros generales en base a la verificación de actuadores correspondientes a los modelos de vehículos: Hyundai Tucson Ix (2011) y Volkswagen Gol (2002), este trabajo propone la comparación de un banco universal de comprobación de actuadores, una herramienta innovadora que busca optimizar el diagnóstico automotriz.

La metodología combina un enfoque descriptivo y experimental para garantizar un análisis integral. Por un lado, el método descriptivo se empleó para caracterizar detalladamente los actuadores, junto con los equipos de diagnóstico convencionales. Este enfoque abarcará la descripción de especificaciones técnicas procedimientos de diagnóstico y características funcionales de los actuadores.

Por otro lado, el método experimental será el eje central de estudio, ya que implicará la realización de pruebas en el banco universal de comprobación de actuadores, comparando los resultados obtenidos con los generados por equipos de diagnóstico convencionales. Este enfoque permitirá recopilar datos empíricos sobre el desempeño de los actuadores, evaluar la eficiencia del banco propuesto y determinar sus limitaciones en comparación con los equipos convencionales.

Palabras Claves: Diagnóstico automotriz, actuadores, válvula IAC, inyectores, bobinas de encendido.

ABSTRACT

Automotive diagnosis is a key discipline in the maintenance of modern vehicles, especially due to the growing use of advanced technologies that have increased the complexity of electronic systems and actuators, such as IAC valves, injector and ignition coils, among others.

This project develops the general parameters on the verification of actuators corresponding to the vehicle models: Hyundai Tucson Ix (2011) and Volkswagen Gol (2002), this work proposes the comparison of a universal actuator verification bench, an innovative tool that seeks to optimize automotive diagnosis.

The methodology combines a descriptive and experimental approach to ensure a comprehensive analysis. On the one hand, the descriptive method was used to characterize the actuators in detail, together with conventional diagnostic equipment. This approach will cover the description of technical specifications, diagnostic procedures and functional characteristics of the actuators.

On the other hand, the experimental method will be the central axis of the study, since it will involve carrying out tests on the universal actuator testing bench, comparing the results obtained with those generated by conventional diagnostic equipment. This approach will allow collecting empirical data on the performance of the actuators, evaluating the efficiency of the proposed bench and determining its limitations in comparison with conventional equipment.

Keywords: Automotive diagnosis, actuators, IAC valve, injector, ignition coils.

INTRODUCCIÓN

El sector automotriz en la actualidad presenta el uso de equipos de diagnóstico de diversa gama. Estos problemas pueden presentarse en el sistema de inyección electrónica. Por esta razón, existen parámetros de funcionamiento que se pueden observar mediante el uso de un banco de pruebas. Este banco está diseñado para actuadores de un motor a gasolina. Además, se sustenta con equipos convencionales como osciloscopio, multímetro y scanner automotriz.

En el capítulo I se describe la metodología aplicada en el proyecto. Este capítulo detalla los métodos empleados, así como los equipos y materiales utilizados, proporcionando los fundamentos necesarios para replicar y validar el estudio.

En el capítulo II se desarrolla la comprobación de parámetros en actuadores utilizando un multímetro automotriz. Se abordan los tiempos de inyección, bobinado en la válvula IAC y las resistencias de los inyectores en el Hyundai Tucson Ix, así como el Volkswagen Gol.

En el capítulo III se representa la interpretación de oscilogramas obtenidos mediante osciloscopio. Se analizan oscilogramas de inyectores de gasolina y bobinas de encendido de los vehículos mencionados anteriormente, identificando patrones funcionales y tiempos de inyección.

En el capítulo IV se documenta el diagnóstico de los actuadores utilizando el banco comprobador de actuadores. Este capítulo incluye pruebas automáticas y manuales para los actuadores que tiene para hacer pruebas el dispositivo.

En el capítulo V se comprueba los parámetros en tiempo real obtenidos de los actuadores con la ayuda del escáner automotriz. Se enfatizan los parámetros de los actuadores con los vehículos encendidos.

En el capítulo VI se realiza una comparación de datos y porcentajes de exactitud entre los equipos convencionales de diagnóstico y el banco comprobador de actuadores.

PROBLEMA

El sector automotriz ha experimentado un rápido avance en la implementación de tecnologías electrónicas, especialmente en los sistemas de gestión del motor, los cuales dependen en gran medida de actuadores. Estos componentes son esenciales para el correcto funcionamiento del vehículo, pues influyen directamente en el rendimiento del motor, el consumo de combustible y las emisiones contaminantes. Sin embargo, a medida que los sistemas automotrices se diversifican, también lo hacen los métodos y herramientas necesarias para su diagnóstico. (Burgos & Pacheco, 2018)

En la actualidad, el diagnóstico automotriz enfrenta múltiples desafíos debido a la diversidad de tecnologías y sistemas utilizados en los vehículos modernos. Cada fabricante desarrolla sus propios protocolos y herramientas de diagnóstico, lo que dificulta la estandarización y eleva los costos para talleres y técnicos independientes.

Esto limita la capacidad de diagnosticar de manera precisa y eficiente los actuadores, como válvulas IAC, inyectores y bobinas, especialmente cuando no se cuenta con herramientas específicas para cada marca o modelo. Como resultado, los diagnósticos incorrectos o incompletos pueden derivar en reparaciones innecesarias, aumento de costos para el cliente y una mayor contaminación ambiental debido a vehículos mal reparados o con emisiones elevadas. A pesar de la existencia de equipos convencionales para pruebas, su alcance es limitado, ya que muchos de ellos no permiten realizar comprobaciones directas sobre los actuadores de manera universal. Esto crea una necesidad urgente de desarrollar un banco de pruebas universal que permita evaluar el funcionamiento de diversos actuadores automotrices, asegurando compatibilidad y precisión, y que además sea posible comparar su desempeño con los métodos tradicionales.

Delimitación del problema. –

Este proyecto se centrará en el desarrollo y validación de un banco universal de comprobación de actuadores automotrices, específicamente enfocado en válvulas IAC, inyectores y bobinas. El estudio se llevará a cabo en un entorno controlado dentro de un

instituto en Quito, utilizando vehículos de modelos comunes en el mercado ecuatoriano como son: Volkswagen Gol del año 2002 y Hyundai Tucson Ix del año 2011.

Se comparará el rendimiento del banco universal con equipos de diagnóstico convencionales, evaluando aspectos como precisión y facilidad de uso. El alcance del proyecto estará limitado a la etapa de diagnóstico, sin abordar procesos de reparación o mantenimiento posterior. Además, se analizarán las ventajas económicas y técnicas que este banco puede aportar a talleres automotrices pequeños y medianos. La investigación se desarrollará únicamente en sistemas de combustión interna de vehículos a gasolina.

Objetivo General.

Realizar un diagnóstico comparativo entre un banco universal de comprobación de actuadores respecto a los equipos de diagnóstico automotriz convencionales, evaluando fiabilidad y precisión en la medición de datos.

Objetivos Específicos.

- Realizar pruebas prácticas de medición mediante el comprobador universal de actuadores de un motor de combustión interna a gasolina, para generar una base de datos con los valores obtenidos.
- Obtener mediciones con los equipos de diagnóstico convencional como escáner y osciloscopio realizando pruebas en los diferentes actuadores de un motor de combustión interna a gasolina.
- Comparar la fiabilidad en los datos recopilados de cada equipo de diagnóstico automotriz con las pruebas realizadas en actuadores como bobinas, inyectores, electroválvulas y cuerpos de aceleración, comparando sus datos.
- Evaluar el manejo y precisión de los equipos utilizados para diagnóstico de actuadores automotrices para establecer diferencias respecto a sus tolerancias y diferentes márgenes de error.

MARCO TEÓRICO

1. 1. GENERALIDADES DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA

Un motor de combustión interna para poder iniciar su ciclo de trabajo necesita que se genere una chispa en la cámara de combustión. La unidad de control electrónica puede adaptar el momento correcto para generar la chispa dentro de la cámara de combustión este proceso comúnmente es conocido como tiempo de ignición con el fin de brindar un mayor rendimiento y potencia al motor generando un menor gasto de combustible. Si la ECU detecta un movimiento rápido de las bielas en el motor analiza la situación llegando a interpretar el tiempo de ignición se está adelantando a los tiempos correctos de trabajo al momento de la compresión, para compensar esto atrasa el tiempo en el que se produce la chispa para prevenir la situación. (Guilca et al., 2023) La ECU se encarga de parametrizar la dosificación de combustible dependiendo de la exigencia del motor y los datos enviados por los distintos sensores. Dependiendo la presión que se aplique al pedal del acelerador la ECU se encargará de habilitar una mayor entrada de aire a la admisión del motor los motores con distribución de válvulas la ECU se encarga de parametrizar el tiempo justo para que las válvulas se abran. La unidad de control del motor está compuesta por un procesador de alto rendimiento que se encarga de establecer y modificar los valores correspondientes a diversas funciones de regulación. (Sánchez, 2013)

1.1.1. Historia

A finales de los años '70 la industria automotriz empezó a incorporar computadoras a sus vehículos a medida que aumentaba la necesidad de controlar el nivel de emisiones provocadas por los vehículos en esas épocas. El control de dosificación presentaba dificultad en sus inicios para proporcionar correctamente el combustible según la necesidad, lo que obligó al uso de un sistema que recolecte datos y sea capaz de interpretarlos para poder dosificar proporciones adecuadas mediante el análisis de parámetros. En la antigüedad el elemento mecánico en cargo de la dosificación de combustible era el carburador el cual no era lo suficientemente preciso para realizar dicho trabajo por su sistema rudimentario. Hoy en día las correcciones en el sistema de inyección se han llevado a cabo mediante la

implementación de al (ECU) unidad de control electrónica y distintos sensores en el motor los cuales envían señales las cuales interpreta la computadora y dependiendo del tipo de señal ya sea de un sensor o un actuador esta parametriza el trabajo de cada uno para satisfacer la necesidad del motor. (Sandovalin et al., 2022)

1.1.2. Funciones de la Unidad de Control Electrónica Automotriz

Son computadoras que controlan los sistemas que componen a los vehículos automotrices las cuales receptan señales de los distintos sensores implementados en los vehículos interpretando dicha información deciden sobre las acciones de los actuadores para poder brindar estabilidad en los procesos de trabajo del vehículo.

Una ECU funciona siguiendo una serie de pasos:

- Recibe señales producidas por los distintos sensores del vehículo.
- Contiene un software el cual proporciona parámetros de funcionamiento según las variables.
- Analiza las señales de entrada brindando un accionamiento de los actuadores según la necesidad.
- Envía señales de salida a actuadores que ejecutan sus comandos y controlan diferentes funciones y sistemas de su automóvil.

Una vez que recibe las señales evalúa dicha información parametrizando funciones de tal manera que emite ordenes de trabajo a los actuadores las computadoras de los vehículos trabajan con códigos que hacen referencia al fallo presente en el sistema. (Motesdeoca, 2021)

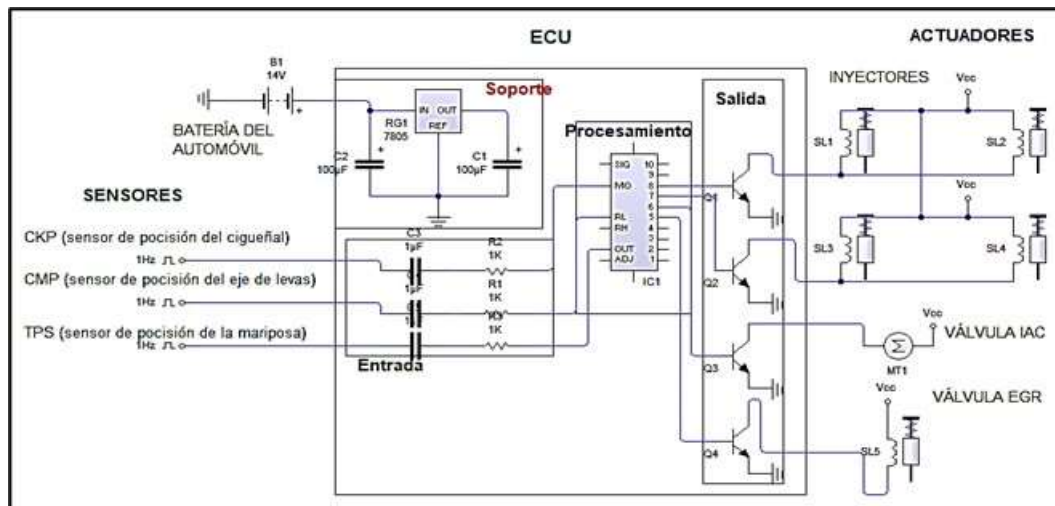
1.1.3. Áreas Principales de la Unidad de Control Electrónica Automotriz

FUENTE. – Segmento donde los 14 VDC de la batería son transformados a valores inferiores para alimentar a los distintos componentes internos de la ECU los cuales pueden trabajar a 3 VDC, 5 VDC, 1,5 VDC, 9 VDC.

SALIDA. – Transistores que evitan la señal de activación de los distintos actuadores.

- **PROCESAMIENTO.** – Sección en donde se encuentra la memoria de la unidad de control electrónica.
- **ENTRADA.** – Representa a la circuitería de la ECU o también conocido como circuitos de filtrado. En la Figura 1 se observa un esquema resumido de las partes de la ECU. (Guilca et al., 2023)

Figura 1: Representación de la Unidad de Control Electrónica.



Bloques de la ECU, Fuente: Autores

1.1.4. Bloques Principales de la Unidad de Control Electrónica Automotriz

- **Bloque de Entrada:** Los circuitos que reciben la información antes de que esta llegue a los microprocesadores de la ECU. En esta etapa, se utilizan componentes como filtros, amplificadores, convertidores de señales analógicas a digitales, comparadores, recortadores, entre otros.
- **Bloque de salida:** Las señales pasan por un proceso de análisis antes de ingresar y poder llegar al microprocesador, en la salida de las señales atravesaran circuitos y los diferentes actuadores. En todo este proceso se encontrarán amplificadores, transistores, una serie de drivers entre otros componentes.

- **Bloque de Soporte:** Elementos que tienen la función de alimentar a todos los circuitos internos, considerándose la fuente de alimentación de la ECU.

Para facilitar la comprensión del circuito completo de una ECU automotriz, es fundamental dividir el circuito general en áreas o bloques, cada uno con funciones específicas y diferenciadas. (Palena, 2015)

1.2. SENSORES AUTOMOTRICES

En diferentes áreas, existen diferentes tipos de sensores que son esenciales para el monitoreo, detección y medición de objetos. Con el avance de la tecnología, estos dispositivos han evolucionado, permitiendo realizar su función de manera más eficiente. (Barreto et al., 2018) Su objetivo principal es generar señales que son interpretadas por un sistema receptor, como la ECM en los vehículos, para verificar si los valores detectados están dentro de los rangos establecidos. A continuación, se describen los principales tipos de sensores:

Sensores inductivos: Generan un campo electromagnético que induce corrientes de Foucault en objetos metálicos, permitiendo al sensor detectar los cambios en dicho campo.

Sensores capacitivos: Producen un campo de medición capacitivo, el cual se altera cuando un objeto ingresa en su área de influencia, activando la respuesta del sensor.

Sensores fotoeléctricos: Constan de un emisor y un receptor. Se clasifican en sensores fotoeléctricos directos, retro reflectivos y de barrera emisor-receptor, utilizados para detectar objetos mediante la interrupción o reflexión de un haz de luz.

Sensores de ultrasonido: Emiten pulsos acústicos en un rango inaudible y evalúan el eco reflejado por el objeto para determinar su presencia o distancia.

Sensores de campo magnético: Detectan la presencia de un imán externo y evalúan la intensidad del campo magnético generado.

Sensores magnetostrictivos: Identifican la posición de un imán externo midiendo el tiempo de propagación de la señal generada por el cambio en el campo magnético. (Noroña & Gómez, 2019)

1.2.1. Sensor CMP

En los motores con distribución variable, el sensor CMP también desempeña un papel crucial al monitorear el actuador del árbol de levas, permitiendo ajustar su posición para adelantarlo o retrasarlo ligeramente según sea necesario. En caso de que la distribución variable esté presente en ambos árboles de levas, el sensor es igualmente esencial. (Sarmiento & Avila, 2021)

El sensor de efecto Hall, genera una señal de corriente continua y puede estar ubicado tanto dentro del distribuidor como en el árbol de levas. Este sensor incorpora un sistema de imán permanente que produce una señal continua pero intermitente, generando pulsos que provocan variaciones en el voltaje. Estas variaciones se utilizan como referencia para proporcionar retroalimentación al sistema, ya que resultan de la interrupción en el campo magnético. (Contreras et al., 2018)

1.2.2. Sensor CKP

La señal del sensor CKP puede generarse de dos maneras: analógica o digital. La señal analógica se origina a través de la inducción electromagnética, que produce una corriente eléctrica mediante un conductor, y viceversa. Este sensor, ubicado en el cigüeñal, genera una señal de tipo analógico cuando el cigüeñal pasa por él. Los sensores CKP de tipo inductivo cuentan con una resistencia y un bobinado interno. (López et al., 2021) Por lo general, el sensor CKP inductivo se encuentra en la parte posterior del motor, sobre el volante de inercia. La rueda dentada, instalada en la masa primaria del volante, tiene 58 proyecciones con un ángulo de separación de 6° entre cada una. Además, un espacio de 18° indica una posición específica del cigüeñal. (Sandovalin et al., 2022)

1.2.3. Sensor KNOCK

El sensor KNOCK detecta las vibraciones del motor y envía una señal de voltaje a la computadora. Esta señal es utilizada por el sistema para ajustar los tiempos de encendido del motor. Las detonaciones del motor se producen dentro de un rango específico de frecuencias,

y el material del sensor está diseñado específicamente para captar estas frecuencias sonoras y las vibraciones asociadas con las detonaciones. (Beltrán, 2019)

El sensor de detonación, conocido como sensor KNOCK, genera una tensión cuando se aplica un esfuerzo sobre su superficie, gracias al efecto piezoeléctrico. La magnitud de esta tensión es directamente proporcional a la aceleración. Su principio de funcionamiento está basado en la ley de Hooke y la segunda ley de Newton: la aceleración produce una fuerza sobre una masa, llamada masa sísmica, que al desplazarse deforma un resorte.

En los sensores KNOCK, los elementos piezoeléctricos están calibrados para emitir señales eléctricas que coincidan en frecuencia con las detonaciones del motor. Esto significa que, al detectar golpes o vibraciones agudas, el sensor genera una señal de voltaje que es enviada a la computadora para su procesamiento. (C. Jaramillo, 2009)

1.2.4. Sensor MAF

Este sensor se encarga de medir el flujo de aire que ingresa al motor, utilizando el principio de un hilo o película caliente expuesto al paso del aire. Su característica distintiva es la capacidad de medir no solo el flujo, sino también la masa de aire que entra al motor. Por esta razón, es ampliamente empleado en numerosos vehículos de marcas como NISSAN, TOYOTA, GM, SUZUKI, MAZDA, entre otras.

Existen dos tipos principales de sensores MAF: los que generan señales analógicas (la mayoría) y los que generan señales digitales. Adicionalmente, el sensor MAF puede incorporar un sensor de temperatura o, en ciertos casos, un sistema de autolimpieza.

Un sensor MAF generalmente cuenta con tres conexiones: una línea de referencia de 12 V, una línea de señal y una de tierra. Sin embargo, algunos modelos incluyen más conexiones debido a la integración de funciones adicionales, como el sensor de temperatura del aire o el sistema de autolimpieza. (Rodríguez & Castellanos, 2019)

1.2.5. Sensor MAP

El sensor MAP tiene la función de regular la entrega de combustible al motor en función de la carga y la demanda de aceleración, es un dispositivo electrónico que monitoriza

constantemente la presión o el vacío en el colector de admisión. Según el nivel de vacío detectado, envía una señal de voltaje variable a la unidad de control electrónico (ECU) del vehículo, que ajusta la cantidad de combustible inyectado al motor. El sensor MAP está compuesto por un elemento piezoeléctrico integrado en un circuito, el cual mide las variaciones de presión o vacío y genera una señal de voltaje que se transmite hacia el sistema de control. (Cepeda & Rivera, 2017)

1.3. ACTUADORES AUTOMOTRICES

Un actuador es un dispositivo de naturaleza mecánica cuya función principal es generar fuerza para accionar o mover otro mecanismo. Esta fuerza puede derivarse de tres fuentes principales: presión neumática, presión hidráulica o energía motriz eléctrica, que puede provenir de un motor eléctrico o un solenoide. Según la fuente de energía utilizada, los actuadores se clasifican como neumáticos, hidráulicos o eléctricos. Con frecuencia, los actuadores son controlados por una unidad lógica o de control que ejecuta tareas específicas programadas por un ordenador. En esencia, los actuadores responden a las instrucciones de un regulador o controlador y, con base en estas, activan un elemento final de control, como una válvula. En términos funcionales, un actuador convierte señales eléctricas en energía hidráulica, neumática o eléctrica, lo que permite la ejecución de procesos automatizados. (Sarmiento & Avila, 2021)

1.3.1. Inyector

Inyector solenoide: El principio de funcionamiento de este tipo de inyector se basa en la distribución del combustible al ser inyectado. Este se divide en dos conductos: uno que dirige el flujo hacia la tobera y otro que lo conduce a un volumen de control ubicado sobre el pistón-aguja. El volumen de control se abre mediante un solenoide accionado por una señal eléctrica. Cuando se genera una depresión, la aguja que cubre el orificio de la tobera desciende, revelando el orificio y permitiendo la inyección. (Mena & Mena, 2021) La señal eléctrica controla tanto el inicio como el final de la inyección, lo que constituye parámetros clave del proceso, los cuales son calculados constantemente por la ECU del motor.

