



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología
Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Trabajo de Titulación:
Diagnóstico y Mantenimiento del Circuito Eléctrico del Motor G6

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz

Autores:
Juan Pablo Molina Amaya
Paúl Esteban Ruiz Marín

Director:
Mgst. Diego Francisco Torres Moscoso

Cuenca – Ecuador

2025

1. Dedicatoria

Dedico este trabajo a quienes han sido parte fundamental en mi formación profesional.

A mis padres (Juan y Martha), a mis hermanos (Pablo, Juan Carlos, Andrea y Oscar) y a mis cuñadas (Rosa, Ana) y sobrinos (Pablo, Juan David y Carlos) por su constante apoyo moral y material, que ha sido indispensable para alcanzar este objetivo académico.

A mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos técnicos y orientarme con rigor y compromiso a lo largo del desarrollo de este proyecto.

A mis compañeros de estudio, por las valiosas colaboraciones e intercambios de ideas que enriquecieron el trabajo realizado.

A todos ustedes, mi agradecimiento por contribuir al logro de este avance académico y técnico.

- Paúl Esteban Ruiz Marín -

Quiero dedicar este proyecto de titulación a mi amada esposa Adriana, quien ha sido mi pilar en todo momento, brindándome su amor, paciencia y un apoyo incondicional.

A mis hijas Luisana y Eva, que llenan mi vida de alegría y me dan la fuerza para seguir adelante.

A mis padres Leonardo y Lucila, quienes me han enseñado el verdadero significado del esfuerzo y la dedicación. Les doy las gracias por estar siempre a mi lado.

A mis hermanos Paulina y Pedro, por su compañía constante, por sus palabras de aliento y por estar presentes con su apoyo.

A mis profesores y amigos, por compartir no solo sus conocimientos, sino también valiosas lecciones de vida.

Este logro es también de ustedes. Los llevo siempre en mi corazón.

- Juan Pablo Molina Amaya -

2. Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Ingeniero Diego Francisco Torres Moscoso, tutor de esta tesis, por su valiosa orientación, experiencia técnica y dedicación durante el desarrollo de este proyecto.

También queremos agradecer al Tecnólogo Luis Tapia por todos sus consejos y apoyo brindado a lo largo de este proyecto de titulación.

El compromiso, la paciencia y la capacidad que han tenido para guiarnos en el análisis y resolución de problemas técnicos fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados. Gracias a sus aportes, logramos fortalecer nuestras competencias profesionales y cumplir con los estándares requeridos para este trabajo.

Les extendemos nuestro más sincero reconocimiento por compartir generosamente sus conocimientos y por haber sido un pilar esencial en la culminación exitosa de esta investigación.

- Paúl Esteban Ruiz Marín -

- Juan Pablo Molina Amaya -

3. Resumen:

El presente trabajo constituye un informe técnico sobre el diagnóstico y mantenimiento del sistema eléctrico del motor G6, con el fin de optimizar su rendimiento. Se analizaron los sistemas de encendido e inyección de combustible, revisando componentes como la bobina de encendido, bujías, distribuidor, motor de arranque, alternador y sensores. Además, se reestructuró el tablero de comprobación de sensores y actuadores del sistema de inyección. Se utilizaron herramientas especializadas como osciloscopios, multímetros y escáneres automotrices para identificar y corregir fallos eléctricos. Como resultado, se mejoró el rendimiento del motor G6, permitiendo su uso en prácticas académicas y en estudios de electrónica automotriz. Este trabajo no solo ofrece un modelo funcional para el aprendizaje, sino que también contribuye al desarrollo de conocimientos técnicos en el diagnóstico y mantenimiento de motores modernos.

Palabras clave: Diagnóstico, mantenimiento, sistema eléctrico, motor G6, encendido, inyección, herramientas especializadas.

4. Abstract:

This work constitutes a technical report on the diagnosis and maintenance of the electrical system of the G6 engine, with the aim of optimizing its performance. The ignition and fuel injection systems were analyzed, reviewing components such as the ignition coil, spark plugs, distributor, starter motor, alternator, and sensors. Additionally, the sensor and actuator testing panel of the injection system was restructured. Specialized tools such as oscilloscopes, multimeters, and automotive scanners were used to identify and correct electrical faults. As a result, the performance of the G6 engine was improved, allowing its use in academic practices and in the study of automotive electronics. This work not only provides a functional model for learning but also contributes to the development of technical knowledge in the diagnosis and maintenance of modern engines.

Keywords: Diagnosis, Maintenance, Electrical system, G6 engine, Ignition, Injection, Specialized tools.