Inyector piezoeléctrico: Aunque su funcionamiento es similar al de los inyectores de solenoide, este tipo de inyector se caracteriza por su respuesta más rápida. La diferencia principal radica en que, en lugar de utilizar un solenoide, la apertura del volumen de control se realiza mediante un material piezoeléctrico. Este diseño permite una mezcla aire-combustible más homogénea, lo que optimiza la cantidad exacta de combustible necesario. Como resultado, se reduce el consumo de combustible y se obtiene mayor potencia, ya que el aire atmosférico entra únicamente por el múltiple de admisión. Además, al incrementar el diámetro del múltiple, se mejora la alimentación de aire, aumentando así la potencia generada. (Tulcanaz et al., 2022) La característica más destacada de estos sistemas, es su capacidad para producir una mezcla aire-combustible más uniforme. Esto permite que la cantidad de combustible utilizado sea únicamente la necesaria, lo que reduce el consumo y, al mismo tiempo, incrementa la potencia del motor. Este aumento en la eficiencia se logra porque el aire atmosférico ingresa exclusivamente al múltiple de admisión, y al ampliar el diámetro del múltiple, se mejora la alimentación, lo que resulta en un incremento significativo de la potencia obtenida. (Amaya, 2022)

1.3.2. Bomba de Combustible Gasolina

Este componente es parte esencial del sistema de alimentación del vehículo, encargado de suministrar combustible continuamente desde el depósito hasta el riel de inyección para asegurar el funcionamiento del motor. Para mantener una presión constante en las líneas de combustible bajo cualquier condición de operación, la bomba genera un flujo mayor al requerido, devolviendo el exceso al depósito. (Arévalo et al., 2022) Según su ubicación, las bombas de combustible pueden ser internas al tanque (IN TANK) o externas (IN LINE). Las bombas IN TANK están instaladas dentro del depósito y sumergidas en el combustible, lo que permite que este actúe como refrigerante y lubricante. Al activarse, la bomba extrae el combustible y lo envía a presión a través del orificio de salida, donde se encuentra una válvula check. Esta válvula mantiene la presión residual cuando el motor está apagado, mejorando el arranque y previniendo la vaporización del combustible. (Arévalo et al., 2022)

1.3.3. Relé Automotriz

Los relevadores son dispositivos eléctricos que funcionan como interruptores controlados electrónicamente. Su operación se basa en un electroimán que acciona un mecanismo de conmutación para conectar o desconectar uno o varios contactos. Se emplean principalmente cuando es necesario encender o apagar uno o más circuitos de carga mediante una señal de control. Una de las características del relevador electromecánico es el aislamiento completo (galvánico) entre los circuitos de control y controlados. (Coyago et al., 2021)

1.3.4. Válvula IAC

El actuador de ralentí, conocido también como IAC (Idle Air Control) o motor paso a paso, tiene como objetivo regular la velocidad de giro del motor cuando se encuentra en ralentí. Este componente, que funciona como una válvula, es gestionado por la unidad de control electrónico (ECU) y emplea un motor paso a paso que ajusta el flujo de aire hacia el colector de admisión mediante un canal de derivación (bypass) ubicado en el cuerpo. de la mariposa, de acuerdo con la carga del motor.

1.3.5. Válvula EGR

La válvula EGR regula el flujo de gases de escape recirculados, y su función principal es disminuir la producción de NO_x durante el funcionamiento del motor de combustión interna. Estas válvulas se colocan en un conducto de derivación entre el colector de admisión y el colector de escape. Al recircular una parte de los gases de escape, se logra reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), gracias al enfriamiento que generan en la cámara de combustión. La válvula EGR, es gestionada por la unidad de control del motor (ECU), que recibe datos de varios sensores relacionados con la operación del motor. La cantidad de gases de escape recirculados se ajusta según el régimen del motor, la temperatura del refrigerante y la carga del motor. (Guamán & Sigüenza, 2017)

1.3.6. Bobina DIS

En los sistemas DIS se produce un fenómeno en el que la corriente del circuito secundario circula simultáneamente a través de dos bujías. Es decir, en una sección del circuito la corriente asciende, mientras que en otra desciende. La configuración de los cables de alta tensión está diseñada para que, en el momento en que se genera la chispa de encendido, esta se aproveche en el cilindro en compresión, mientras el cilindro correspondiente se encuentra en la fase de escape. (Quispe, 2018)

1.3.7. Bobina COP

Este tipo de bobinas incluye un transistor, similar al que se mencionó anteriormente en la sección de bobinas DIS, por lo que su control se realiza mediante pulsos enviados por el PCM. Sin embargo, a diferencia de las bobinas DIS, en este caso hay una bobina por cilindro. Este tipo de bobinas se conecta mediante tres pines, como se muestra en la imagen inferior, donde se puede ver una bobina de este tipo. (Sarmiento & Avila, 2021)

1.3.8. Válvula EVAP

El sistema EVAP actualmente presenta características diversas, ya que combina tecnología electrónica para calcular, a través de la ECU, el momento exacto de purga y realizar distintos monitoreos del sistema. Esto asegura que no haya fugas en el circuito ni fallos eléctricos en sus componentes, evitando la liberación de HC al ambiente. Además, integra principios de ingeniería, especialmente en lo que respecta al núcleo del sistema, el cánister, que contiene elementos como el carbón activo. Este material es responsable de almacenar los gases provenientes del tanque, mezclarlos con el aire circundante para su almacenamiento y, finalmente, utilizarlos en la combustión del motor. La complejidad de estos sistemas no radica tanto en su estructura, sino en su estrecha relación con la protección ambiental y el avance de la ingeniería para abordar los problemas de contaminación actuales. (Mena & Mena, 2021)

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA

En el capítulo se describe la metodología con respecto al enfoque de los parámetros en tiempo real obtenidos mediante técnicas de investigación del análisis concreto de recopilación de información, identificación de resultados mediante técnicas de medición centrados en el campo automotriz y finalmente la metodología experimental para la comparación de datos en vivo, seguidamente se debe analizar cada herramienta de diagnóstico en función a su utilización e identificación de escalas de medición.

1.1 Métodos empleados

Los métodos empleados son:

- **Método exploratorio:** El análisis completo de los factores que intervienen en el sistema de inyección electrónica en función a los actuadores radica en conocer los conceptos necesarios con respecto a investigaciones realizadas para obtener la información suficiente de las definiciones necesarias con respecto a los actuadores del motor gasolina y adicionalmente parámetros relacionados con esta temática, el enfoque es de tipo investigación científica se caracteriza por ser flexible y rápido puesto que se adquiere la información de varios documentos, páginas de internet, manuales, libros digitales etc.
- **Método deductivo:** Este proceso se incluye en el razonamiento lógico para obtener conclusiones con respecto a una investigación, es ahí donde se debe anteponer una observación clave con respecto a las herramientas de diagnóstico automotriz y su interpretación al momento de obtener datos en tiempo real, normalmente el sistema de inyección electrónica posee parámetros que se pueden llegar a medir mediante el equipo adecuado y es por ello que se necesita una interpretación con respecto a la medición obtenida es fundamental establecer primero la identificación del componente eléctrico con sus características para utilizar la herramienta o equipo

especializado y con ello generar un dato en tiempo real que será analizado en la presente investigación.

- Metodología Descriptiva: El método descriptivo será utilizado para caracterizar de forma detallada de los actuadores (inyectores, bobinas, válvula IAC y cuerpo de aceleración) y los equipos de diagnóstico convencionales (osciloscopio y escáner) en el proyecto. Esto incluirá una descripción detallada de las especificaciones de los equipos, los procedimientos utilizados en los diagnósticos, y las características de los actuadores (como su tipo, funcionamiento y características de respuesta).
- Metodología Experimental: El método experimental será el eje central de la investigación ya que consistirá en la realización de pruebas en el banco universal de comprobación de actuadores, comparando los resultados obtenidos con los diagnósticos de equipos convencionales. Este enfoque permitirá obtener datos empíricos sobre el comportamiento de los actuadores, así como las eficiencias y limitaciones del banco en comparación con los equipos tradicionales. Se llevará a cabo la prueba de cada actuador analizado con el banco de comprobación y los equipos convencionales lo siguiente:

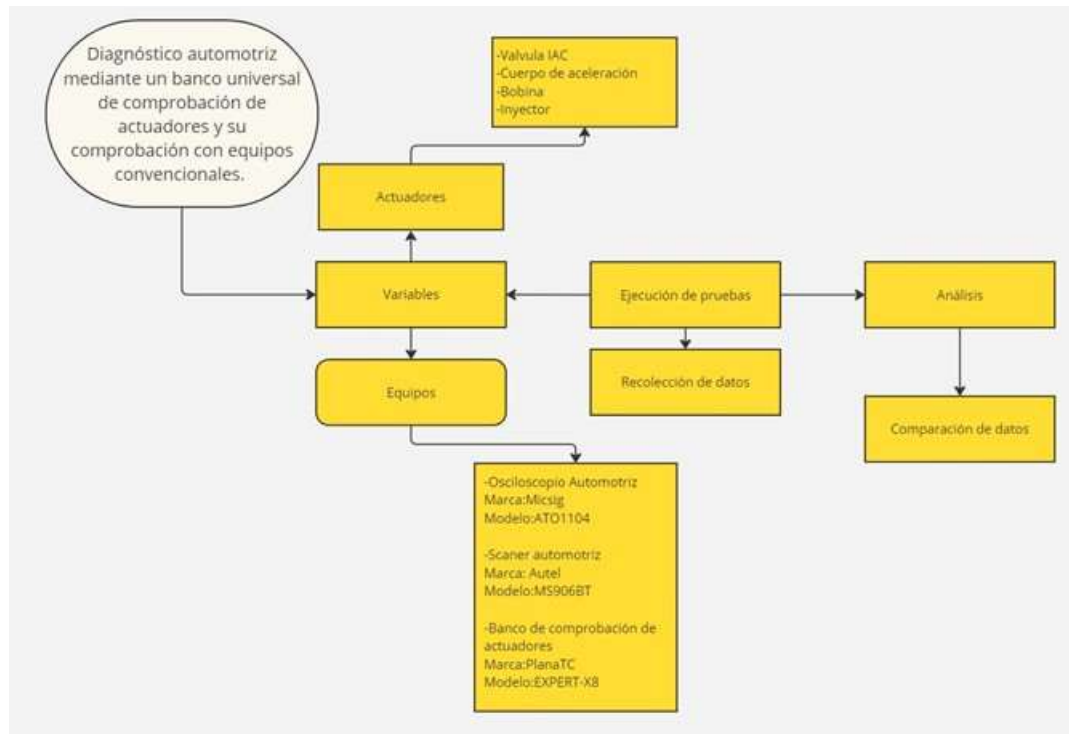
Prueba de inyectores: Para identificar las características de pulso de activación de los inyectores en condiciones de ralentí.

Prueba de bobinas: Para identificar las características de pulso en condiciones de ralentí. (Corbett, 2017)

Prueba de válvula IAC (Idle Air Control Valve): Internamente consta de dos bobinas, por lo que se va a verificar los pulsos para su activación en diferentes condiciones.

Cuerpo de aceleración: en el sistema de aceleración electrónico se realizará mediciones de voltaje en las señales de los 2 sensores de posición denominados throttle position sensor (TPS1 y TPS2), verificando que la señal de ancho de pulso modulado (pulse width modulation - pwm) se incremente progresivamente, permitiendo la apertura de la aleta. Todo este proceso se resume como se muestra en la Figura 1.1.

Figura 1.1: Diagrama de flujo



Fuente: Autores.

El flujograma explica como el proyecto se centra en analizar el desempeño de actuadores automotrices, como la válvula IAC, el cuerpo de aceleración, la bobina y el inyector. Para ello, se utilizan equipos como un osciloscopio (Micsig ATO1104), un escáner automotriz (Autel MS906BT) y un banco comprobador de actuadores (PlanaTC EXPERT-X8). El proceso incluye la ejecución de pruebas en los actuadores, la recolección de datos y su análisis, seguido de una comparación entre los resultados obtenidos con el banco universal y los equipos convencionales, evaluando variables clave para determinar el rendimiento y la eficacia de cada herramienta de diagnóstico.

1.2 Equipos y materiales

En este proyecto se emplearán equipos especializados para llevar a cabo el diagnóstico y comprobación de actuadores automotrices, con el objetivo de analizar su funcionamiento y desempeño. Estos equipos permitirán realizar pruebas prácticas y recolectar datos relevantes

que serán utilizados para evaluar y comparar los resultados obtenidos mediante un banco universal de pruebas con los de equipos de diagnóstico convencionales. La integración de estas herramientas es fundamental para garantizar un análisis preciso y confiable, contribuyendo al desarrollo de metodologías más eficientes en el ámbito del diagnóstico automotriz.

Características técnicas:

Multímetro TRISCO DA830

En este proyecto se utiliza un multímetro como se observa en la Figura 1.2 herramienta fundamental para el diagnóstico y comprobación de actuadores automotrices

Figura 1.2: Multímetro TRISCO DA 830



Fuente: Autores

El multímetro es un instrumento portátil diseñado para medir diferentes magnitudes eléctricas, como voltaje, corriente y resistencia. Puede realizar pruebas tanto en corriente alterna como continua, con rangos que suelen cubrir desde niveles bajos, como microamperios y milivoltios, hasta valores más elevados, como 10 amperios o 600 voltios.

También incluye funciones para verificar continuidad y diodos, con señales auditivas que facilitan su uso. Su pantalla LCD ofrece una lectura clara de los datos, mientras que su selector manual permite ajustar el rango para obtener resultados precisos. Además, cuenta con mecanismos de protección, como fusibles, para prevenir daños por sobrecargas. Gracias a su diseño compacto y ligero, es fácil de transportar y utilizar en diversos entornos.

Osciloscopio automotriz Micsig

El osciloscopio como se muestra en la Figura 1.3 será una herramienta clave en este proyecto para el análisis y diagnóstico de los actuadores automotrices

Figura 1.3: Osciloscopio automotriz Micsig



Fuente: Autores

Es una herramienta especializada en diagnósticos de sistemas eléctricos y electrónicos en vehículos modernos. Está disponible en modelos con anchos de banda que van desde los 100 MHz hasta 300 MHz, ofreciendo alta precisión en la captura de señales. Dispone de versiones con 2 o 4 canales para analizar múltiples señales al mismo tiempo y una frecuencia de muestreo que puede alcanzar los 2 GSa/s, garantizando detalles en las mediciones. Su profundidad de memoria, de hasta 70 Mpts, permite almacenar grandes volúmenes de datos. La pantalla táctil LCD de 8 pulgadas, con resolución de 800x600 píxeles, asegura una visualización clara de las formas de onda. Con un diseño portátil, incluye una batería

recargable con una autonomía de hasta 5 horas, ideal para diagnósticos en campo. Además, ofrece pruebas específicas para sensores, actuadores, sistemas de encendido, y redes como CAN y LIN. Sus opciones de conectividad, como Wi-Fi, USB y HDMI, facilitan el control remoto, actualizaciones y proyección de datos, consolidándolo como una herramienta eficiente y versátil.

Scanner Automotriz MS906BT

El escáner automotriz como se observa en la Figura 1.4 es una herramienta útil para ver los datos en vivo de los actuadores con el motor encendido.

Figura 1.4: Escáner automotriz AUTEL



Fuente: Autores.

Este dispositivo está diseñado para ofrecer un rendimiento confiable y una funcionalidad avanzada, destacando su disco duro SSD interno de 32 GB que mejora la velocidad y la eficiencia. Incluye una cámara trasera de 8 MP con enfoque automático y linterna, ideal para capturar imágenes claras en diversas condiciones. Con conectividad Wi-Fi 802.11b/g/n, permite acceder a recursos web fácilmente. Su diseño ergonómico combina una protección de goma externa con una cubierta interior duradero, garantizando resistencia en el uso diario.

Además, su batería recargable de polímero de litio ofrece hasta 14 horas de funcionamiento continuo, asegurando productividad prolongada.

Tacómetro Brain Bee MGT – 300 EVO

El tacómetro como se muestra en la Figura 1.5 ayuda a visualizar las revoluciones del motor

Figura 1.5: Tacómetro Brain Bee MGT – 300 EVO



Fuente: Autores.

Es una herramienta avanzada diseñada para medir con precisión las RPM y la temperatura en motores de gasolina y diésel. Es compatible con una sonda microfónica opcional para mediciones en motocicletas, lo que lo convierte en una herramienta esencial para talleres automotrices que buscan mediciones confiables y versátiles.

Comprobador de bobinas GT505

El comprobador de bobinas como se observa en la Figura 1.6.

Figura 1.6: Comprobador de bobinas GT505



Fuente: Autores

El equipo realiza las siguientes funciones:

- Mide el voltaje pico de chispa, para encontrar fallas de bobina primarias y secundarias.
- Muestra las formas de onda de encendido en tiempo real, lo que permite un análisis detallado.
- Detecta el tiempo de rampa (o ángulo de permanencia), para el diagnóstico de problemas de sincronización y fallas de bobina primaria. Tiene funciones de gráfico y comparación, lo que permite al usuario encontrar problemas intermitentes.

Probador de actuadores Expert – X8

El comprobador de actuadores como se muestra en la Figura 1.7.

Figura 1.7: Probador de actuadores Expert – X8



Fuente: Autores

El equipo realiza las siguientes funciones:

- Comprueba en tiempo real, válvulas IAC con respecto a la apertura de la electroválvula interna y lo calibra en tiempo real.
- Diagnostica el TPS y el cuerpo de aceleración mediante la activación de la aleta de aceleración.
- Señal de pulso para bobinas de inyectores verificando el solenoide interno de dicho componente.
- Verificación del acelerador electrónico en el módulo.
- Comprobación del actuador de marcha lenta en tiempo real, verificando la activación del mismo.

Tucson Ix 2011

El Hyundai Tucson IX 2011 como se muestra en la Figura 1.8 con un cilindraje 2.0 L tiene varios actuadores claves que trabajan en conjunto con su motor y otros sistemas

Figura 1.8: Hyundai Tucson Ix



Fuente: Autores

Los actuadores que serán evaluados del vehículo de la Figura 1.8 son los siguientes:

- Inyectores multipunto (MPI).
- Bobinas Coil on Plug (COP).
- Cuerpo de aceleración electrónico.

Volkswagen Gol 2002

El Volkswagen Gol 2002 como se muestra en la Figura 1.9 siendo un modelo de mecánica relativamente sencilla, cuenta con varios actuadores en sus sistemas de motor.

Figura 1.9: Volkswagen Gol 2002



Fuente: Autores

Los actuadores a ser evaluados del vehículo de la Figura 1.9 son los siguientes:

- Inyectores multipunto (MPI)
- Válvula IAC
- Bobinas DIS

Para garantizar un funcionamiento óptimo del motor, es necesario medir y verificar correctamente el tiempo de inyección de los inyectores. Este proceso implica una serie de pasos técnicos que permiten evaluar la sincronización y el comportamiento de los inyectores. A continuación, se describen los pasos detallados para la verificación precisa de la medición del tiempo de los inyectores de gasolina, un procedimiento esencial para el mantenimiento preventivo y la reparación efectiva de los sistemas de inyección.

Pasos para verificación de medición del tiempo del inyector gasolina: Colocar las puntas comprobadoras de medición tanto positiva, negativa en el equipo de medición y adicional en la escala ms (milisegundos) como se muestra en la Figura 1.10.

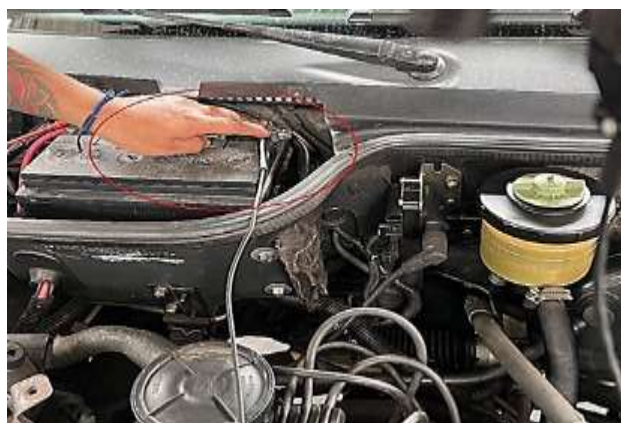
Figura 1.10: Escala de medición ms



Fuente: Autores

Colocar la punta de medición en el borne negativo para obtener la medición correcta cerrando el circuito en masa directa como se observa en la Figura 1.11.

Figura 1.11: Punta de medición en el borne negativo



Fuente: Autores

Colocar la punta de medición positiva en el cable de señal del inyector, adicional usar un alfiler para obtener este parámetro es fundamental puesto que va directamente en el cable como se muestra la Figura 1.12.

Figura 1.12: Punta de medición en el cable de señal de inyector



Fuente: Autores

Observar la medición en milisegundos a diferentes revoluciones de esta manera, como se muestra en la Figura 1.13 se observa el cambio que se presenta en el tiempo de inyección.

Figura 1.13: Observación de medición en milisegundos



Fuente: Autores

Pasos para verificación de la señal característica del inyector a gasolina:

Identificar el canal de utilización para la obtención de la señal característica del inyector gasolina mediante el osciloscopio, como se observa en la Figura 1.14.

Figura 1.14: Equipo de diagnóstico con puntas de prueba



Fuente: Autores

Identificar la punta positiva en la señal del inyector y negativo a la batería o chasis con el vehículo encendido como se muestra en la Figura 1.15 se puede apreciar el proceso de conexión.

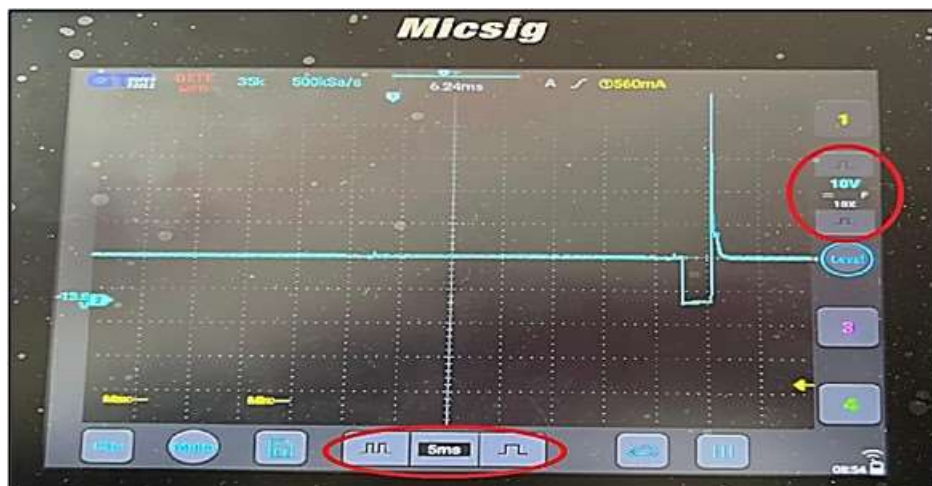
Figura 1.15: Colocación de las puntas de prueba negativo y positivo



Fuente: Autores

Seguidamente como se observa en la Figura 1.16 se debe manipular las escalas de tiempo y voltaje hasta que se logre visualizar la señal característica del inyector por lo cual se debe manipular dichas escalas hasta que aparezca la onda característica en la pantalla del osciloscopio.

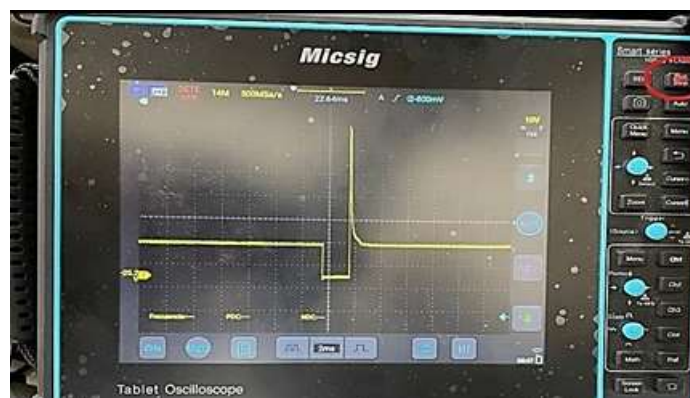
Figura 1.16: Manipulación de escalas tiempo vs voltaje



Fuente: Autores

Finalmente, como se muestra en la Figura 1.17 presionar el botón de Stop para pausar la imagen y realizar un análisis completo después de obtener el oscilograma.

Figura 1.17: Botón de Stop



Fuente: Autores

Pasos para verificación de datos en tiempo real:

Para acceder al escáner MaxiSys MS906BT como se muestra en la Figura 1.18 se debe primero encender y verificar que el equipo este cargado.

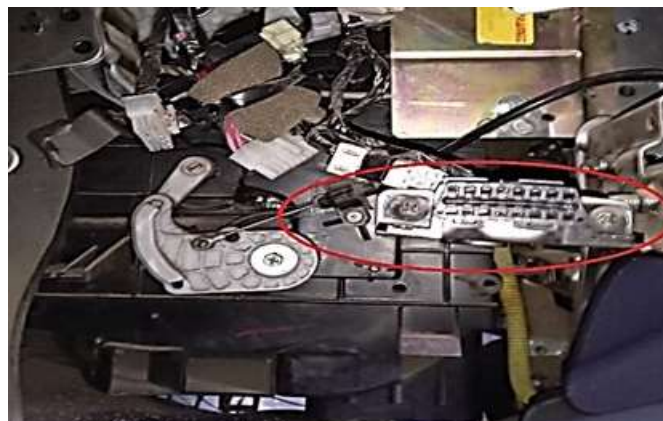
Figura 1.18: Verificación inicial de escáner automotriz



Fuente: Autores

Antes de realizar un diagnóstico asegurar que el vehículo se encuentre en una zona de trabajo estable y a su vez verificar la entrada de diagnóstico que en esta ocasión es OBD II como se muestra en la Figura 1.19.

Figura 1.19: Conector OBD II



Fuente: Autores

El icono de diagnóstico como se observa en la Figura 1.20 se puede hallar en las opciones de trabajo del scanner MaxiSys MS906BT donde se accederá a las diferentes marcas y

modelos de diferentes vehículos para diagnosticar mediante los datos en vivo y DTC que pueden llegar a encontrarse en las diferentes marcas de automóviles.

Figura 1.20: Icono de diagnóstico



Fuente: Autores

Para ingresar a los datos en vivo de un vehículo como se muestra en la Figura 1.21 se procede a ingresar por EOBD en el cual se procede a observar todo lo que respecta a los parámetros en tiempo real o se puede realizar un diagnóstico más versátil buscando por marca de vehículo.

Figura 1.21: Icono de acceso EOBD o por marca.



Fuente: Autores

Los datos en tiempo real o DTC se identifica mediante la marca propia del vehículo como se observa en la Figura 1.22 se obtiene una búsqueda más efectiva para ingresar a todos los parámetros necesarios en el vehículo.

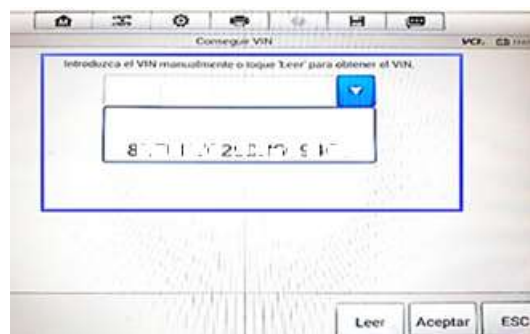
Figura 1.22: Selección Automática.



Fuente: Autores

Se produce el acceso mediante el número VIN o también conocido como número de Chasis como se muestra en la Figura 1.23 cabe aclarar que el acceso a todo el sistema de diagnóstico se produce de esta manera en el vehículo de la presente investigación.

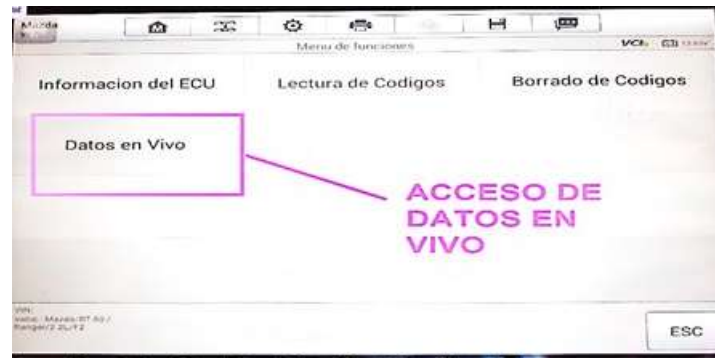
Figura 1.23: Ingreso del número VIN.



Fuente: Autores

Se puede apreciar la opción de lectura de Datos en vivo para lograr visualizar algunos datos en fase de ralentí y aceleración progresiva y observar los cambios que se producen en algunos subsistemas como se observa en la Figura 1.24.

Figura 1.24: Lectura de Datos en vivo.



Fuente: Autores

Como se observa en la Figura 1.25 la ventana principal de datos en vivo donde se puede denotar los tipos de gráficas que se pueden observar, adicional a ello información de valores establecidos, rangos, y la unidad en la que se encuentra.

Figura 1.25: Datos en tiempo real (Valor, Rango, Unidad)



Fuente: Autores

Pasos para obtención de revoluciones por minuto

Ubicar el vehículo en la bahía de trabajo, colocar neutro y freno de mano y precalentar el motor a una temperatura de trabajo entre 70 °C y 80 °C y abrir el capó. Para verificar la temperatura de trabajo colocaremos el MGT 300 EVO para verificación de rpm. y temperatura del motor como se muestra en la Figura 1.26.

Figura 1.26: Colocación de Tacómetro.



Fuente: Autores

Seguidamente como se observa en la Figura 1.27 se conecta los arneses de las sondas de temperatura y rpm que servirá para la obtención de datos en tiempo real de la temperatura del motor y sus revoluciones por minuto.

Figura 1.27: Arnés de medición



Fuente: Autores

Retirar la bayoneta del aceite y medirla con la sonda de temperatura para colocarla en el mismo lugar, como se muestra en la Figura 1.28.

Figura 1.28: Colocación de sonda de temperatura.



Fuente: Autores

Como se observa en la Figura 1.29 verificar la sonda de golpe del tacómetro este ubicada lo más cercano al motor puesto que es un componente magnético en el cual conjuntamente con la sonda de temperatura enviará los valores pertinentes a la pantalla para observar los datos en tiempo real.

Figura 1.29: Sensor de golpe y temperatura del tacómetro de revoluciones.



Fuente: Autores

Pasos para diagnóstico de bobina de encendido:

Primero se debe encender el equipo de diagnóstico y verificar que el manómetro se encuentre en cero revoluciones antes de comenzar la medición con diferente tipo de bobinas puesto que este equipo puede obtener parámetros desde bobinas convencionales, DIS y COP como se observa en la Figura 1.30.

Figura 1.30: Puesta a punto del equipo



Fuente: Autores

Cambiar de estilo de visualización a tacómetro analógico para observar las revoluciones por minuto y el voltaje pico en kilovoltios como se observa en la Figura 1.31.

Figura 1.31: Cambio de estilo VIEW



Fuente: Autores

Una vez cambiado el estilo de visualización se debe acercar la sonda de prueba de comprobación hacia la bobina con el vehículo encendido como se muestra en la Figura 1.32, se obtiene los datos en ralentí de manera inicial manteniendo la antena en la bobina se debe observar en la pantalla los parámetros obtenidos.

Figura 1.32: Parámetros en ralentí.



Fuente: Autores

Para obtener más datos detallados del estado de la bobina de encendido se debe acelerar el vehículo progresivamente para obtener el voltaje de elevación a distinta revolución manteniendo la antena de comprobación cerca de la bobina de encendido como se observa en la Figura 1.33.

Figura 1.33: Parámetros en aceleración



Fuente: Autores

Pasos para diagnóstico de actuadores mediante comprobador:

El primer paso para accionar al comprobador de actuadores Expert- X8 como se muestra en la Figura 1.34 se conecta en la batería con los bornes de alimentación del equipo para seguidamente realizar las pruebas en tiempo real.

Figura 1.34: Parámetros en aceleración.



Fuente: Autores

Para las pruebas en inyectores gasolina como se observa en la Figura 1.35 se procede a desconectar los bornes de cada actuador y se coloca el conector universal en cada inyector para verificar su accionamiento mediante pulsos electrónicos.

Figura 1.35: Conectores para inyectores



Fuente: Autores

En la comprobación de actuadores existe dos opciones que son la activación manual y automática por lo cual se puede establecer un diagnóstico efectivo dependiendo la selección observando la eficiencia de los actuadores mediante pulsos electrónicos como se muestra en la Figura 1.36.

Figura 1.36: Selección Manual / Automática



Fuente: Autores

El dispositivo cuenta con un botón de selección o cancelación de diagnóstico que permite cambiar las pruebas de modo manual a automático verificando la activación en tiempo real según la selección del usuario como se observa en la Figura 1.37.

Figura 1.37: Selección o cancelación



Fuente: Autores

Para módulos de aceleración es sugerible realizar el ensayo de pruebas en el vehículo puesto que se necesita la alimentación de la batería para encender el equipo y a su vez se debe seleccionar el conector adecuadamente para la ejecución del diagnóstico como se muestra en la Figura 1.38.

Figura 1.38: Módulo de acelerador electrónico



Fuente: Autores

El conector universal de Válvula IAC se conecta directamente al actuador es necesario mencionar que es factible realizar el diagnóstico en el vehículo puesto que la calibración debe ser en tiempo real, como se observa en la Figura 1.39 se verifica que el automóvil al encenderlo no esté con una revolución excesiva por el paso de aire que normalmente puede estar descalibrado.

Figura 1.39: Válvula IAC



Fuente: Autores.

CAPÍTULO II

COMPROBACIÓN DE PARÁMETROS CON MULTÍMETRO EN ACTUADORES

Para el diagnóstico automotriz en este estudio, se empleará un multímetro automotriz para obtener datos clave relacionados con el funcionamiento de los inyectores. En primer lugar, se medirá el tiempo de inyección, un parámetro crucial para evaluar el rendimiento del sistema de combustible y la eficiencia de la inyección de combustible. Este dato permitirá identificar posibles fallas en el sistema que puedan afectar la calidad de la combustión. Además, se evaluará la resistencia del inyector, lo que proporcionará información sobre el estado de los bobinados del inyector. Un valor fuera del rango especificado podría indicar un inyector defectuoso o en mal estado.

2.1 Tucson IX

2.1.1 Tiempo de inyección

Los inyectores a gasolina como se muestra en la Figura 2.1, son los componentes que se encargan de suministrar el combustible dentro del cilindro. Estos elementos poseen un bobinado interno para que se active la salida del combustible.

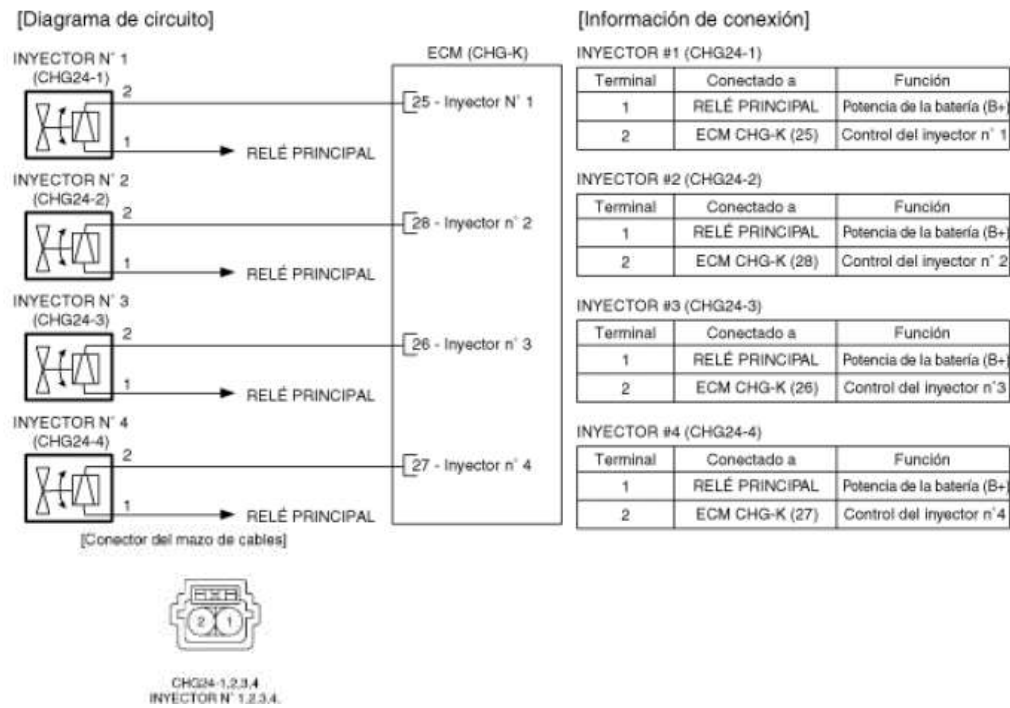
Figura 2.1: Ubicación de inyectores Tucson Ix



Fuente: Autores

El inyector del Tucson IX como se observa en la Figura 2.2 posee dos cables uno de señal de pulso negativa que recibe el voltaje referencial de la ECU normalmente es de color verde y el segundo cable es de color rojo y es alimentación positiva del acumulador de energía o batería es por ello que el tiempo en milisegundos se obtendrá del cable verde.

Figura 2.2: Diagrama de inyector



Fuente: Manual del fabricante.

Tabla 2.1: Cables del inyector Tucson IX

Descripción	Cables
Tiempo en milisegundos	Cable Verde: Pulso negativo de la ECU
Alimentación positiva	Cable Rojo: Positivo de la batería

Fuente: Autores

Las mediciones deben ser tomadas a revoluciones diferentes para ello se debe anteponer el procedimiento de medición adecuado por lo cual la señal del inyector debe ser identificada por el cable verde con la punta roja del multímetro medir en ese punto y negativo del equipo a la batería, como se observa en la Figura 2.3.

Figura 2.3: Obtención de mediciones a diferentes rpm.



Fuente: Autores

En la Figura 2.3 se observa en a) Tiempo de inyección 1.92 ms a 800 rpm. b) Tiempo de inyección 1.93 ms a 800 rpm. c) Tiempo de inyección 1.92 ms a 800 rpm. d) Tiempo de inyección 1.93 ms a 800 rpm. El procedimiento se repite al colocar las puntas de prueba en el pulso negativo de cada inyector en régimen de ralentí. Se realizó las mismas pruebas a 2000; 3000; 4000 revoluciones por minuto.

Como se observa en la Tabla 2.2 se procede a tabular los datos de tiempo de inyección de los inyectores que pertenece al vehículo Hyundai Tucson Ix.

Tabla 2.2: Medición de tiempo de inyección en milisegundos

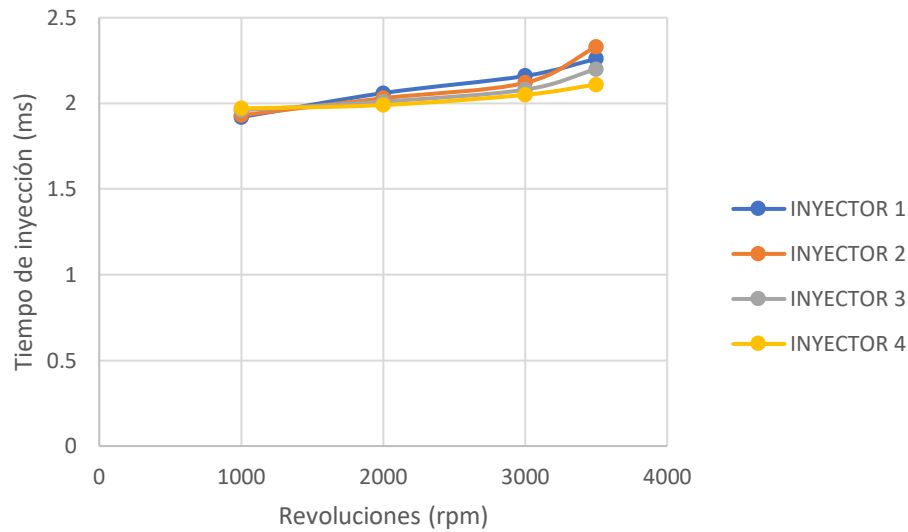
	Ralentí	2000 rpm	3000 rpm	1000 rpm	PROMEDIO
	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)	
INYECTOR 1	1.92	2.06	2.16	2.26	2.10
INYECTOR 2	1.93	2.03	2.12	2.33	2.10
INYECTOR 3	1.96	2.01	2.08	2.20	2.06
INYECTOR 4	1.97	1.99	2.05	2.11	2.03

Fuente: Autores

La tabla muestra los tiempos de inyección de los cuatro inyectores en diferentes condiciones de revoluciones por minuto (rpm). La columna "Ralentí" corresponde a las mediciones a bajas revoluciones del motor (alrededor de 800 rpm), mientras que las otras columnas corresponden a mediciones a 1000 rpm, 2000 rpm y 3000 rpm.

Cada celda de la tabla representa el tiempo de inyección para un inyector específico bajo una determinada condición de revoluciones. Los valores están en milisegundos (ms), lo que indica cuánto tiempo permanece abierto cada inyector en cada ciclo de inyección a esa velocidad del motor.

Figura 2.4: Tabulación de datos ms vs rpm

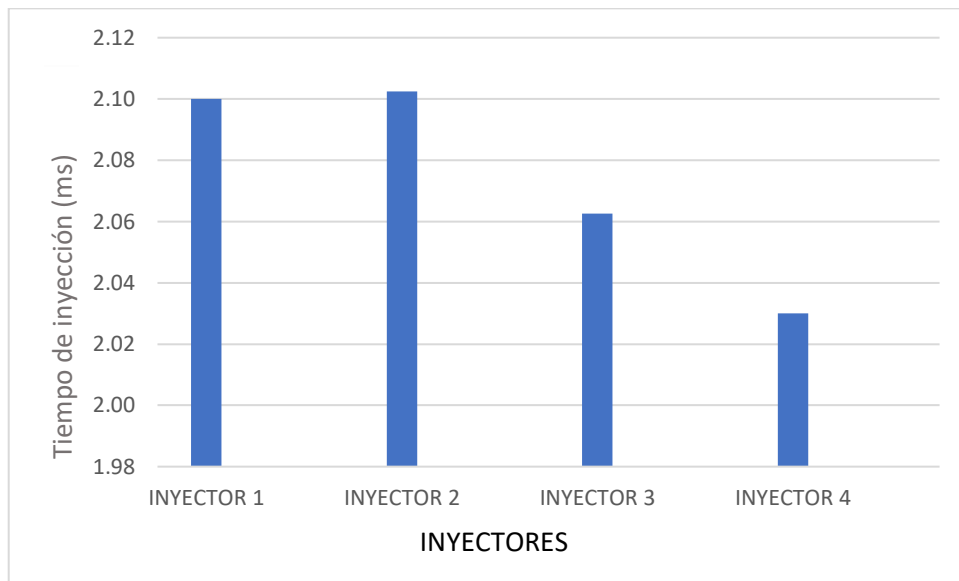


Fuente: Autores

En la Figura 2.4 muestra cómo varía el tiempo que los inyectores permanecen abiertos (inyectando combustible) a medida que aumentan las revoluciones del motor. En general, se observa que:

Los tiempos de inyección son similares para los cuatro inyectores, alrededor de 1.9 ms. El tiempo de inyección tiende a aumentar también, lo cual es lógico ya que el motor necesita más combustible a mayores revoluciones. Se observa una mayor dispersión en los tiempos de inyección entre los diferentes inyectores. El inyector 1 muestra el mayor tiempo de inyección (alrededor de 2.5 ms), seguido por el inyector 2, luego el inyector 4 y finalmente el inyector 3 con el menor tiempo de inyección.

Figura 2.5: Tabulación de datos ms vs rpm promedios



Fuente: Autores

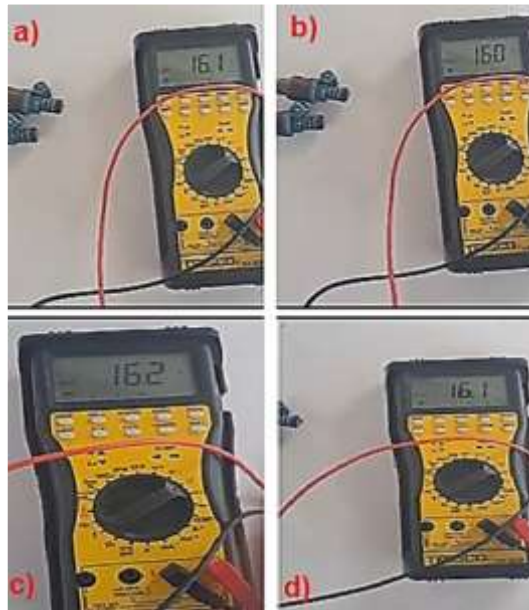
En la Figura 2.5 muestra claramente que existen diferencias en los tiempos de inyección promedio entre los diferentes inyectores: Inyector 1 tiene el mayor tiempo de inyección promedio, alrededor de 2.10 ms. Inyector 2 tiene un tiempo de inyección promedio de alrededor de 2.10 ms. Inyector 3 tiene un tiempo de inyección promedio de alrededor de 2.06 ms. Inyector 4 tiene el menor tiempo de inyección promedio, alrededor de 2.03 ms.

2.1.2 Resistencia del inyector

Normalmente la medida de la resistencia teórica del bobinado o solenoide interno de un inyector oscila entre los 12 a 17 ohmios por lo cual se estipula una medición técnica sin voltaje en los inyectores como se muestra en la Figura 2.6 por lo cual se establece el parámetro adecuado para saber el estado de dicho elemento interno.

Las mediciones se obtendrán con el componente fuera del vehículo para verificar el estado de los inyectores incluso obtener mejores resultados con instrumentos de diagnóstico.

Figura 2.6: Medición de resistencia interna de inyectores



Fuente: Autores

En la Figura 2.6 se observa en a) Resistencia de inyector 16.1 ohmios. b) Resistencia de inyector 16.0 ohmios. c) Resistencia de inyector 16.2 ohmios. d) Resistencia de inyector 16.1 ohmios. El procedimiento se repite al colocar las puntas de prueba en el pulso negativo de cada inyector presentando un tiempo de inyección en régimen de ralentí. Se realizó las mismas pruebas a 2000; 3000; 4000 revoluciones por minuto.

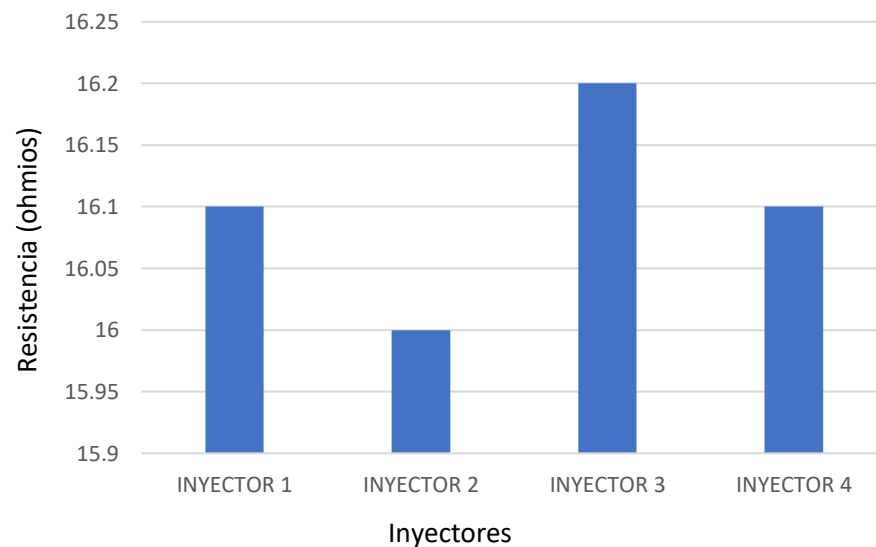
Tabla 2.3: Medición de resistencia de inyectores

Medición de resistencia en ohmios	
INYECTOR 1	16.1
INYECTOR 2	16
INYECTOR 3	16.2
INYECTOR 4	16.1
Promedio	16.1

Fuente: Autores

En la Tabla 2.3 los inyectores se encuentran en excelente estado por lo cual se puede deducir que la resistencia interna de cada componente es óptima, un inyector en estado inadecuado podría no cerrarse o abrirse de manera adecuada al momento del ingreso de combustible dentro de la cámara de combustión.