5. Índice de contenidos:

1.	Dedicatoria	i
2.	Agradecimientos.....	ii
3.	Resumen:	iii
4.	Abstract:	iii
5.	Índice de contenidos:.....	iv
6.	Índice de tablas:.....	vi
7.	Índice de figuras:.....	ix
8.	Introducción	1
9.	Objetivos	2
9.1.	Objetivo general	2
9.2.	Objetivos específicos.....	2
10.	Procedimiento.....	2
11.	Sistema de ignición	2
11.1.	Pruebas del motor de arranque	2
11.2.	Pruebas en el Alternador	5
11.3.	Pruebas en el Distribuidor	7
11.4.	Pruebas en el Bobinado	8
11.5.	Pruebas en la Bomba de Combustible.....	9
11.6.	Caja de fusibles	13
12.	Sistema de inyección.....	17
12.1.	Sensor IAC.....	17
12.2.	Sensor MAF	18
12.3.	Sensor TPS.....	19
12.4.	Sensor ECT.....	20
12.5.	Sensor IAT.....	20

12.6. Sensor CMP	21
12.7. Inyectores	22
13. Resultados	26
14. Conclusiones	29
15. Lista de referencias:	32

6. Índice de tablas:

Tabla 1.....	2
Prueba del solenoide y campo electromagnético del motor de arranque.	2
Tabla 2.....	3
Prueba del inducido con el bobinado.	3
Tabla 3.....	4
Prueba del funcionamiento del pistón del solenoide y el bendix.	4
Tabla 4.....	4
Prueba de resistencia del solenoide.	4
Tabla 5.....	5
Prueba de la imantación en el conector F.....	5
Tabla 6.....	6
Prueba de carga.	6
Tabla 7.....	7
Prueba de resistencia del cableado de las bujías.	7
Tabla 8.....	7
Prueba de chispa.....	7
Tabla 9.....	8
Prueba de resistencia del bobinado de encendido.	8
Tabla 10.....	8
Verificación de las bujías.	8
Tabla 11.....	9
Prueba de funcionamiento.....	9
Tabla 12.....	10
Obtención de la presión barométrica de la bomba de combustible.....	10
Tabla 13.....	11

Prueba comprobar continuidad entre terminales según la posición.	11
Tabla 14.....	11
Prueba de voltaje.	11
Tabla 15.....	12
Verificación del relé de la bomba.	12
Tabla 16.....	12
Verificación del relé ODV, detección de sobre voltaje.....	12
Tabla 17.....	13
Prueba de continuidad.	13
Tabla 18.....	13
Estado del cableado y conectores del sistema de ignición.	13
Tabla 19.....	15
Identificación del conector de la Ecu con respecto a los sensores que posee.	15
Tabla 20.....	17
Sensor IAC. Presión de aire en admisión.	17
Tabla 21.....	17
Verificación de señales antes y después del mantenimiento.....	17
Tabla 22.....	18
Sensor MAF Presión de flujo de masa de aire.	18
Tabla 23.....	18
Verificación de señales antes y después del mantenimiento.....	18
Tabla 24.....	19
Sensor TPS. La mariposa de aceleración.	19
Tabla 25.....	19
Verificación de señales antes y después del mantenimiento.....	19
Tabla 26.....	20

Sensor ECT. Temperatura del refrigerante.	20
Tabla 27.....	20
Sensor IAT.	20
Tabla 28.....	21
Verificación de señales antes y después del mantenimiento.....	21
Tabla 29.....	21
Sensor CMP. Posición de árbol de levas.....	21
Tabla 30.....	22
Verificación de señales antes y después del mantenimiento.....	22
Tabla 31.....	22
Resistencia obtenida de los inyectores.	22
Tabla 32.....	24
Códigos de falla detectados.....	24
Tabla 33.....	26
Registró de datos de compresión y fugas del motor Mazda.....	26
Tabla 34.....	26
Lecturas del osciloscopio al integrar nuevos lectores de señal para los sensores en el tablero.....	26

7. Índice de figuras:

Figura 1. Comprobación ejecutada en el motor de arranque.....	3
Figura 2. Comprobación del bobinado del motor de arranque.....	3
Figura 3. Comprobación correcto funcionamiento del bendix.....	4
Figura 4. Comprobación de la resistencia de solenoide.....	5
Figura 5. Prueba de imantación del alternador.....	6
Figura 6. Prueba de carga del alternador.....	6
Figura 7. Comprobación del salto de chispa.....	8
Figura 8. Proceso de calibración de las bujías con la galga de medición. 1mm.....	9
Figura 9. Verificación de la resistencia de la bobina principal de encendido.....	9
Figura 10. Verificación del voltaje de la bomba.....	10
Figura 11. Obtención de la presión barométrica con el barómetro.....	10
Figura 12. Verificación de que el switch recibe corriente con la lámpara de comprobación.....	12
Figura 13. Ubicación de la caja de fusibles.....	13
Figura 14. Proceso de recableado desde el conector de la Ecu hacia el tablero.....	14
Figura 15. Verificación de continuidad de los conectores de la masa y de alimentación de la Ecu.....	15
Figura 16. Resistencia de los inyectores.....	23
Figura 17. Señal del pulso de inyección obtenida con el osciloscopio.....	23
Figura 18. Proceso de limpieza de los inyectores.....	24
Figura 19. Cambio de los retenes de los inyectores.....	24
Figura 20. Uso del escáner para identificar fallos en el sistema.....	25
Figura 21. Verificación de compresión 125 PSI en cada cilindro.....	25
Figura 22. Verificación de fugas en el cilindro número cuatro cada cilindro.....	26
Figura 23. Incorporación de nuevos conectores para las lecturas de señal del tablero y caja de protección de la ECU del motor.....	29