Figura 2.7: Valor de resistencia interna de inyectores



Fuente: Autores

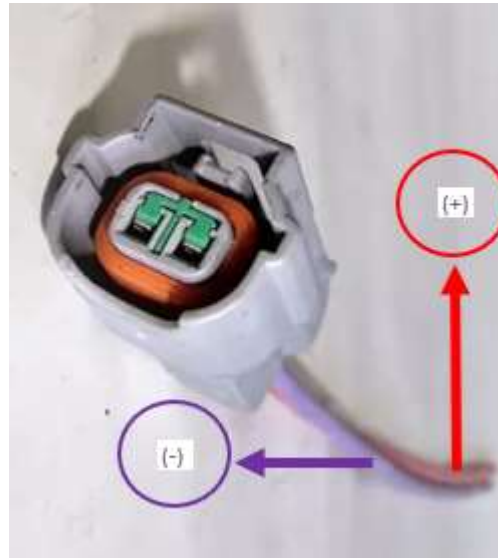
En la Figura 2.7 se muestra las barras que compara la resistencia eléctrica de los cuatro inyectores medidos. El inyector 3 presenta la mayor resistencia, mientras que el inyector 2 tiene la menor. La diferencia entre el inyector con mayor y menor resistencia es de aproximadamente 0.2 ohmios.

2.2 Volkswagen

2.2.1 Tiempo de inyección

Las pruebas de obtención de datos del vehículo Volkswagen se debe ubicar los inyectores del sistema de inyección electrónica por lo cual posee cada actuador dos cables como se observa en la Figura 2.8.

Figura 2.8: Cuerpo de inyectores del vehículo



Fuente: Autores

Uno de activación referencial de pulso negativo de color violeta (-) y alimentación positiva por parte de un cable de color rojo (+) en esta ocasión se obtendrán datos del tiempo de inyección para identificar fallas de apertura o cierre por parte del solenoide interno.

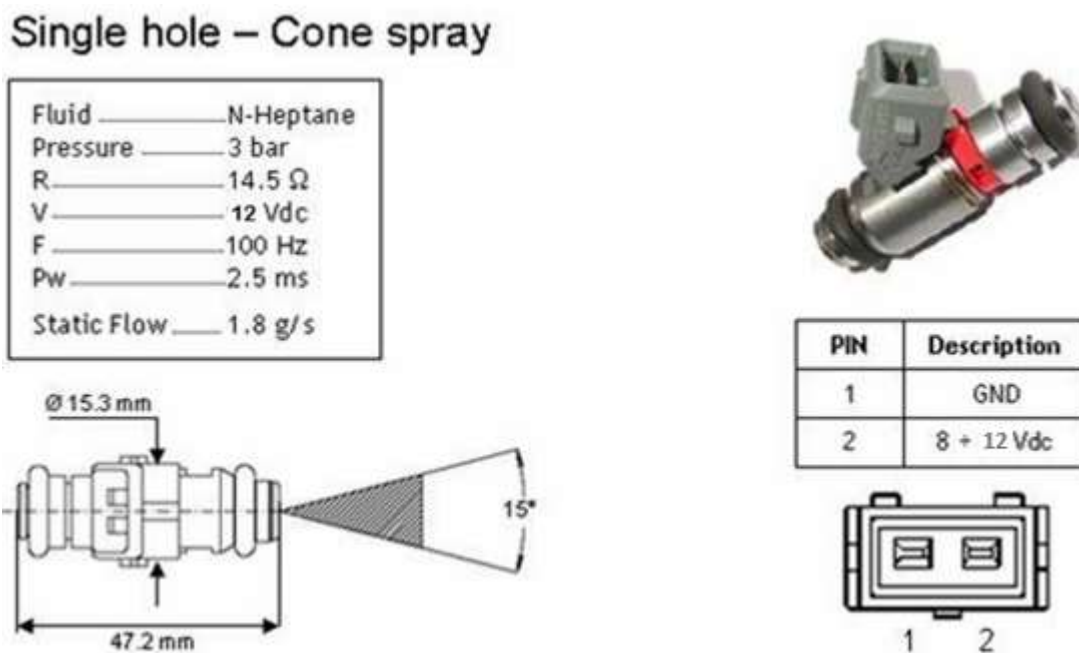
Tabla 2.4: Cables del inyector Volkswagen

Descripción	Cables
Tiempo en milisegundos	Cable Violeta: Pulso negativo de la ECU
Alimentación positiva	Cable Rojo: Positivo de la batería

Fuente: Autores

En la Tabla 2.4 y Figura 2.9 se observa el inyector del Volkswagen Gol el cual posee dos cables uno de señal de pulso negativa que recibe el voltaje referencial de la ECU normalmente es de color violeta y el segundo cable es de color rojo y es alimentación positiva del acumulador de energía o batería es por ello que el tiempo en milisegundos se obtendrá del cable violeta.

Figura 2.9: Diagrama de inyector



Fuente: Autores

Es necesario utilizar el multímetro automotriz en escala de milisegundos para obtener el tiempo de inyección por parte de la apertura del inyector a distintas revoluciones.

Las mediciones deben ser obtenidas mediante el multímetro automotriz como se muestra en la Figura 2.10 recordando el tiempo de apertura de inyección entre 2 a 4 milisegundos teóricos observando su comportamiento a distintas revoluciones por minuto para ello en el cable de señal se debe colocar la punta positiva y en el borne negativo de la batería la punta de color negro.

Figura 2.10: Obtención de mediciones a diferentes rpm.



Fuente: Autores

En la Figura 2.10 se observa en a) Tiempo de inyección 2.92 ms a 800 rpm. b) Tiempo de inyección 2.95 ms a 800 rpm. c) Tiempo de inyección 2.89 ms a 800 rpm. d) Tiempo de inyección 2.88 ms a 800 rpm. El procedimiento se repite al colocar las puntas de prueba en el pulso negativo de cada inyector en régimen de ralentí. Se realizó las mismas pruebas a 2000, 3000, 4000 revoluciones por minuto.

Finalmente se realiza una comparación de datos de cuatro mediciones estables con respecto a la aceleración inicial por ende se puede establecer el buen estado de los inyectores. El tiempo de apertura de los actuadores se presenta adecuado con respecto a la inyección de combustible en el interior de los cilindros del motor. A continuación, se procede a tabular los datos como se observa en la Tabla 2.5.

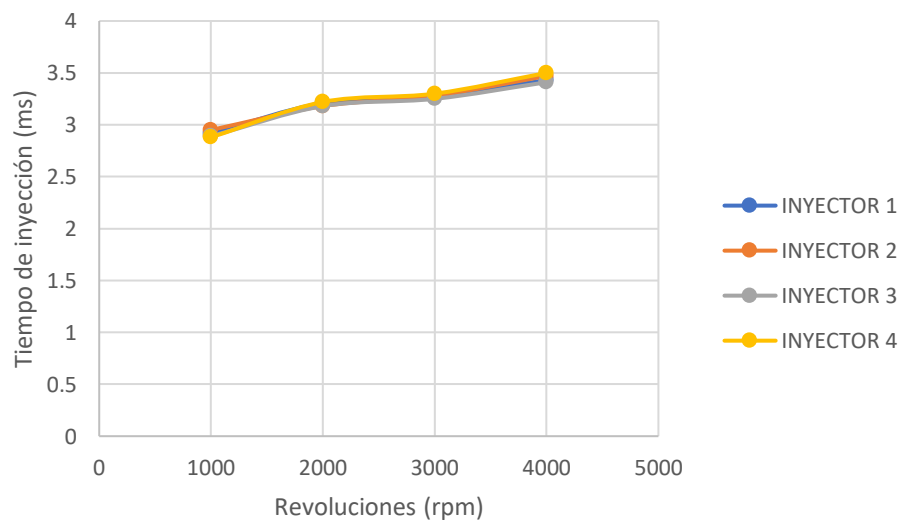
Tabla 2.5: Medición de tiempo de inyección en milisegundos

	Ralentí (ms)	2000 rpm (ms)	3000 rpm (ms)	4000 rpm (ms)	PROMEDIO
INYECTOR 1	2.92	3.21	3.28	3.43	3.21
INYECTOR 2	2.95	3.18	3.28	3.47	3.22
INYECTOR 3	2.89	3.18	3.25	3.41	3.18
INYECTOR 4	2.88	3.22	3.3	3.5	3.23

Fuente: Autores

La Tabla 2.5 muestra los tiempos de inyección de los inyectores a diferentes velocidades del motor, evidenciando un aumento progresivo desde ralentí hasta 4000 rpm, como es esperado por la mayor demanda de combustible. Los valores de los cuatro inyectores son uniformes, con promedios entre 3.21 ms y 3.26 ms, lo que indica un funcionamiento balanceado. Estos resultados sugieren que los inyectores están en buen estado.

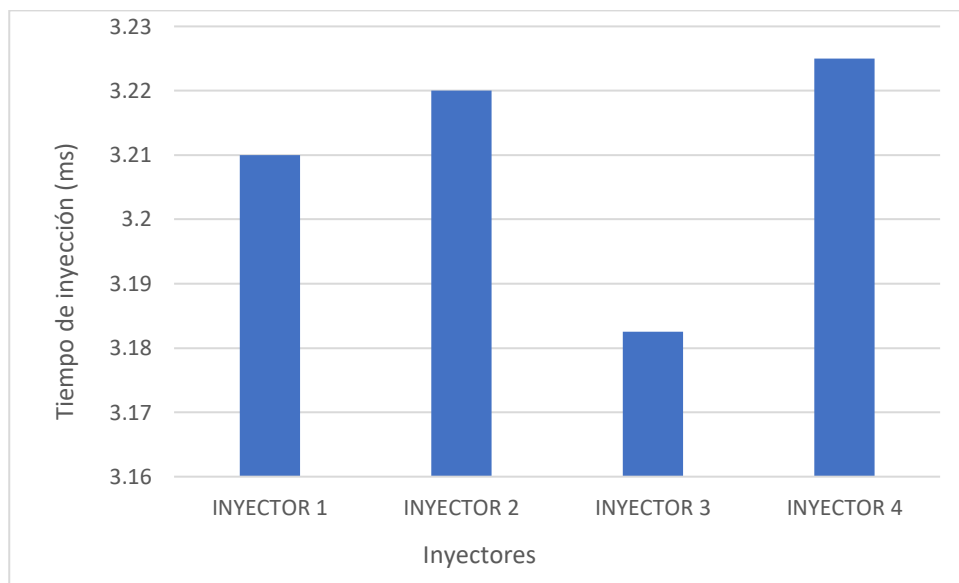
Figura 2.11: Tabulación de datos ms vs rpm



Fuente: Autores

En la Figura 2.11 se observa los cuatro inyectores tienen tiempos de inyección muy similares, alrededor de 3 ms. Esto indica un funcionamiento uniforme en ralentí o a bajas cargas. Las líneas se mantienen bastante juntas, aunque se empieza a notar una ligera separación. Los tiempos de inyección se sitúan en torno a 3.5 ms. Se observa una mayor dispersión entre los tiempos de inyección.

Figura 2.12: Tabulación de datos ms vs rpm promedios



Fuente: Autores

En la Figura 2.12 se muestra el gráfico inyector 1 tiene el tiempo de inyección más corto, alrededor de 3.21 ms. inyector 2 tiene un tiempo de inyección de aproximadamente 3.22 ms. Inyector 3 tiene el tiempo de inyección más largo, alrededor de 3.26 ms. Inyector 4 tiene un tiempo de inyección de aproximadamente 3.23 ms.

2.2.2 Resistencia de bobinado válvula IAC

Para el bobinado de la Válvula IAC se verificar mediante la medición de resistencia en dos puntos diferentes del conector del actuador como se observa en la Figura 2.13. Este componente se encarga de la cantidad de paso de aire que entra al motor cuando está en ralentí. Es por ello que se contrae la electroválvula tanto en apertura como en el paso de cierre. El componente posee 4 cable.

Figura 2.13: Medición de resistencia en ohmios



Fuente: Autores

En esta medición se comprueba los bobinados que son parte del motor eléctrico paso a paso interno del actuador que es el encargado de mover el vástago hacia adelante o hacia atrás regulando la cantidad de aire que ingresa en régimen de ralentí hacia el múltiple de admisión denotando valores experimentales óptimos de funcionamiento.

Tabla 2.6: Resistencia válvula IAC Volkswagen

Descripción	Ohmios
Bobinado 1	56.5
Bobinado 2	57.4

Fuente: Autores

La tabla compara la resistencia de dos bobinados. El Bobinado 2 tiene una resistencia ligeramente mayor que el bobinado. Los valores de resistencia son muy cercanos, lo cual indica que los bobinados tienen características similares, un factor importante para garantizar un funcionamiento equilibrado, como se muestra en la Tabla 2.6.

CAPÍTULO III

INTERPRETACIÓN DE ACTUADORES MEDIANTE EL OSCILOSCOPIO

En este capítulo se obtendrá las ondas voltaje vs tiempo mediante la herramienta osciloscopio automotriz donde se debe calibrar las escalas para lograr visualizar los oscilogramas pertinentes de ciertos actuadores por lo cual es fundamental conocer el funcionamiento de la herramienta de diagnóstico y la finalidad de este tipo de técnica para obtener los datos necesarios para un diagnóstico efectivo.

3.1 Tucson IX

3.1.1 Oscilogramas de inyectores gasolina

Mediante la identificación del cable de señal del inyector se debe establecer el pulso negativo el cual produce una inducción de tensión que registra un pico de casi 40 a 50 voltios teóricos en cual se puede deducir un valor aceptable por parte del actuador.

Se identifica los los cables de alimentación positiva y pulso negativo de la ECU se debe conectar el equipo calibrando la señal respectiva a una escala de 2 milisegundos y un pico de tensión producido como se muestra en la Figura 3.1

Figura 3.1: Oscilograma de inyector



Fuente: Autores

La traza muestra un pico de voltaje de 48.12 V durante la activación del inyector. Este pico, resultado de la autoinducción de la bobina, es una característica clave de la señal y ocurre inmediatamente después de una rápida caída de voltaje que indica la apertura del inyector. La duración total del evento se estima entre 2 y 3 ms.

Como se observa en la Tabla 3.1, se procede a tabular el voltaje pico de cada inyector teniendo como resultado:

Tabla 3.1: Voltaje pico de los inyectores a gasolina, TUCSON IX

Voltaje pico (V)	
INYECTOR 1	48.12
INYECTOR 2	47.55
INYECTOR 3	48.19
INYECTOR 4	46.88
Promedio	47.69

Fuente: Autores

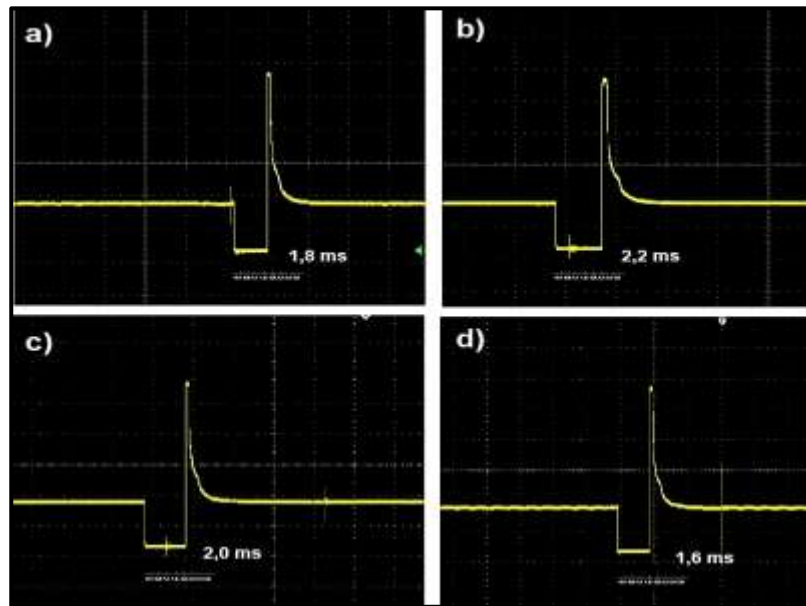
Se observa una ligera variación en los voltajes pico entre los diferentes inyectores. El inyector 3 presenta el voltaje pico más alto (48.19 V), mientras que el inyector 4 muestra el más bajo (46.88 V). La diferencia entre el valor más alto y el más bajo es de 1.31 V. El valor promedio de los voltajes pico para los cuatro inyectores es de 47.69 V.

3.1.2 Oscilogramas de inyectores identificación de tiempo de inyección

Mediante la identificación del cable de señal del inyector se debe establecer el pulso negativo el cual produce una inducción de tensión, en esta ocasión se identificará el tiempo de inyección en el oscilograma mediante el conteo de espacios a diferente revolución.

Ya identificados los cables de alimentación positiva y pulso negativo del inyector, se procede a visualizar los tiempos de inyección en ralentí, 2000; 3000; 4000 rpm. por lo cual se identifica. Como se muestra en la Figura 3.2 los diferentes valores identificados en vehículo Tucson IX.

Figura 3.2: Oscilograma tiempo de inyección



Fuente: Autores

En la Figura 3.2 se muestra en a) Tiempo de inyección 1.8 ms a 800 rpm del inyector 1. b) Tiempo de inyección 2.2 ms a 800 rpm del inyector 2. c) Tiempo de inyección 2.0 ms a 800 rpm del inyector 3. d) Tiempo de inyección 1.6 ms a 800 rpm del inyector 4. El procedimiento se repite al colocar las puntas de prueba en el pulso negativo de cada inyector en régimen de ralentí. Se realizó las mismas pruebas a 2000, 3000, 4000 revoluciones por minuto, se identifica los espacios mediante un conteo respectivo en la escala puesto que el osciloscopio esta calibrado a una escala de 2 ms con respecto al tiempo y el voltaje a una escala de 10 voltios.

Los tiempos de inyección determinados en las pruebas se observan en la presente Tabla 3.2 que denota los diferentes valores obtenidos a distinta revolución por minuto generando una base de datos con respecto al vehículo Tucson IX que mediante este diagnóstico genera un oscilograma en cada actuador para identificar el estado del inyector con respecto al consumo de combustible producido en tiempo real.

Tabla 3.2: Oscilograma de Identificación del tiempo de inyección

	Ralentí	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm	PROMEDIO
	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)	
INYECTOR 1	1.8	2.2	1.8	2.2	2
INYECTOR 2	2.2	2.4	2.3	2.4	2.33
INYECTOR 3	2.0	1.8	2.2	2.2	2.05
INYECTOR 4	1.6	1.8	2.3	1.9	1.9

Fuente: Autores

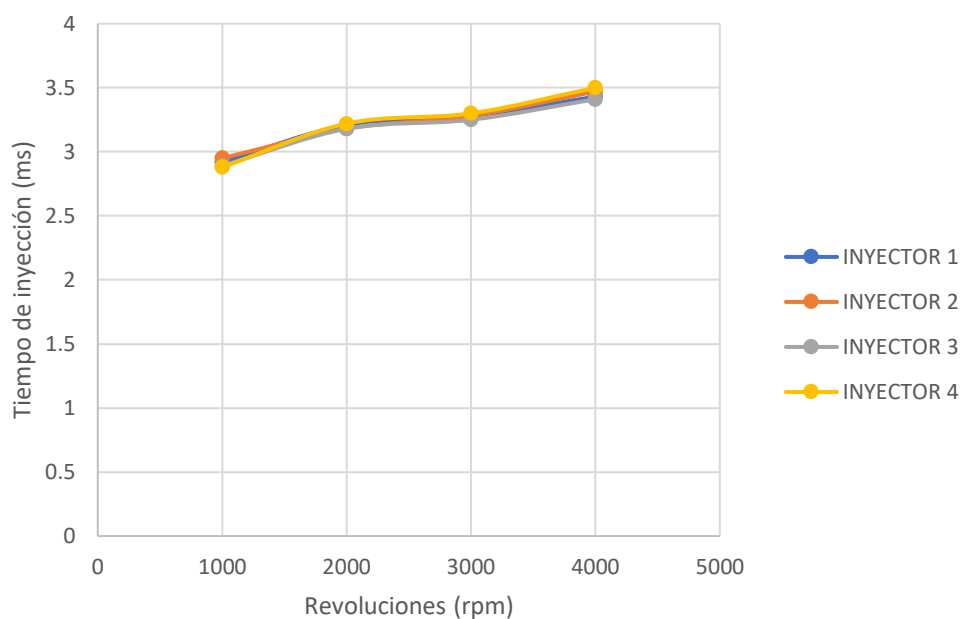
El inyector 2 tiene el tiempo de inyección más alto en ralentí (2.2 ms), mientras que el inyector 4 tiene el más bajo (1.6 ms). Esta diferencia podría indicar un desequilibrio en el funcionamiento del motor en ralentí.

A medida que aumentan las revoluciones por minuto, los tiempos de inyección generalmente aumentan también, lo cual es normal ya que el motor necesita más combustible a mayores revoluciones. Sin embargo, la proporción del aumento no es igual para todos los inyectores, lo que refuerza la idea de un posible desequilibrio.

Los promedios muestran una diferencia significativa entre los inyectores. El inyector 2 tiene el promedio más alto (2.33 ms), mientras que el inyector 4 tiene el más bajo (1.9 ms). Esto indica que, en general, el inyector 2 está inyectando más combustible que los demás, y el inyector 4 menos.

A continuación, se genera la gráfica correspondiente con los datos obtenidos del tiempo de inyección en tiempo real como se muestra en la Figura 3.3.

Figura 3.3: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección

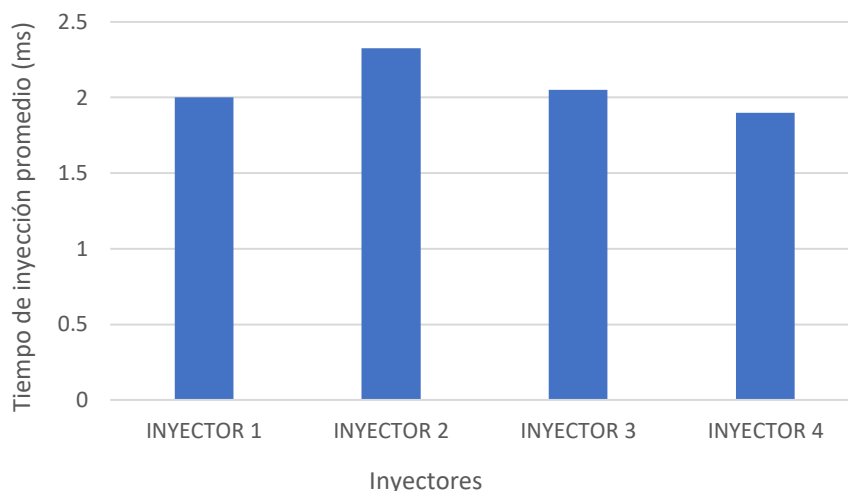


Fuente: Autores

Los tiempos de inyección varían entre 1.6 ms del inyector 4 y 2.2 ms del inyector 2. Ya se observa una cierta dispersión entre los inyectores. Se observa una fluctuación en los tiempos de inyección. Algunos inyectores aumentan su tiempo de inyección como el inyector 2, mientras que otros lo disminuyen como el inyector 1.

En la Figura 3.4 se muestra el promedio final de las mediciones del tiempo de inyección con respecto a las pruebas realizadas en tiempo real. Esta gráfica simplifica la comparación entre los inyectores al mostrar directamente sus tiempos de inyección promedio. Se observa claramente que el inyector 2 tiene un tiempo de inyección promedio notablemente mayor que los demás, mientras que el inyector 4 tiene el menor.

Figura 3.4: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección



Fuente: Autores

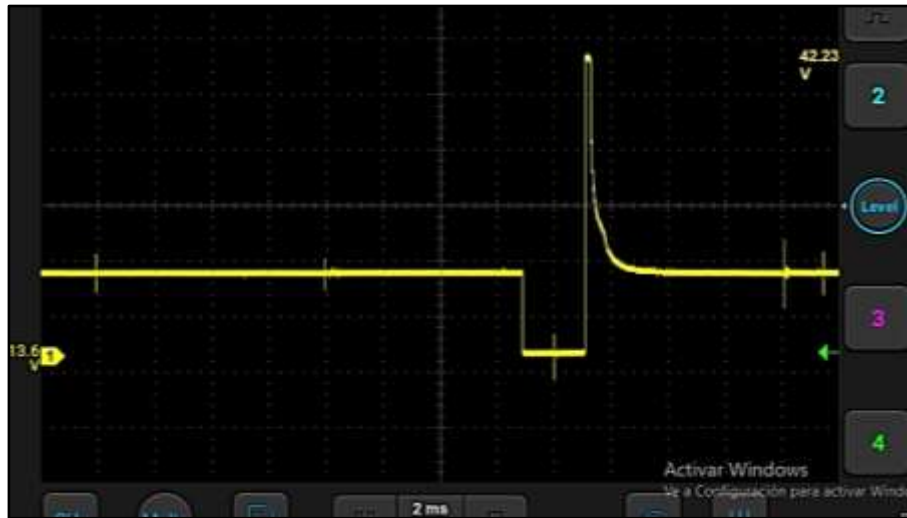
3.2 Volkswagen

3.2.1 Oscilogramas de inyectores gasolina

La obtención de datos en este vehículo debe ser aplicado con la herramienta osciloscopio automotriz procurando identificar los cables de señal de pulso negativo y alimentación directa a positivo de la batería, la herramienta de diagnóstico posee dos puntas de prueba la pinza negativa a la batería y el positivo al cable de señal de pulso del cada inyector.

Las comparaciones efectivas se deben establecer mediante un voltaje referencial de pico entre 40 a 50 voltios teóricos para ello se debe comparar esta variación de manera práctica observando las ondas voltaje vs tiempo, como se observa en la Figura 3.5. Para el resto de inyectores se debe anteponer el mismo procedimiento verificando la variación de la aceleración para determinar las ondas características y el pico de tensión con el voltaje final correspondiente a la activación del solenoide interno.

Figura 3.5: Oscilograma de inyector, Volkswagen



Fuente: Autores

Se observa un pico de voltaje positivo que alcanza los 42.23 V. Este pico se debe a la autoinducción de la bobina del inyector. Cuando la corriente que fluye a través de la bobina al desactivarse el inyector, se genera un voltaje inducido que se opone a la variación de corriente. Este valor se observa como voltaje pico.

Como se muestra en la Tabla 3.3, se procede a tabular el voltaje pico de cada inyector teniendo como resultado:

Tabla 3.3: Voltaje pico de los inyectores a gasolina, Volkswagen

Voltaje pico	
INYECTOR 1	42.23
INYECTOR 2	40.88
INYECTOR 3	41.55
INYECTOR 4	42.34
Promedio	41.75

Fuente: Autores

La tabla nos muestra que los valores son óptimos en referencia al pico de tensión, pero los problemas de diagnóstico en este tipo de onda se pueden presentar al generarse un medio pico el cual presenta un problema interno de la resistencia del solenoide y la apertura

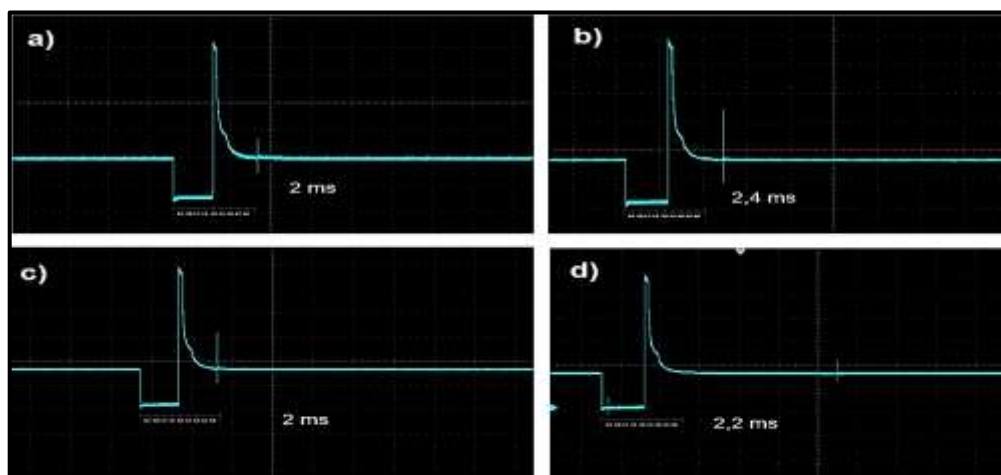
excesiva de la electroválvula y si en caso extremo llegase a presentar un medio pico de tensión es preferible sustituir el inyector.

3.2.2 Oscilogramas de inyectores identificación de tiempo de inyección

Mediante la Identificación del cable de señal del inyector se debe establecer el pulso negativo el cual produce una inducción de tensión, en esta ocasión se identificará el tiempo de inyección en el oscilograma mediante el conteo de espacios a diferente revolución.

Ya identificados los cables de alimentación positiva y pulso negativo del inyector, se procede a visualizar los tiempos de inyección en ralentí, 2000; 3000; 4000 revoluciones por minuto, como se observa en la Figura 3.6 los diferentes valores identificados en vehículo Volkswagen.

Figura 3.6: Oscilograma tiempo de inyección



Fuente: Autores

En la Figura 3.6 se observa en a) Tiempo de inyección 2 ms a 800 rpm del inyector 1. b) Tiempo de inyección 2.4 ms a 800 rpm del inyector 2. c) Tiempo de inyección 2.0 ms a 800 rpm del inyector 3. d) Tiempo de inyección 2.2 ms a 800 rpm del inyector 4. El procedimiento se repite al colocar las puntas de prueba en el pulso negativo de cada inyector en régimen de ralentí. Se realizó las mismas pruebas a 2000; 3000; 4000 revoluciones por minuto, se identifica los espacios mediante un conteo respectivo en la escala puesto que el osciloscopio esta calibrado a una escala de 2 ms con respecto al tiempo y el voltaje a una escala de 10 voltios.

En altas revoluciones se puede apreciar un tiempo de inyección óptimo en el vehículo Volkswagen puesto que en las cuatro pruebas generadas en tiempo real se obtiene los diferentes oscilogramas del inyector denotando un valor aceptable con respecto al consumo de combustible del sistema de inyección.

Los tiempos de inyección obtenidos en las pruebas se observan en la Tabla 3.4 con respecto al vehículo Volkswagen en el cual se determina una identificación del tiempo de inyección adecuado a diferentes revoluciones por minuto.

Tabla 3.4: Oscilograma de Identificación del tiempo de inyección

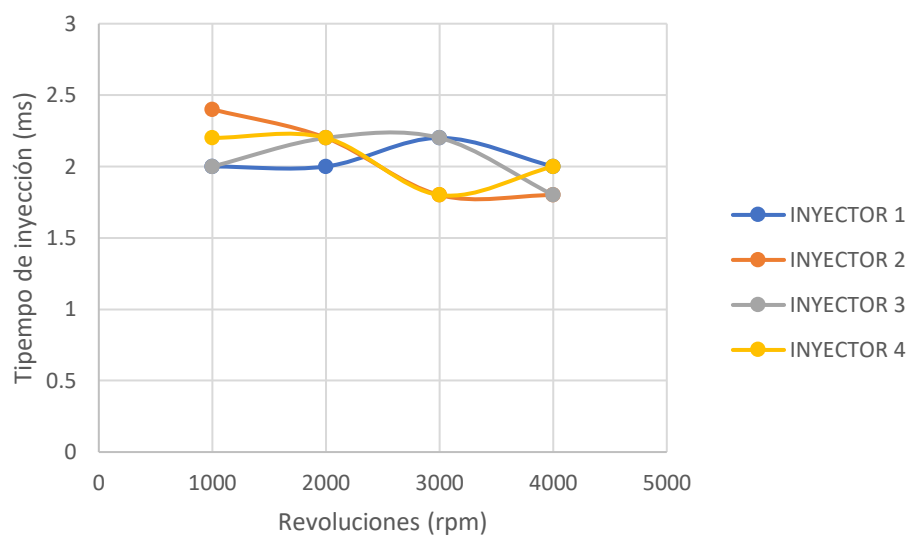
	Ralentí	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm	PROMEDIO
	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)	
INYECTOR 1	2.0	2.0	2.2	2.0	2.05
INYECTOR 2	2.4	2.2	1.8	1.8	2.05
INYECTOR 3	2.0	2.2	2.2	1.8	2.05
INYECTOR 4	2.2	2.2	1.8	2.0	2.05

Fuente: Autores

Lo más notable de esta tabla es que los cuatro inyectores tienen exactamente el mismo tiempo de inyección promedio: 2.05 ms. Esto sugiere que, en general, la cantidad total de combustible inyectada por cada inyector a lo largo de las RPM probadas es similar.

A continuación, se genera la tabulación de datos finales con respecto al tiempo de inyección generado en los ensayos pertinentes mediante osciloscopio.

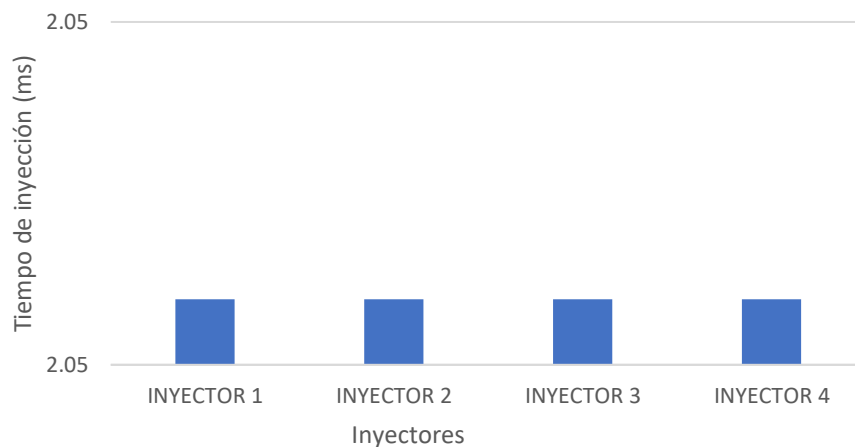
Figura 3.7: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección



Fuente: Autores

En la Figura 3.7 se observa cada medición con respecto a las revoluciones por minuto generadas en determinados tiempos del consumo de combustible de cada actuador.

Figura 3.8: Tabulación de datos con respecto al tiempo de inyección



Fuente: Autores

Se observa en la Figura 3.8 los promedios generados en el tiempo de inyección de cada inyector, presenta una similitud total con respecto a los cuatro actuadores medidos

mediante los oscilogramas característicos donde finalmente se emplea un resultado simultaneo similar en todas las pruebas.

3.2.3 Oscilogramas de válvula IAC, Volkswagen

La válvula IAC es un actuador o motor paso a paso que regula la cantidad de aire que ingresa al motor cuando el vehículo está en marcha mínima, regulando las revoluciones del motor considerablemente en otras palabras se encarga de mantener en marcha cuando no se está acelerando, su ubicación es directamente en el cuerpo de aceleración, como se observa en la Figura 3.9 este modelo de vehículo posee cuatro cables.

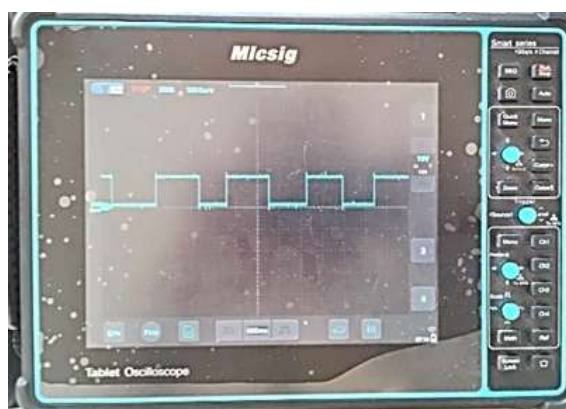
Figura 3.9: Válvula IAC



Fuente: Autores

Las ondas cuadradas que se generan como se observan en la Figura 3.10 son referentes a la activación de los dos bobinados internos que normalmente se activan con la batería del automóvil de 14 voltios promedio cuando el vehículo este encendido a una activación de 2 milisegundos para el paso de aire en régimen de ralentí.

Figura 3.10: Oscilograma de activación IAC



Fuente: Autores

La figura anterior muestra una señal cuadrada con un ciclo de trabajo a 800 rpm. Esto sugiere que la ECU está manteniendo un ralentí estable, sin necesidad de realizar ajustes importantes en la posición de la válvula.

3.3 Tucson IX

3.3.1 Oscilogramas de Bobina COP, TUCSON IX

Para este tipo de actuador se debe considerar el tipo de bobina COP que representa en esta ocasión es un componente con 2 cables que representa un positivo de batería y un pulso negativo que recibe de la ECU por lo cual al activarse desarrolla un pico de tensión alrededor de 13,5 kilovoltios teóricos en el cual se determina un valor constante a un determinado ancho de pulso constante, como se observa en la Figura 3.11.

Se debe identificar las bobinas COP en el vehículo con dos cables característicos un cable verde que es de pulso negativo y un cable rojo que es positivo de la batería en el cual se debe colocar las puntas de medición del osciloscopio.

Figura 3.11: Bobinas COP de 2 cables, Tucson IX



Fuente: Autores

Tabla 3.5: Cables de la bobina COP Tucson IX

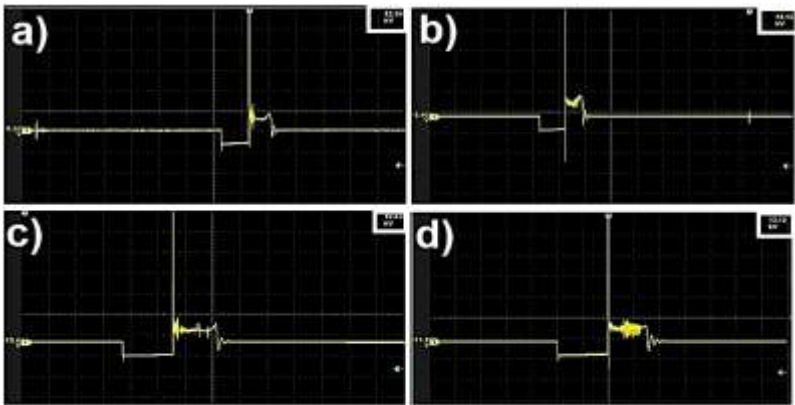
Descripción	Cables
Tiempo en milisegundos	Cable Verde: Pulso negativo de la ECU
Alimentación positiva	Cable Rojo: Positivo de la batería

Fuente: Autores

En la tabla 3.5 se muestra la colocación de la herramienta de diagnóstico recordar que el borne negativo va con la pinza de lagarto y el positivo de la punta de medición del osciloscopio va al cable de pulso negativo de color verde.

La verificación de los oscilogramas a diferentes rpm se muestra en la Figura 3.12 donde se genera una señal de pico constante a diferentes picos de tención en las cuatro bobinas.

Figura 3.12: Bobinas COP oscilograma, Tucson IX



Fuente: Autores

En la Figura 3.12 se observa en a) 12.34 kV de la bobina 1 a 800 rpm. b) 13.12 kV de la bobina 2 a 800 rpm. c) 12.33 kV de la bobina 3 a 800 rpm. d) 13.12 kV de la bobina 4 a 800 rpm. Sin embargo, la oscilación de amortiguamiento parece ser un poco más pronunciada o prolongada que en las otras imágenes. Esto podría indicar alguna pequeña diferencia en la bobina o en el circuito, pero sin más información es difícil precisar.

En la Tabla 3.6 se tabulan los datos obtenidos en el pico de tensión de cada Bobina COP en el cual se debe establecer un promedio experimental a diferente revolución.

Tabla 3.6: Oscilograma con respecto al pico de tensión

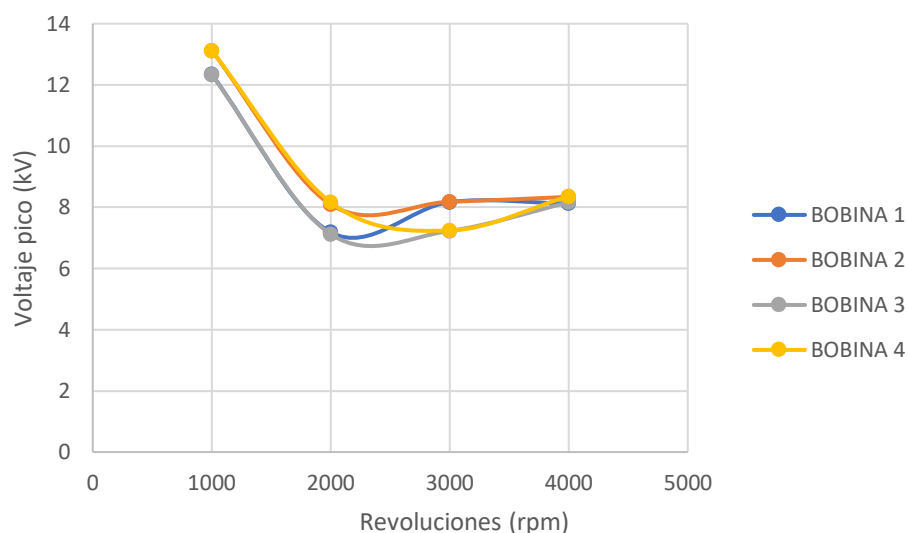
	Ralentí	2000 rpm	3000 rpm	4000 rpm	PROMEDIO
	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	
BOBINA 1	12.34	7.18	8.17	8.12	8.95
BOBINA 2	13.12	8.09	8.18	8.34	9.43
BOBINA 3	12.33	7.12	7.23	8.16	8.71
BOBINA 4	13.12	8.16	7.24	8.36	9.22

Fuente: Autores

La tabla muestra las mediciones de voltaje en kilovoltios (kV) generadas por cuatro bobinas de encendido en diferentes condiciones de funcionamiento del motor (ralentí; 2000 rpm; 3000 rpm y 4000 rpm). También se incluye un promedio para cada bobina.

Los resultados finales se muestran en la Figura 3.13 donde cada bobina COP genera parámetros de elevación de tensión considerables manteniéndose constantes dentro de un rango específico para su óptimo funcionamiento para detonar la mezcla aire combustible.

Figura 3.13: Tabulación de datos con respecto al pico de tensión

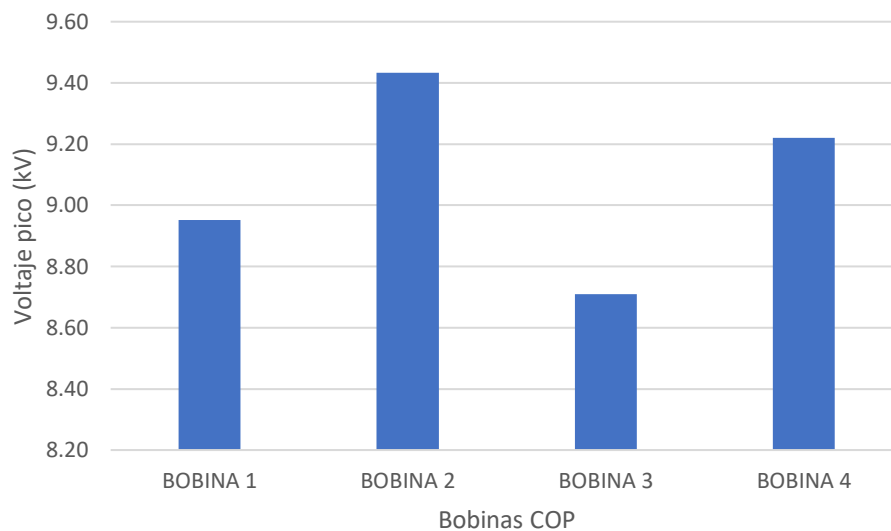


Fuente: Autores

La gráfica muestra el comportamiento típico del voltaje pico de bobinas COP en función de las RPM. Se observa una disminución del voltaje con el aumento de las RPM, lo cual es normal. Las pequeñas diferencias entre las bobinas podrían deberse a tolerancias de fabricación o desgaste.

Las bobinas 3 y 4 muestran los voltajes pico más altos, alrededor de 12-13 kV, mientras que las bobinas 1 y 2 tienen valores ligeramente inferiores. Se produce una caída notable en el voltaje pico de todas las bobinas. Las bobinas 1 y 3 alcanzan sus valores más bajos, alrededor de 7 kV. El voltaje pico de las bobinas se estabiliza o muestra una ligera recuperación, aunque no alcanza los valores iniciales. Los promedios finales generados en los resultados finales poseen un rango de valoración similar en lo que respecta a cada bobina COP, siendo un parámetro favorable dentro de la obtención de datos por lo cual cada actuador presenta un funcionamiento de elevación de tensión constante con lo que respecta al sistema de encendido como se observa en la Figura 3.14.

Figura 3.14: Promedio del voltaje de tensión en bobinas COP



Fuente: Autores

Una mayor tensión promedio podría indicar una mayor capacidad de la bobina para generar una chispa fuerte en la bujía. Sin embargo, no necesariamente significa que la bobina esté funcionando mejor, una tensión excesiva también puede ser problemática.

El tiempo de saturación se lo determina mediante el osciloscopio donde se debe observar las escalas de división con respecto al tiempo para verificar dicho parámetro en la pantalla de la herramienta de diagnóstico. Como se muestra en la Tabla 3.7 se tabula los resultados obtenidos.

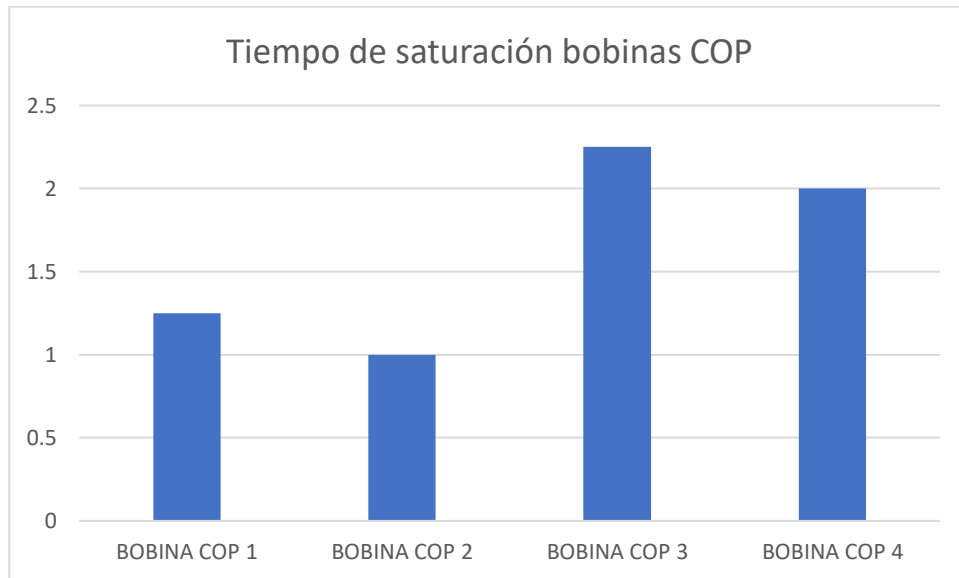
Tabla 3.7: Tiempo de saturación Bobinas COP

Tiempo (ms)	
BOBINA COP 1	1.25
BOBINA COP 2	1
BOBINA COP 3	2.25
BOBINA COP 4	2
Promedio	1.625

Fuente: Autores

La tabla muestra los tiempos de carga o saturación medidos en milisegundos (ms) de cuatro bobinas COP, que son un tipo de bobinas de encendido montadas directamente sobre las bujías. Estos tiempos indican cuánto tarda cada bobina en cargarse antes de liberar la chispa. En la Figura 3.15 se observa una gráfica el tiempo de saturación determinado en el oscilograma respectivo.

Figura 3.15: Tiempo de saturación en bobinas COP

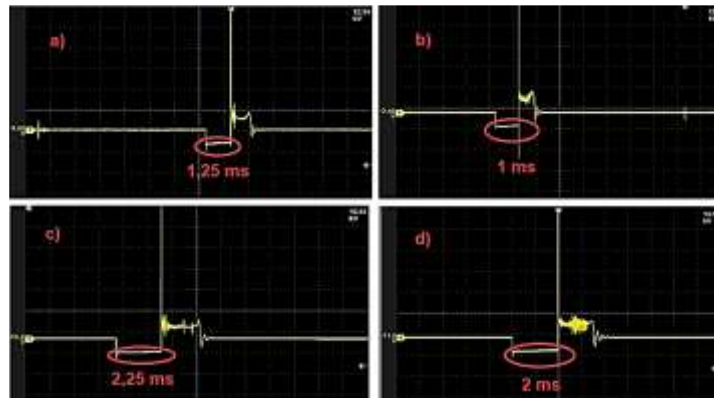


Fuente: Autores

La gráfica muestra diferencias notables en el tiempo de saturación entre las bobinas. La bobina 3 tiene un tiempo de saturación significativamente mayor que las demás, mientras que la bobina 2 tiene el menor.

El tiempo de saturación de una bobina COP de dos cables representa el periodo de reposo entre los puntos de encendido y apagado de la bobina. Cabe recalcar que este tiempo viene determinado por la señal directa de la computadora, como se observa en la Figura 3.16.

Figura 3.16: Escala de saturación en bobinas COP



Fuente: Autores

En la Figura 3.16 se observa en a) La bobina 1 tiempo de saturación 1.25 ms, voltaje máximo 12.34 kV la corriente alcanza la saturación en 1.25 milisegundos, en condición de ralentí b) En la bobina 2 tiempo de saturación 1 ms, voltaje máximo 13.12 kV. La corriente alcanza la saturación en 1 milisegundo, en condición de ralentí c) La bobina 3 tiempo de saturación 2.25 ms, voltaje máximo 12.33 kV. La corriente tarda 2.25 milisegundos en alcanzar la saturación. d) La bobina 4 tiempo de saturación 2 ms, voltaje máximo 13.12 kV, en condiciones de ralentí.

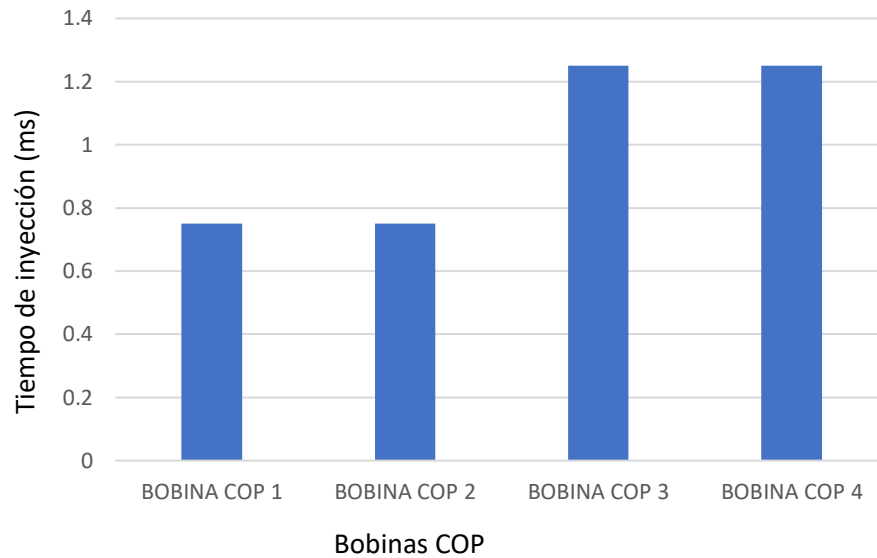
Tabla 3.8: Tiempo de quemado bobina COP

Milisegundos (ms)	
BOBINA COP 1	0.75
BOBINA COP 2	0.75
BOBINA COP 3	1.25
BOBINA COP 4	1.25
Promedio	1

Fuente: Autores

La Tabla 3.8 muestra los tiempos de quemado de cuatro bobinas COP, con valores de 0.75 ms para las bobinas 1 y 2, y 1.25 ms para las bobinas 3 y 4, lo que da un promedio de 1 ms.

Figura 3.17: Tiempo de quemado en bobinas COP

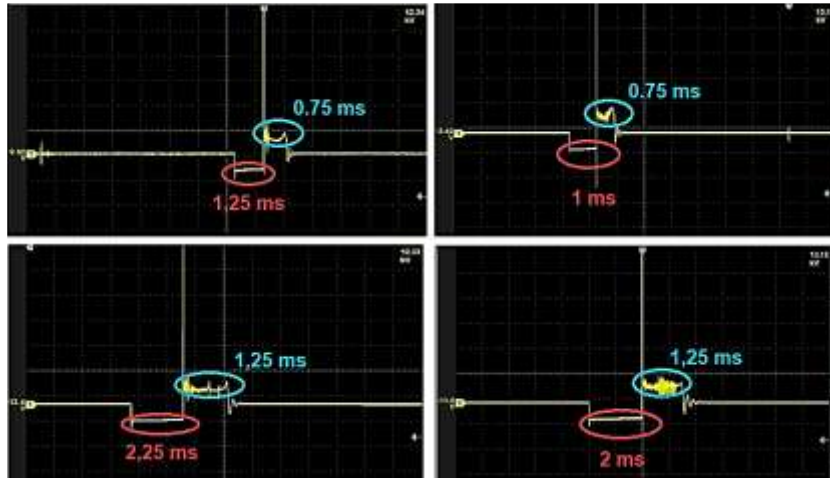


Fuente: Autores

Mediante la Figura 3.17 se observa que la bobina 1 Tiene un tiempo de quemado de aproximadamente 0.75 ms, así como la bobina 2 tiene un tiempo de quemado similar a la bobina 1, alrededor de 0.75 ms, además la bobina 3 presenta un tiempo de quemado significativamente mayor, alrededor de 1.25 ms y por último la bobina 4 tiene un tiempo de quemado similar a la bobina 3, alrededor de 1.25 ms.

La bobina y su circuito interno de control de disparo es directamente controlado por la ECU quien mediante la activación de los transistores IGBT genera varias chispas a bajo régimen controladas por la misma bobina para ello se evalúa cuatro mediciones diferentes dando un promedio de un milisegundo en todos los ensayos concluyendo un óptimo funcionamiento de los actuadores, como se observa en la Figura 3.18.

Figura 3.18: Escala de quemado en bobinas COP



Fuente: Autores

En la Figura 3.18 se observa en a) Tiempo de dwell 1.25 ms, tiempo de quemado 0.75 ms, voltaje pico 12.34 kV en régimen de 800 rpm. b) Tiempo de dwell 1 ms, tiempo de quemado 0.75 ms, voltaje pico 13.12 kV en régimen de 800 rpm. c) Tiempo de dwell 2.25 ms, tiempo de quemado 1.25 ms, voltaje pico 12.33 kV en régimen de 800 rpm. d) Tiempo de dwell 2 ms, tiempo de quemado 1.25 ms, voltaje pico 13.12 kV en régimen de 800 rpm. Posterior a esta prueba se realizó de la misma forma a 2000; 3000; 4000 rpm.

CAPÍTULO IV

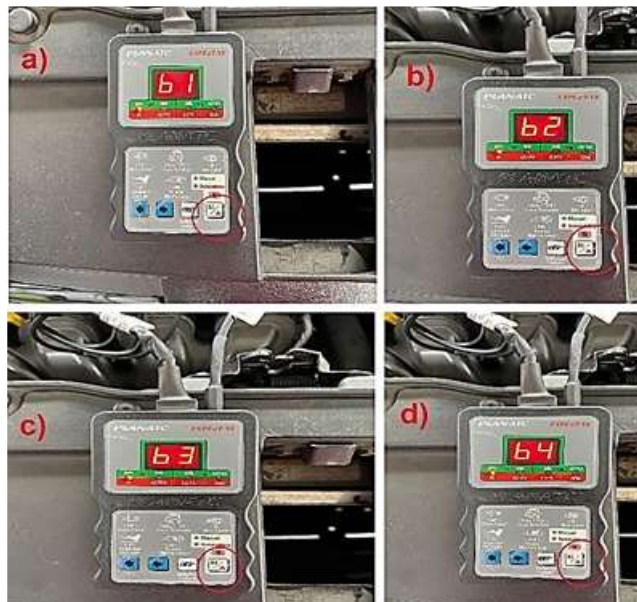
DIAGNÓSTICO CON COMPROBADOR DE ACTUADORES

En el capítulo siguiente se debe estipular un diagnóstico directo con pulsos de voltaje a diferentes actuadores, diferenciando el tipo de parámetros en tiempo real por activación de anchos de pulso con voltaje directo de activación, para ello se utilizará un comprobador de actuadores accionando de manera manual o automática dichos componentes.

4.1 Volkswagen

4.1.1 Comprobación de inyectores en prueba automática

Figura 4.1: Activación de solenoides internos de inyectores



Fuente: Autores

En la Figura 4.1 se observa en a) Prueba del inyector 1 que le nombra como b1. b) Prueba del inyector 2 que le nombra como b2. c) Prueba del inyector 3 que le nombra como b3. d) Prueba del inyector 4 que le nombra como b4. Como se muestra en la figura anterior, las etiquetas b1, b2, b3 y b4 corresponden a la identificación asignada a cada inyector. Esto

permite determinar cuál es el inyector que se está comprobando durante el proceso de diagnóstico.

En los cuatro ensayos realizados se puede verificar el accionamiento de los inyectores con un ancho de pulso de 10 milisegundos, este tiempo es automático puesto que los solenoides internos se activan directamente para denotar un accionamiento directo por parte del equipo de diagnóstico, como se observa en la Figura 4.2 el diagnóstico.

Figura 4.2: Ancho de pulso de 10 milisegundos en prueba automática



Fuente: Autores

4.1.2 Comprobación de inyectores en prueba manual

La verificación manual envía una señal de activación hacia los solenoides del inyector para diagnosticar su activación como se observa en la Figura 4.3. Cabe recalcar que esta prueba no posee ancho de pulso funcionando en un solo tiempo de encendido para los cuatro inyectores. Mediante los botones de avance y retroceso se activan los actuadores solo una vez.

Figura 4.3: Selección manual de pulso



Fuente: Autores

4.1.3 Comprobación de válvula IAC

Para la activación de la válvula IAC primero se conecta el arnés de 4 pines para seleccionar las pruebas de accionamiento manual o automática como se muestra en la Figura 4.4 para ello se debe establecer la apertura de la válvula y diagnosticar su accionamiento, para ello se manipulará una prueba en modo automático diagnosticando de esta manera el funcionamiento en tiempo real del actuador.

Figura 4.4: Activación de válvula IAC con pulso automático



Fuente: Autores

Seguidamente se debe realizar una prueba manual para configurar la válvula IAC y dejarla calibrada es aconsejable realizar este proceso de manera manual puesto que la activación del

solenoides debe ser preciso para que el automóvil no quede acelerado en ralentí. Como se observa en la Figura 4.5 este proceso no posee ancho de pulso simplemente una activación directa hacia el actuador.

Figura 4.5: Activación de válvula IAC de manera manual



Fuente: Autores

Para verificar la válvula IAC se debe enviar un pulso manual de activación para que el vehículo no quede acelerado puesto que al colocar el actuador nuevo debe poseer una calibración de apertura para que el motor se mantenga en régimen de ralentí como se observa en la Figura 4.6 para ello se debe encender el vehículo y acelerar progresivamente diagnosticando la estabilidad del vehículo en bajas y altas revoluciones.

Figura 4.6: Calibración de la válvula IAC



Fuente: Autores

4.2 Tucson IX

4.2.1 Comprobación de inyectores en prueba automática

El diagnóstico realizado en el vehículo debe efectuarse en primer lugar con la alimentación del equipo de diagnóstico para ello se debe conectar el arnés de fuente de voltaje en la batería, como se muestra en la Figura 4.7 posteriormente se debe colocar en el arnés en los inyectores y accionar la prueba automática de la herramienta puesto que los solenoides de cada inyector se activarán a un tiempo de 10 milisegundos.

Figura 4.7: Tiempo de activación automática de 10 milisegundos



Fuente: Autores

En selección automática el ancho de pulso de 10 milisegundos es intermitente por lo cual se debe verificar que cada solenoide se active en el tiempo estipulado por el equipo de diagnóstico como se observa en la Figura 4.8 en el cual al realizar las pruebas se identifica el estado óptimo de los actuadores.

Figura 4.8: Activación de los solenoides de inyectores



Fuente: Autores

En la Figura 4.8 se observa en a) Prueba del inyector 1 que le nombra como b1. b) Prueba del inyector 2 que le nombra como b2. c) prueba del inyector 3 que le nombra como b3. d) prueba del inyector 4 que le nombra como b4, las etiquetas b1, b2, b3 y b4 corresponden a la identificación asignada a cada inyector. Esto permite determinar cuál es el inyector que se está comprobando durante el proceso de diagnóstico.

4.2.2 Comprobación de inyectores en prueba manual

La activación de los solenoides de los inyectores en modo manual permite realizar un accionamiento sin la necesidad de aplicar un ancho de pulso. Para este diagnóstico, se utiliza la señal generada mediante los botones de avance o retroceso, lo que facilita la activación individual de cada inyector. De este modo, se verifica el estado óptimo de funcionamiento de cada uno como se muestra en la Figura 4.9.

Figura 4.9: Selección manual de pulso



Fuente: Autores

4.2.3 Comprobación de cuerpo de aceleración electrónico selección automática

Para el diagnóstico de este módulo se debe desconectar la batería, seguidamente conectar el equipo con el arnés especial para este componente y verificar el accionamiento de la aleta de aceleración, como se observa en la Figura 4.10 por lo cual se debe anteponer un pulso en un tiempo corto para que se observe el funcionamiento de este módulo en tiempo real.

Figura 4.10: Cuerpo de aceleración electrónico



Fuente: Autores

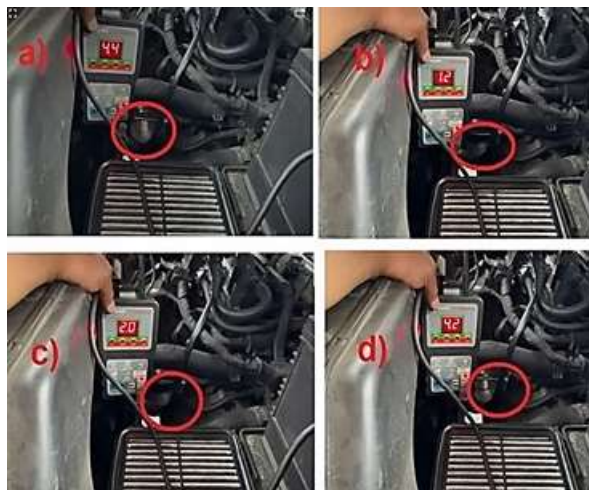
En el presente diagnóstico se visualiza la selección automática en la opción de cuerpo de aceleración por lo cual se debe verificar la conexión correcta del arnés para que la señal de activación sea adecuada como se observa en la Figura 4.11 en este tipo de módulo el equipo de diagnóstico solo muestra la selección automática y no permite comprobación manual por ser un módulo de acelerador.

Figura 4.11: Diagnóstico automático



Fuente: Autores

Figura 4.12: Pulsos automáticos de apertura de la aleta de aceleración



Fuente: Autores

En la Figura 4.12 se visualiza los distintos estados del accionamiento automático del módulo de cuerpo de aceleración: a) Un voltaje de 4.4 V, que indica que la aleta de aceleración está cerrada. b) Un voltaje de 1.2 V, que indica que la aleta de aceleración está abierta. c) Un voltaje de 2.0 V, que también indica que la aleta de aceleración está abierta. d) Un voltaje de 4.2 V, que señala nuevamente que la aleta de aceleración está cerrada.

En la presente tabla se tabula los datos de la figura anterior.

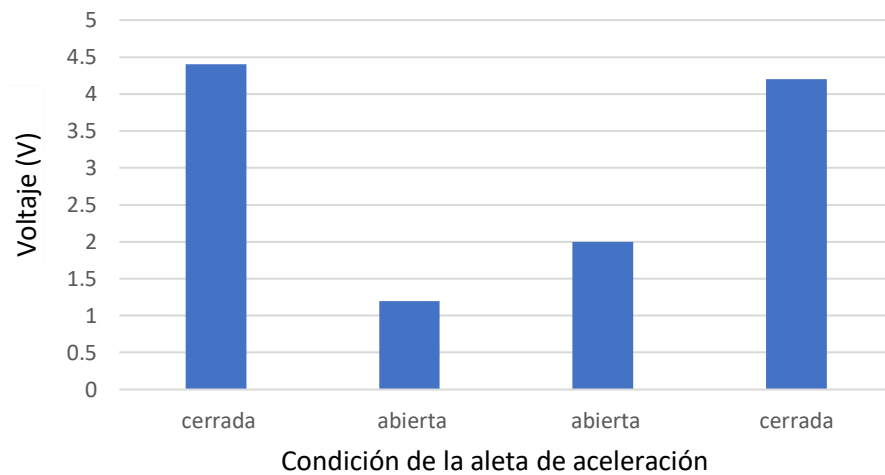
Tabla 3.9: Tiempo de accionamiento en milisegundos aleta de aceleración

	Voltios (V)
Aleta de aceleración cerrada	4.4
Aleta de aceleración abierta	1.2
Aleta de aceleración abierta	2.0
Aleta de aceleración cerrada	4.2
Promedio	2.95

Fuente: Autores

La Tabla 3.9 muestra las mediciones de voltaje del sensor TPS en diferentes posiciones de la aleta de aceleración, con valores altos en posición cerrada (4.4 V y 4.2 V) y bajos en posición abierta (1.2 V y 2.0 V). El promedio de 2.95 V refleja un punto intermedio. Estas lecturas son consistentes con el funcionamiento típico del sensor.

Figura 4.13: Apertura o cierre de aleta de aceleración



Fuente: Autores

En la Figura 4.13 se muestra que el actuador del cuerpo de aceleración tarda menos tiempo en abrir la mariposa que en cerrarla ya que es necesario realizar un cierre controlado para evitar anomalías en el motor.

4.3 Tucson IX

4.3.1 Comprobación de bobinas

Las herramientas portátiles de comprobación de bobinas son efectivas por su diagnóstico directo con respecto a las bobinas convencionales, DIS y COP por lo cual el valor obtenido es en tiempo real, como se observa en la Figura 4.14 verificando de forma rápida el estado del actuador y el voltaje en Kilovoltios que genera en el sistema de encendido.

Figura 4.14: Diagnóstico de bobinas COP a 1000 rpm.



Fuente: Autores

En la Figura 4.14 se observan los voltajes pico del sistema de encendido a 1000 rpm: a) Un voltaje de 12.97 kV, considerado relativamente alto, lo que generalmente indica un buen funcionamiento del sistema de encendido. b) Un voltaje pico de 12.72 kV, ligeramente menor al anterior. c) Un voltaje pico de 12.09 kV, que representa el valor más bajo de los cuatro y corresponde a la bobina 3. d) Un voltaje pico de 12.93 kV, registrado en condiciones normales a 1000 rpm.

Las pruebas en las Bobinas COP se realizan a diferentes revoluciones verificando su valor en Kilovoltios donde a 2000 rpm se puede apreciar una disminución considerable de voltaje como se puede observar en la Figura 4.15.

Figura 4.15: Diagnóstico de bobinas



Fuente: Autores

En la Figura 4.15 se observan los valores de voltaje pico registrados a 2000 rpm para cada bobina: a) 7.78 kV, correspondiente al voltaje pico registrado en la primera bobina. b) 8.09 kV, que pertenece a la bobina 2. c) 7.84 kV, asociado a la bobina 3. d) 7.33 kV, correspondiente al voltaje pico de la bobina 4.

El voltaje pico de las bobinas COP mantienen un valor similar cerca de 3000 rpm en los cuatro actuadores en tiempo real con aceleración progresiva como se muestra en la Figura 4.16.

Figura 4.16: Diagnóstico de bobinas COP a 3000 rpm.



Fuente: Autores

En la Figura 4.16 se observan los valores de voltaje pico registrados a 3000 rpm para cada bobina: a) 7.48 kV, correspondiente al voltaje pico registrado en la primera bobina. b) 8.59 kV, asociado a la bobina 2. c) 8.62 kV, que pertenece a la bobina 3. d) 8.82 kV, correspondiente al voltaje pico de la bobina 4

Los voltajes pico en los presentes ensayos a casi 3500 rpm las cuatro bobinas COP muestran un voltaje desigual a altas revoluciones, por ende, se puede diagnosticar de manera efectiva con el comprobador como se muestra los kilovoltios en la Figura 4.17.

Figura 4.17: Diagnóstico de bobinas COP a 3500 rpm.



Fuente: Autores

En la Figura 4.17 se observan los valores de voltaje pico registrados a 4500 rpm para cada bobina: a) 9.13 kV, correspondiente al voltaje pico de la primera bobina. b) 6.06 kV, asociado a la bobina 2. c) 7.72 kV, que pertenece a la bobina 3. d) 8.69 kV, correspondiente al voltaje pico de la bobina 4.

Tabla 4.10: Voltaje pico bobinas COP

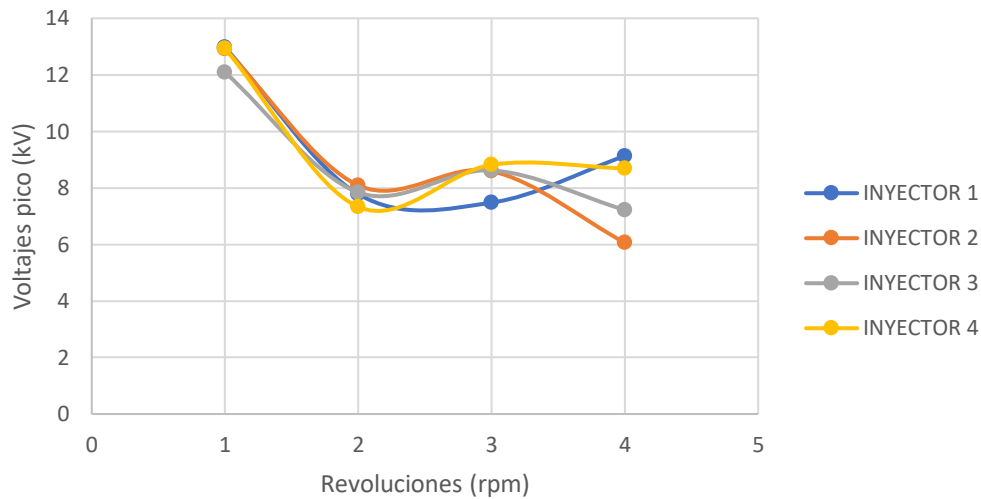
	Ralentí (kV)	2000 rpm (kV)	3000 rpm (kV)	3500 rpm (kV)	PROMEDIO (kV)
Bobina 1	12.97	7.78	7.48	9.13	9.34
Bobina 2	12.92	8.09	8.59	6.06	9.19
Bobina 3	12.09	7.84	8.62	7.22	8.94
Bobina 4	12.93	7.33	8.82	8.69	9.44

Fuente: Autores.

En la Tabla 4.10 se muestra los valores de las pruebas obtenidas en la bobina COP a diferentes revoluciones de funcionamiento. Por lo cual se observa su parámetro general en

kilovoltios presentando un funcionamiento interno optimo con respecto a la elevación de voltaje para las bujías de encendido.

Figura 4.18: Diagrama rpm versus kV



Fuente: Autores.

Las pruebas fueron tabuladas con respecto a las revoluciones por minuto versus el voltaje producido en cada bobina COP a diferente revolución, observando en la Figura 4.18.

Las bobinas 3 y 4 muestran los voltajes pico más altos, alrededor de 12-13 kV. Las bobinas 1 y 2 tienen valores ligeramente inferiores, pero aún altos. Se observa una caída significativa en el voltaje pico de todas las bobinas. Este es el punto donde los voltajes alcanzan sus valores más bajos. El voltaje pico de las bobinas se estabiliza o muestra una ligera recuperación, pero no regresa a los valores iniciales. Además, se observa una mayor dispersión entre los voltajes de las diferentes bobinas. La bobina 2 muestra una caída considerable.

4.4 Volkswagen

4.4.1 Comprobación de bobina

La verificación de la bobina independiente en este vehículo presenta un solo valor a diferentes revoluciones puesto que existe un solo actuador para las cuatro bujías, como se muestra en la Figura 4.19.

Figura 4.19: Diagnóstico de Bobina independiente



Fuente: Autores

En la Figura 4.19 se observa en a) 13.34 kV esta imagen muestra un voltaje pico a 1000 rpm. b) 8.82 kV de la bobina 2 a 2000 rpm. c) 8.32 kV que pertenece a la bobina 3 a 3000 rpm. d) 15.21 kV que pertenece a la bobina 4 a 4000 rpm.

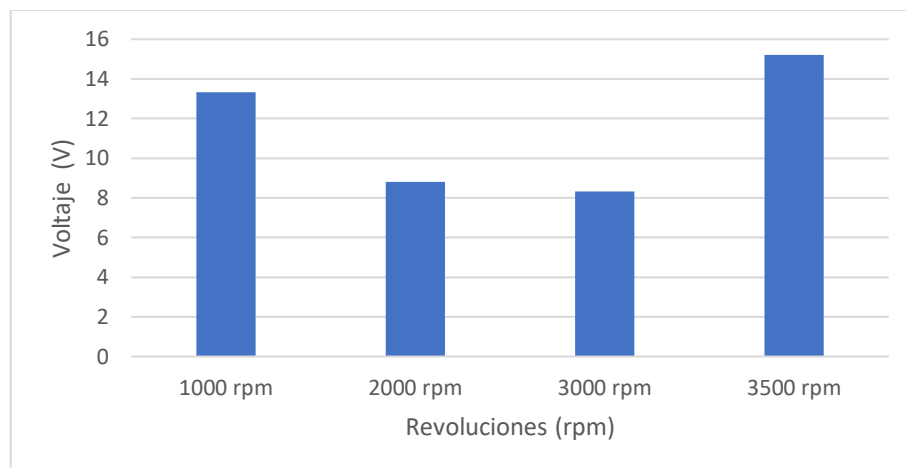
Tabla 4.11: Voltajes generados por bobina independiente

Milisegundos (kV)	
1000 rpm	13.34
2000 rpm	8.82
3000 rpm	8.32
3500 rpm	15.21
Promedio	11.42

Fuente: Autores

En la Tabla 4.11 se muestra la verificación de la bobina independiente en este vehículo presenta un solo valor a diferentes revoluciones puesto que existe un solo actuador para las cuatro bujías, el parámetro promedio.

Figura 4.20: Voltajes generados por bobina independiente



Fuente: Autores

El voltaje disminuye a medida que las RPM aumentan de 1000 a 3000. Esta disminución también es esperada, ya que, al aumentar las RPM, la presión dentro del cilindro se incrementa, facilitando la ignición y requiriendo, por lo tanto, un menor voltaje para generar la chispa como se muestra en la figura 4.20.

CAPÍTULO V

COMPARACIÓN DE PARÁMETROS EN TIEMPO REAL DE ACTUADORES

En el presente capítulo se establece los valores del escáner automotriz en tiempo real donde se debe anteponer una variación progresiva de la aceleración por lo cual se generan parámetros directos con graficas que fluctúan en función del análisis pertinente de los actuadores habilitados en determinado modelo con la marca.

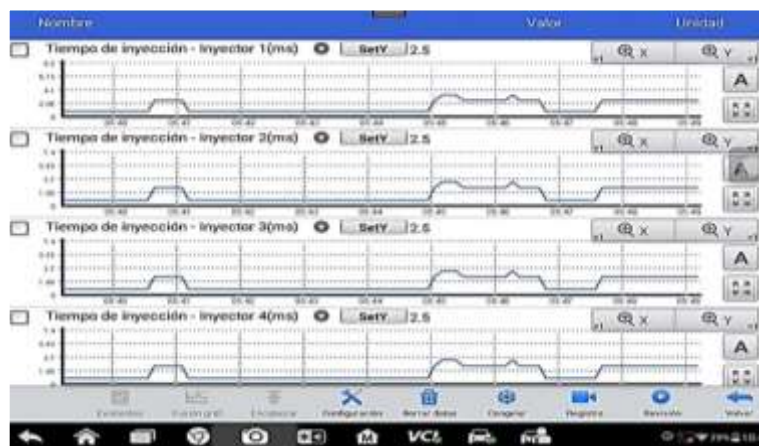
5.1 Tucson IX

5.1.1 Tiempo de los inyectores en milisegundos

En los datos en tiempo real se debe establecer algunos parámetros de ciertos actuadores y en esta ocasión se denota en este tipo de vehículo TUCSON IX donde se visualiza una fluctuación de tiempo de inyección entre 2.3 milisegundos a 0.8 milisegundos tope a diferente revolución.

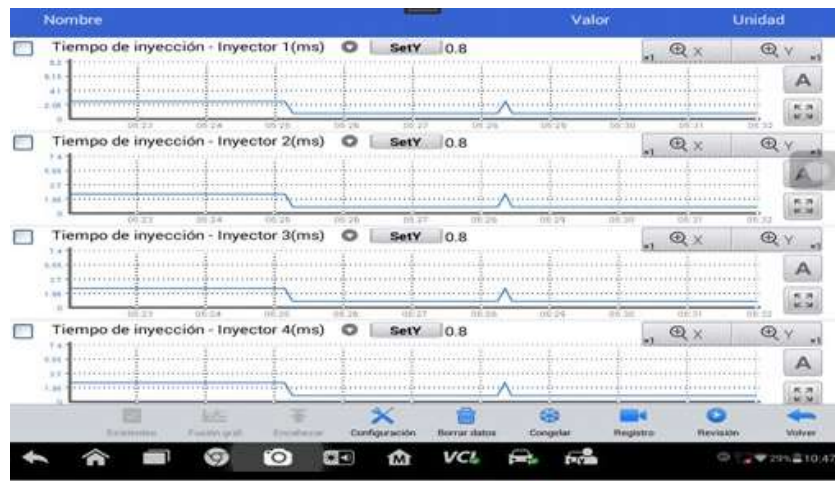
Los datos obtenidos se muestran en la Figura 5.1 y 5.2 estableciendo una variación directa a diferente revolución.

Figura 5.1: Datos tiempo real tiempo de inyección en alta revolución, Tucson IX



Fuente: Autores

Figura 5.2: Datos tiempo real tiempo de inyección en baja revolución, Tucson IX

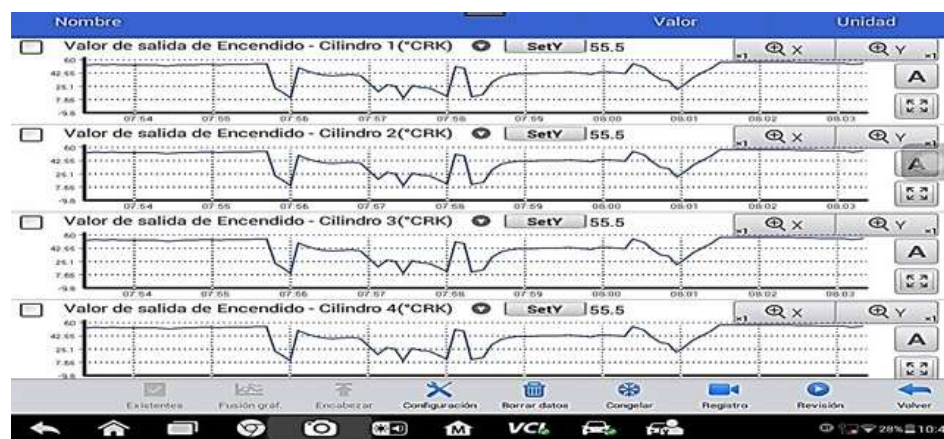


Fuente: Autores

Se observan altas variaciones en las señales brindadas por el escáner dependiendo de las revoluciones a las que se apliquen manteniendo un tiempo constante en los inyectores a altas y bajas revoluciones como se observa en las anteriores figuras.

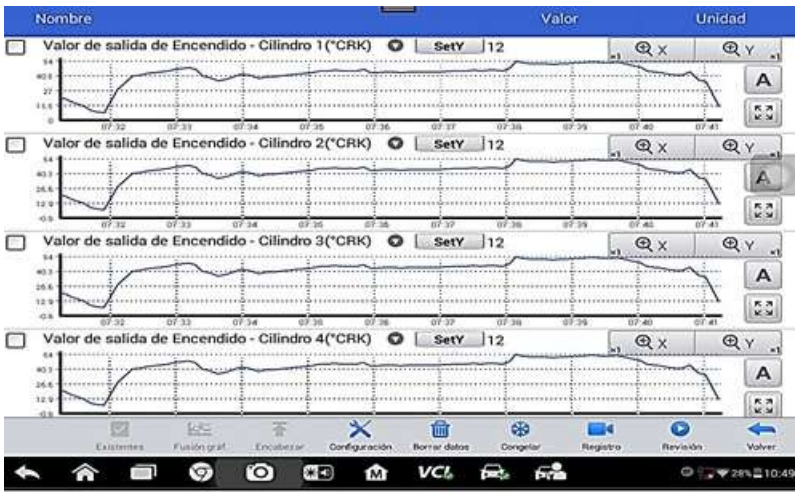
Adicional se puede observar mediante la Figura 5.3 y 5.4 el ángulo de encendido de cada cilindro del vehículo por lo cual se presenta un valor mínimo y máximo tanto en ralentí como en aceleración.

Figura 5.3: Ángulo de encendido en alta revolución, Tucson IX



Fuente: Autores

Figura 5.4: Ángulo de encendido en baja revolución, Tucson IX



Fuente: Autores

En las figuras anteriores se observa cómo se llega a modificar el ángulo de encendido dependiendo las revoluciones a las que el motor se encuentre sometido observado las señales mediante un escáner automotriz el cual permite visualizar el comportamiento por cada cilindro.

Figura 5.5: Verificación de encendido de algunos actuadores, Tucson IX

Nombre	Valor	Unidad
☐ Piloto de fallo (MIL)	APAGADO	
☐ Bomba de combustible ENCENDIDA	EN	
☐ Relé principal ENCENDIDO	EN	
☐ Posición cerrada de acelerador (Ralentí)	EN	
☐ Interruptor de la luz del freno	APAGADO	
☐ Prueba del interruptor de freno	APAGADO	
☐ El Calentamiento del Catalizador está Activo	APAGADO	
☐ Lazo cerrado de Lambda activado	EN	
☐ Solicitud a ECU para AC	APAGADO	

The table lists various engine actuators and their current status. The bottom of the screen features a navigation bar with icons for 'Existencias', 'Fusión gral.', 'Encabezar', 'Configuración', 'Borrar datos', 'Congelar', 'Registro', 'Revisión', and 'Volver'.

Fuente: Autores

Figura 5.6: Verificación de encendido de algunos actuadores, Tucson IX

Nombre	Valor	Unidad
☐ Cantidad total de fallos de encendido del Cilin... 	0	
☐ Voltaje de presión del depósito de combustible... 	5	V
☐ Fuel Tank Level Sensor Voltage 	0	V
☐ Valor del nivel del depósito de combustible filtr... 	49.8	%
☐ Ángulo 1 del sensor de posición del acelerador 	2.1	*TPS
☐ Ángulo 2 del sensor de posición del acelerador 	2.5	*TPS
☐ TPS SP 	2.2	*TPS
☐ Ángulo 1 del sensor de posición del acelerador... 	0.6	V

Fuente: Autores

Mediante la Figura 5.5 y 5.6 se observa los parámetros de activación de algunos actuadores se definen en el escáner automotriz como el encendido y apagado de los mismos. Aunque el uso del escáner automotriz se demostró como una herramienta valiosa para el diagnóstico y monitoreo de los actuadores, no fue posible evaluar el desempeño de todos los componentes debido a diversas limitaciones, como la compatibilidad del sistema o restricciones en la activación de ciertas funciones. A pesar de estas limitaciones, el escáner sigue siendo un recurso clave para identificar y abordar fallas en sistemas vehiculares modernos, destacando la necesidad de combinar tecnologías para obtener diagnósticos más integrales.

CAPÍTULO VI

COMPARACIÓN DE DATOS Y PORCENTAJES DE ERROR

En el presente capítulo se establece la comparación de datos obtenidos mediante los equipos de diagnóstico para verificar los parámetros de medición estableciendo los valores de verificación con respecto al error que poseen al momento de realizar una comprobación en los actuadores del sistema de inyección. Para el cálculo establecido de error en las mediciones se debe establecer la siguiente fórmula para corroborar el valor más cercano a cero y adicionalmente se debe establecer los parámetros positivos que están por encima del valor esperado y los negativos por debajo del valor esperado.

Cálculo del error porcentual absoluto

$$u_{nominal} = \% \frac{|Y_{cal} - Y_{exp}|}{Y_{cal}} * 100 \quad (1)$$

Y_{cal} = Valor calculado (esperado)

Y_{exp} = Medida experimental. (Polo J. & Navarra G., 2008)

6.1 Tiempo de inyección

6.1.1 Tiempo de los inyectores Tucson IX con multímetro y osciloscopio

Los datos obtenidos de forma experimental con los equipos de medición como multímetro y osciloscopio automotriz se genera un promedio entre parámetros de cada inyector en milisegundos para calcular el porcentaje de error donde se debe establecer que las mediciones más cercanas a cero poseen una excelente prestación en medición como se observa en la Tabla 6.1 se puede observar los diferentes porcentajes de error utilizando la diferencia entre el valor calculado y el valor experimental en relación con el valor calculado, un pequeño valor indica una buena concordancia entre el cálculo y la experimentación,

mientras que un valor grande indica una discrepancia significativa. Teniendo en cuenta que el valor esperado es 2 ms.

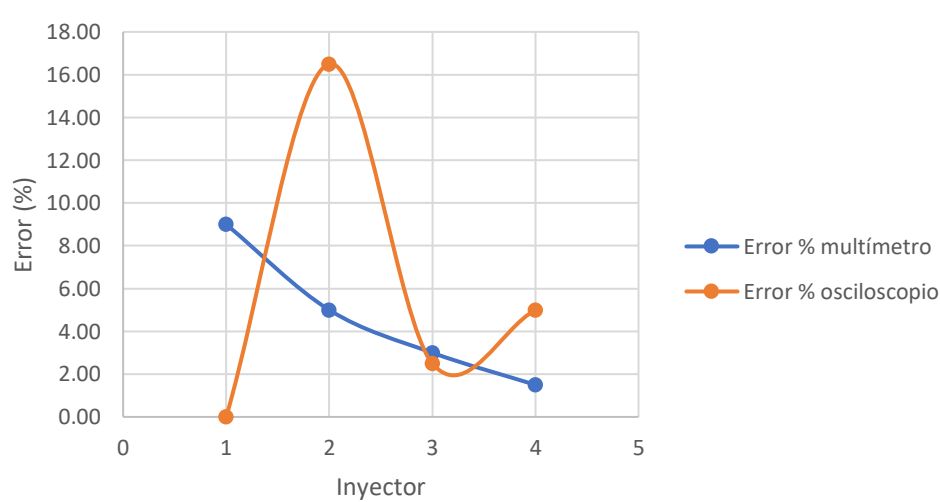
Tabla 6.1: Cálculo de error del tiempo de inyección

	Multímetro (ms)	Error multímetro	Osciloscopio (ms)	Error osciloscopio (%)
INYECTOR 1	2.18	9.00	2.00	0.00
INYECTOR 2	2.10	5.00	2.33	16.50
INYECTOR 3	2.06	3.00	2.05	2.50
INYECTOR 4	2.03	1.50	1.90	5.00

Fuente: Autores

La verificación de los datos con respecto al cálculo de error en las diferentes mediciones del tiempo de inyección en el vehículo Tucson IX presenta mediciones con multímetro y osciloscopio donde en la Figura 6.1 se puede observar que la línea azul es la que más se aproxima en consecuencia el multímetro posee los valores más exactos con respecto al tiempo de inyección teórico procedente de un manual técnico (V. Blasco, 2018).

Figura 6.1: Verificación de error %, Tucson IX



Fuente: Autores

6.1.2 Tiempo de los inyectores Volkswagen con multímetro y osciloscopio

Los datos obtenidos en la fase de pruebas son promediados en función de los rpm producidos en cada uno de los valores finales, a continuación, se ilustra una Tabla 6.2 con los datos generados para obtener el valor de error con respecto a los ensayos producidos verificando finalmente el gráfico que se aproxime a cero determinando la medición efectiva en las pruebas. Teniendo en cuenta que el valor esperado es 2 ms.

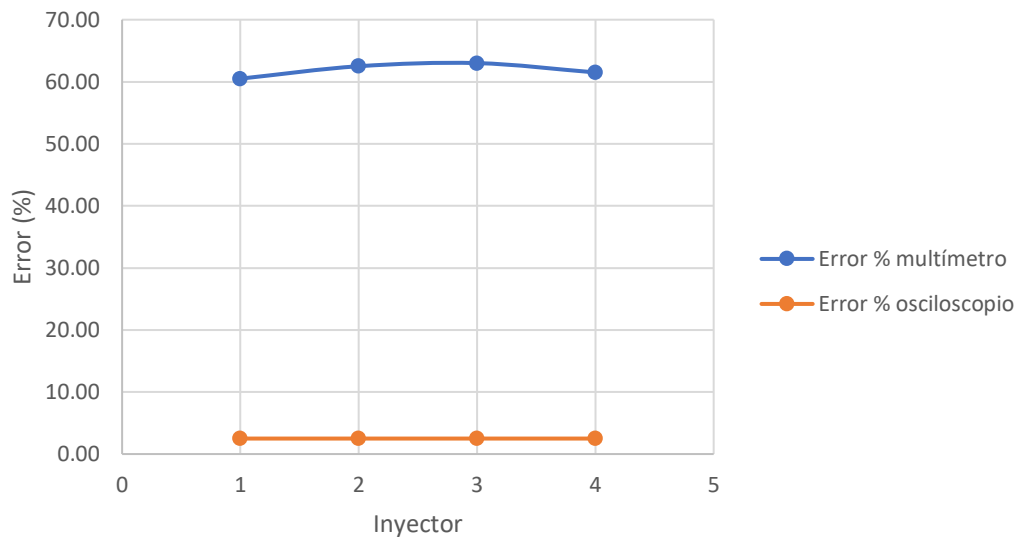
Tabla 6.2: Cálculo de error del tiempo de inyección

	Multímetro	Error multímetro	Osciloscopio	Error osciloscopio
	(ms)	(%)	(ms)	(%)
INYECTOR 1	3.21	60.50	2.05	2.50
INYECTOR 2	3.25	62.50	2.05	2.50
INYECTOR 3	3.26	63.00	2.05	2.50
INYECTOR 4	3.23	61.50	2.05	2.50

Fuente: Autores

Los datos obtenidos con respecto al error del tiempo de inyección se genera los valores más aproximados a cero por lo cual se observa la línea de color naranja que posee un porcentaje de error aceptable cercano a la línea permisible cero en la Figura 6.2 por ende a diferencias del multímetro el osciloscopio presenta parámetros exactos al valor inicial.

Figura 6.2: Verificación de error %, Volkswagen



Fuente: Autores

6.2 Voltaje Pico de bobinas de encendido

6.2.1 Voltaje pico Tucson IX con osciloscopio y comprobador de bobinas

Los parámetros obtenidos en las mediciones fueron promediados para obtener el valor de error con respecto a un porcentaje cercano al cero que representa a un análisis ideal con el valor inicial esperado por lo cual se establecerá un cálculo entre los valores del multímetro a diferencias del comprobador de bobinas, en la Tabla 6.3 se observan los datos calculados en referencia al error de las mediciones. Teniendo en cuenta que el valor esperado es 10 kV.

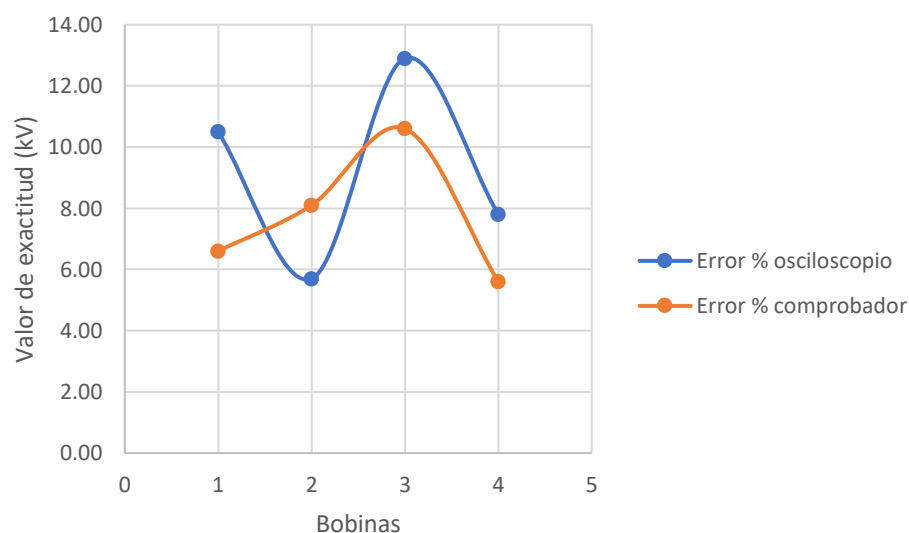
Tabla 6.3: Cálculo de error del voltaje pico

	Osciloscopio (kV)	Error osciloscopio (%)	Comprobador (kV)	Error comprobador (%)
BOBINA 1	8.95	10.50	9.34	6.60
BOBINA 2	9.43	5.70	9.19	8.10
BOBINA 3	8.71	12.90	8.94	10.60
BOBINA 4	9.22	7.80	9.44	5.60

Fuente: Autores

Si se observa la gráfica los valores pico fueron necesarios para obtener el porcentaje de error con la finalidad de acercarse lo más próximo a cero por lo cual en la Figura 6.3 se muestra la línea naranja más cercano al valor cero por ende en esta ocasión el comprobador posee un error favorable con respecto al osciloscopio el valor teórico de una bobina COP se encuentra en el manual (F. Augeri, 2012)

Figura 6.3: Verificación de error %, Volkswagen



Fuente: Autores

6.3 Tiempo de inyección

6.3.1 Tiempo de inyección Tucson IX con multímetro y escáner

Los parámetros del tiempo de inyección se analizan mediante un valor de error obtenidos por el promedio, pero en esta ocasión se verifica dos herramientas como el multímetro y el escáner automotriz mostrando un grado de error diferenciado puesto que en el escáner mantiene un valor constante a diferencias del multímetro automotriz que si presenta una variación considerable en la Tabla 6.4 se realiza los cálculos correspondientes. Teniendo en cuenta que el valor esperado es 2 ms.

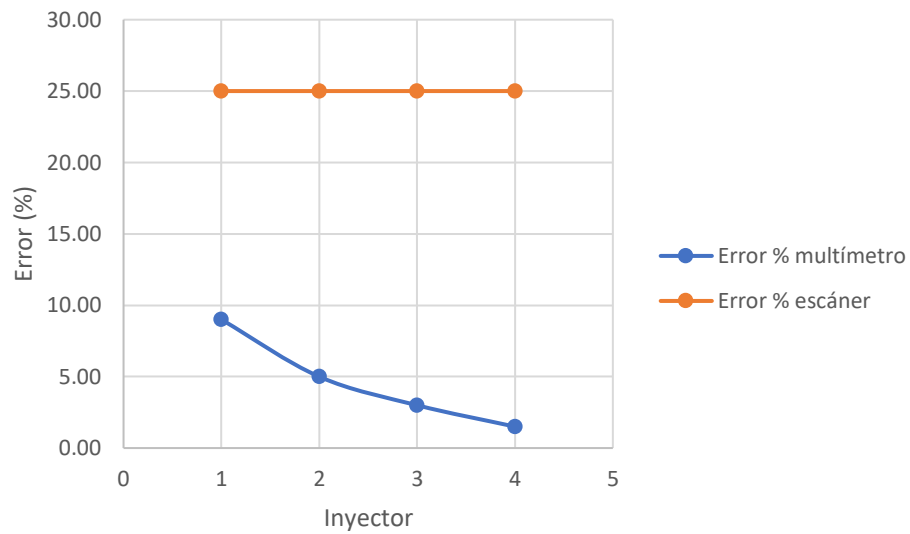
Tabla 6.4: Cálculo de error del tiempo de inyección

	Multímetro	Error multímetro	Escáner	Error escáner
	(ms)	(%)	(ms)	(%)
INYECTOR 1	2.18	9.00	2.50	25.00
INYECTOR 2	2.10	5.00	2.50	25.00
INYECTOR 3	2.06	3.00	2.50	25.00
INYECTOR 4	2.03	1.50	2.50	25.00

Fuente: Autores

En la gráfica se presenta el valor de error con respecto al multímetro automotriz y escáner automotriz donde se muestra en la Figura 6.4 error específica en la línea azul es producida mediante el acercamiento al valor cero que denota una verificación viable con respecto al multímetro que presenta mejores prestaciones en este tipo de diagnóstico como lo que es el tiempo de inyección.

Figura 6.4: Verificación del error %, Tucson Ix



Fuente: Autores

6.4 Accionamiento del módulo del acelerador

6.4.1 Módulo del acelerador Tucson IX con comprobador y escáner

Las mediciones del comprobador de actuadores muestran valores de voltaje de referencia con respecto a la apertura de la aleta de aceleración con parámetros diferenciados con respecto al escáner automotriz que genera valores de voltaje en vivo con el acelerador estos son los valores mostrados de la Tabla 6.5 son comparados mediante el porcentaje de error. Teniendo en cuenta que el valor esperado es 5 v.

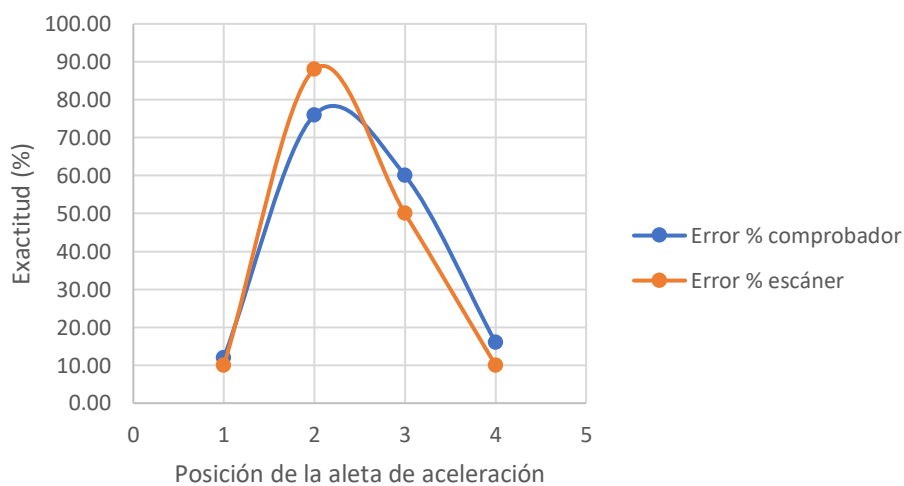
Tabla 6.5: Cálculo de error del voltaje de apertura de la aleta de aceleración

	Comprobador (V)	Error compr. (%)	Escáner (%)	Error escáner (%)
Aleta cerrada	4.40	12.00	4.50	10.00
Aleta abierta	1.20	76.00	0.60	88.00
Aleta abierta	2.00	60.00	2.50	50.00
Aleta cerrada	4.20	16.00	4.50	10.00

Fuente: Autores

Para verificar el error indicado en esta comprobación se observa la gráfica generada en la Figura 6.5 estableciendo la línea azul como la ideal con respecto al comprobador de actuadores en referencia al voltaje de apertura de la aleta de aceleración dando una mejor prestación con lo que respecta en medición de parámetros de este componente.

Figura 6.5: Verificación de error %, Módulo del acelerador



Fuente: Autores

6.5 Voltaje Pico de bobinas de encendido con comprobador de actuadores y comprobador de bobinas.

No fue posible realizar esta comparación porque el comprobador de actuadores Expert-X8 no dispone de la función para evaluar bobinas de encendido. Este equipo está diseñado para pruebas específicas en actuadores como la válvula IAC, el cuerpo de aceleración electrónico, los inyectores y el pedal de aceleración electrónico.

Dada esta limitación, se empleó una herramienta especializada (el comprobador de bobinas GT505). Este dispositivo está específicamente diseñado para verificar el funcionamiento de las bobinas de encendido.

Las bobinas de encendido son un tipo particular de actuador que genera la alta tensión necesaria para producir la chispa en las bujías. Su correcto funcionamiento es fundamental para garantizar la eficiencia del sistema de encendido en los motores.

En la Tabla 6.6 se procede a dividir los equipos utilizados especificando su uso y precio dentro del mercado de tal manera que se pueda tener una mejor idea sobre qué equipo será el correcto de adquirir según el capital con el que se cuente y la necesidad que se tenga, ya que cada uno tiene distintas prestaciones basándose en el precio.

Tabla 6.6: Facilidad de uso y precio

Equipo	Uso	Precio
Multímetro TRISCO DA830	Instrumento portátil diseñado para medir diferentes magnitudes eléctricas, como voltaje, corriente y resistencia.	\$380
Osciloscopio Automotriz Micsig	Utilizado para visualizar señales eléctricas permitiendo ver en todo momento las distintas variaciones de las magnitudes.	\$ 1.290.00
Scanner Automotriz MS906BT	Permite leer e interpretar las posibles fallas electrónicas en un vehículo facilitando la recolección de datos en vivo.	\$989
Comprobador de bobinas GT505	Herramienta que permite verificar si una bobina está brindando la tención correcta ya sea mediante visualización digital o análoga.	\$269.99
Probador de actuadores Expert – X8	Permite accionar distintos actuadores automotrices para verificar su funcionamiento.	\$450

Fuente: Autores

Según los valores obtenidos por el análisis de error y el estudio de uso y precio el instrumento más preciso en la obtención de datos es el osciloscopio mostrando una desventaja en su conto de adquisición, mientras que por precio el más beneficiado en el banco de actuadores presentando un amplio uso en vehículos de versiones antiguas brindando una interfaz de uso fácil para el usuario.

CONCLUSIONES

- Al verificar el análisis comparativo del comprobador de actuadores en referencia del multímetro automotriz y osciloscopio en la investigación se muestra una eficiencia de calibración efectiva en la válvula IAC y el módulo del acelerador, puesto que con métodos convencionales no llega a ser efectivo por las señales de pulso que posee el comprobador para generar una adecuada apertura de la aleta de aceleración.
- El comprobador de actuadores posee una limitante con respecto a modificación de anchos de pulso o activación mediante parámetros de un actuador, por ello es factible diagnosticar inyectores por métodos convencionales como los oscilogramas para observar el tiempo y voltaje pico, y para bobinas COP el tiempo de saturación y DWELL.
- El escáner automotriz produce datos en tiempo real para verificar actuadores con respecto a parámetros de activación, es un método más directo para observar las variaciones con respecto al encendido e inyección, pero no posee datos concretos de diagnóstico efectivo y es por ello que los métodos convencionales como osciloscopio y multímetro automotriz son más eficientes para verificar el estado concreto del actuador.
- Los comprobadores poseen cierta fiabilidad solo en accionamiento y calibración válvula IAC y cuerpo de aceleración para que no quede acelerado el vehículo, los métodos convencionales como osciloscopio y multímetro aprovechan los datos en tiempo real para evaluar el actuador de una forma más eficiente en el diagnóstico.
- La precisión de los voltajes de referencia a determinado tiempo se establece mediante el conocimiento técnico sobre ondas características, que al no generar un ancho de pulso adecuado o generación de onda de pico se puede establecer un mal funcionamiento de actuadores como inyectores y bobinas COP de 2 cables.

RECOMENDACIONES

- La fiabilidad de un comprobador de actuadores solo es indispensable en la calibración del cuerpo de aceleración puesto que se envía un ancho de pulso manual que sirve para que tanto la IAC como el módulo del acelerador den la apertura adecuada del paso de aire y no quede con altas revoluciones en ralentí, en la investigación los métodos convencionales de diagnóstico son más efectivos por generación de parámetros.
- Es fundamental establecer un conocimiento inicial adecuado sobre los oscilogramas para generar una interpretación de diagnóstico más efectivo puesto que los profesionales automotrices deben siempre estar en una mejora continua constante con lo que respecta a verificación de sensores y actuadores de un sistema de inyección electrónica.
- La sugerencia del uso de osciloscopio y multímetro automotriz es primordial para verificar voltajes de referencia, voltajes pico y tiempos de activación por lo cual se debe utilizar adecuadamente con el vehículo encendido procurando evitar un corto circuito por manipulación incorrecta de escalas y calibración del equipo.
- El escáner automotriz posee un diagnóstico de tiempo real por lo cual no permite observar detalladamente algunos parámetros de variación como lo es con el osciloscopio y el multímetro posee cierta limitante en ese aspecto por lo cual es considerable aun utilizar métodos convencionales de diagnóstico en un sistema de inyección electrónica.

BIBLIOGRAFIA

- Amaya, S. M. (2022). *Elaboración de flujogramas de diagnóstico donde se identifiquen los códigos de averías y procedimientos para solucionar averías en un sistema de inyección electrónica con riel común mediante la utilización de equipos de diagnóstico automotriz*. [Tesis de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c7f00f52-0a74-4249-be7e-d1fed32e6ec8/content>
- Arévalo, J. N., Arpí, M. N., Cárdenas, E. X., & Ortega, Á. A. (2022). *Diagnóstico del sistema de alimentación de combustible de un vehículo de inyección a gasolina*. Recuperado el 25 de noviembre del 2024. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18659/1/Rev_Juv_Cie_Sol_0401.pdf
- Barreto, C. X., Gordillo, D. A., León, P. A., Morocho, J. F., & Tapia, E. R. (2018). *Adquisición y análisis de señales del “banco de diagnóstico de sensores automotrices.”* Recuperado el 17 de noviembre del 2024. https://www.academia.edu/30927179/ADQUISICION_Y_ANALISIS_DE_SEÑALES_DEL_BANCO_DE_DIAGNOSTICO_DE_SENORES_AUTOMOTRICES
- Beltrán, J. (2019). *Analysis of the use of different types of gasoline and additives in the useful life of some elements of an internal combustion engine*. Recuperado el 25 de diciembre del 2024. <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/gasoline-additive>
- Burgos, N. L., & Pacheco, C. A. (2018). *Diseño y desarrollo de un banco de pruebas para diagnóstico automotriz* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Guayaquil]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16521>
- Cepeda, C., & Rivera, J. (2017). *Diagnóstico de fallas de un motor de encendido provocado corsa evolution 1.4l mediante el análisis de las señales de los sensores map, tps, vss, utilizando herramientas de aprendizaje y clasificación* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14735/1/UPS-CT007238.pdf>
- Contreras, W., Arichávala, M., & Jérez, C. (2018). *Determinación de la presión máxima de compresión de un MEP basado en una RNAR*. Recuperado el 17 de noviembre del 2024. <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.01>
- Corbett, J. (2017). *Application of an Engine Management System to a Stationary Spark Ignition Engine* [Tesis de grado, Stellenbosch University]. <https://scholar.sun.ac.za>

- Coyago, J., Coyago, J., Carrión, P., & Cuenca, L. (2021). *Implementación de un Sistema Prototipo de Luces Frontales con Segmentación para Automotores Empleando Técnicas de Visión Artificial Difusas*. Recuperado el 25 de diciembre del 2024. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3286>
- Guamán, X., & Sigüenza, O. (2017). *Estudio de los efectos en las emisiones de óxidos nitrosos, de un motor crdi hyundai santa fe 2.0, mediante el control difuso de la válvula egr* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/13483>
- Guilca, M., Suntaxi, V., Lema, E., & Maldonado, F. (2023). *Actualidad de la unidad de control del motor. avances y funcionalidad*. Recuperado el 10 de noviembre del 2024. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0113>
- Jaramillo, C. (2009). *Construcción de un tester para la comprobación y simulación de los sensores del sistema de inyección* [Tesis de grado, Universidad de Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6835/1/07254.pdf>
- López, M., Zea, J., & Torres, G. (2021). *Funcionamiento y avances tecnologicos de los sensores en el tren motriz de la marca ford en pro del medio ambiente*. Recuperado el 29 de noviembre del 2024. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/1974/Informe%20de%20seminario.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mena, L., & Mena, S. (2021). *Análisis de desgaste de las toberas de los inyectores en sistemas CRDI, a través del rugosímetro*. Recuperado el 12 de diciembre del 2024. <https://repositoriobe.espe.edu.ec/server/api/core/bitstreams/87bff9c1-9aff-4102-bacf-297035407181/content>
- Motesdeoca, G. (2021). *Implementación de un prototipo electrónico para registros telemáticos y detección de fallos en motores de automóviles mediante sistema OBD II*. Recuperado el 10 de noviembre del 2024. <https://doi.org/10.55204/trc.v1i1.6>
- Noroña, M., & Gómez, M. (2019). *Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: una revisión*. Recuperado el 17 de diciembre del 2024. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>
- Palena, M. (2015). *Unidad de control electrónico para motores de baja cilindrada* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Mar del Plata]. <https://rinfi.fi.mdp.edu.ar/bitstream/handle/123456789/341/MCPalena-TFG-IEe-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quispe, P. C. (2018). *Sistema de encendido DIS (sin distribuidor), con bobina compacta e individual* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Educación]. <https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/289a47c7-8864-4915-bcc6-de5793133b24>
- Rodríguez, D., & Castellanos, U. (2019). *Sensor maf en vehiculos utilitarios - posibles fallas un estado del arte*. Recuperado el 16 de diciembre del 2024. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6a31c236-aec4-410d-8026-801aae91049f/content>
- Sánchez, S. S. (2013). *Análisis de Factibilidad Técnica y Económica para la Implementación de un Centro de Reparación de Computadoras Automotrices en Tampico, en el año 2013* [Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero]. <http://51.143.95.221/handle/TecNM/3606>
- Sandovalin, J., Correa, E., Guasumba, J., & Calero, D. (2022). *Los sistemas de Inyección Electrónicos y el Control de Gases*. Recuperado el 17 de noviembre del 2024. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3828>
- Sarmiento, J., & Avila, F. (2021). *Análisis de oscilogramas de los sensores y actuadores del sistema de inyección de un motor N04C*. Recuperado el 30 de noviembre del 2024. <https://publicaciones.insteclrg.edu.ec/index.php/INCITEC/article/view/102/16>
- Tulcanaz, K., Rodríguez, J., & Álvarez, R. (2022). *Análisis de los sistemas modernos de inyección a gasolina*. Recuperado el 17 de noviembre del 2024. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>

ANEXOS.

Anexo A: Utilización de herramientas de diagnóstico.

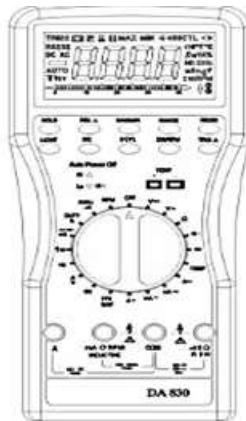


Anexo B: Manual de Osciloscopio Automotriz MICSIG



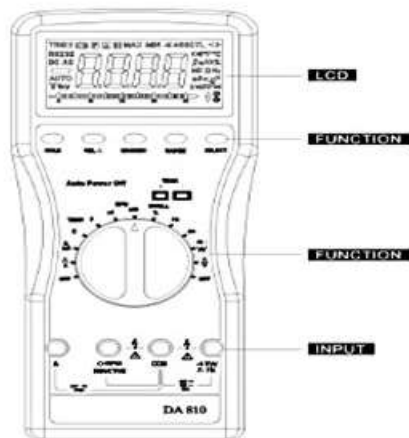
Modelo	SATO1004
Canales Analógicos	4
Ancho de banda	100MHz
SampTasa de crecimiento (máx.)	1GSa/S (canal único)
Profundidad de memoria	70 Mpts (un solo canal)
Tasa de captura de forma de onda (máx.)	130,000 ppm/s
Pruebas de soporte	Circuitos de carga, circuitos de arranque, sensores, actuadores, encendido, redes (incluidos CAN, LIN, Flexray, Kline, etc.), pruebas combinadas
Filtro de ancho de banda	Ancho de banda completo, paso bajo
Interfaces	Wi-Fi, host USB 3.0/2.0, USB tipo C, conexión a tierra, HDMI, activación
Pantalla	Industrial 8" TFT-LCD (800*600), 14*10 rejillas

Anexo C: Manual de Multímetro Automotriz TRISCO DA830



Feature

- Handheld type, compact size
- Affordable price for every user
- 3 3/4 digits and 42 segment bar graph LCD
- Big and hi-visibility LCD to show test data and for an easy read
- The back Light display is used in low light conditions.
- full Automatic measurement
- Auto-power-off function
- Overload protection on all functions and ranges
- Power Battery: 3V (two 1.5V batteries), R6 size



Safety precautions:

To use this meter safely, it is essential that operating and servicing personnel following both generally accepted safety procedures and safety precautions.

1. Always make certain the transmission is in Park, wheels are blocked, and the parking brake is ON.
2. Always wear eye protection.
3. Always keep a dry chemical (Class B) fire extinguisher handy.
4. Take care of HOT or MOVING components.
5. Never smoke around fuel components or battery.
6. Always operate the vehicle in a well-ventilated area. Exhaust gases are poisonous.
7. Never disconnect any electrical connection with the ignition switch ON unless instructed to do so.
8. Avoid touching electrical connector pins.

Anexo D: Manual comprobador Expert – X8

Manual Do Usuário



Expert-X8/G2 e G2X

PLANATC

Teste de Corpo de Borboleta – Expert-X8

O Expert-X8 é um equipamento com diversas funções, ele tem a capacidade de testar bico injetores, motores de passo (Delphi, Magnetti Marelli, Bosch), AML 2F/3F/4F, Acelerador Eletrônico Resistivo, TPS- resistivo, Corpo de borboleta semi-eletrônico e eletrônico e acionamento Motor ABS, num só equipamento.

a) Conteúdo.

- Equipamento Expert-X8
- Manual do usuário.
- Cabos Expert-X8/G2 (Corpo Borboleta: CBO-002, CBO-003, CBO-004, CBO-005, CBO-008, Adapt-4/1, Adapt-5/6, Adapt-3/7 e Adapt-5/8, Cabos AE: Fiat e VW, Cabos TPS: GM e VW, Cabo AML 2F e 4F, Cabo MP (Delphi, Magnetti Marelli, Bosch) e Cabo Bico Injetores Monoponto e Multiponto).
- Cabos Expert-x8/G2X (Cabo BI Multi e Mono, Cabo Universal, Cabo extensor e Cabo extensor Y)
- 1 - Cabo DC – Alimentação.
- Estojo.

b) Descrição.