8. Introducción

El correcto funcionamiento del sistema eléctrico de un motor es fundamental para garantizar su desempeño óptimo. En este proyecto, se realizará el mantenimiento y diagnóstico del sistema de encendido e inyección del motor G6 en el taller de la Universidad del Azuay, con el objetivo de optimizar su rendimiento y asegurar un correcto funcionamiento.

Este trabajo surge de la necesidad de contar con motores en óptimas condiciones para el aprendizaje y la práctica en el ámbito de la electrónica automotriz. Muchas veces, los motores que se utilizan para pruebas presentan fallos eléctricos o mecánicos que impiden su correcto análisis, lo que dificulta la formación de futuros técnicos. Por ello, este estudio busca proporcionar un modelo funcional y eficiente para el estudio de los sistemas eléctricos del motor.

El sistema de encendido es el encargado de generar la chispa necesaria para la combustión del combustible en los cilindros. Funciona mediante componentes como la bobina de encendido, las bujías y el distribuidor, que trabajan juntos para garantizar que la chispa se genere en el momento adecuado.

Por otro lado, el sistema de inyección de combustible es el responsable de administrar la cantidad precisa de combustible para su mezcla con el aire, garantizando así una combustión eficiente. Este sistema ha reemplazado a los carburadores en los vehículos modernos debido a su mayor precisión en la dosificación del combustible, lo que contribuye a mejorar el rendimiento del motor y reducir las emisiones contaminantes.

Para lograr estos objetivos, se llevará a cabo un análisis detallado de los componentes eléctricos clave, como el motor de arranque, alternador, bobina, bujías y sensores, utilizando herramientas especializadas como osciloscopios, multímetros y escáneres automotrices. A través de este estudio, se podrán identificar posibles fallos eléctricos y realizar las correcciones necesarias, garantizando así un motor en óptimas condiciones para su uso en futuras investigaciones o prácticas académicas.

Este proyecto no solo contribuirá a la mejora del funcionamiento del motor G6, sino que también servirá como referencia para futuras generaciones de estudiantes interesados en el mantenimiento automotriz, proporcionando conocimientos prácticos sobre diagnóstico y reparación de sistemas eléctricos.

9. Objetivos

9.1. Objetivo general

Ejecutar el diagnóstico y mantenimiento del circuito eléctrico del motor G6.

9.2. Objetivos específicos

Verificar el correcto funcionamiento de los componentes eléctricos del motor.

Diagnosticar el sistema de ignición del motor.

Diagnosticar el sistema de inyección del motor.

Habilitar un tablero de comprobación para sensores y actuadores del sistema de inyección.

10. Procedimiento

11. Sistema de ignición

Dentro del sistema de ignición se resalta varios componentes para la verificación de su correcto estado por ejemplo la verificación del motor de arranque el cual tiene la función de convertir la energía eléctrica a mecánica para encender el motor de un vehículo.

11.1. Pruebas del motor de arranque

La primera prueba implicó la verificación del solenoide y el campo electromagnético del motor de arranque, para ello necesitamos la ayuda de una batería y conectores de comprobación para ejecutar los siguientes pasos.

Tabla 1.

Prueba del solenoide y campo electromagnético del motor de arranque.

Pasos a realizar	Resultados
Conectar el negativo a masa del solenoide	Al finalizar esta comprobación el solenoide, genera de una manera correcta el campo electromagnético impulsando al bendix.
El positivo al switch	
Verificar la salida del bendix	

Figura 1. Comprobación ejecutada en el motor de arranque.

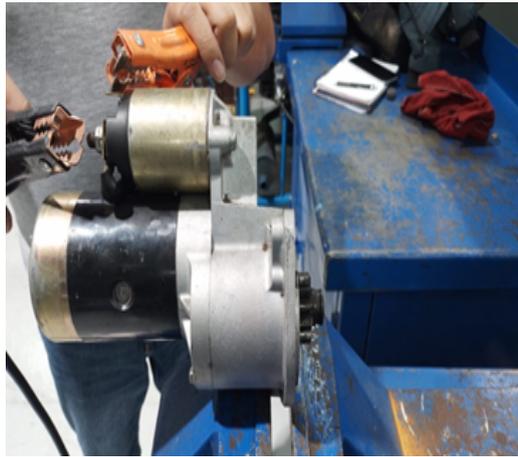


Tabla 2.

Prueba del inducido con el bobinado.

Pasos a realizar	Resultados
Conectar el negativo a masa del solenoide	Con esta verificación comprobamos que el motor de arranque no presenta cortos circuitos, circuitos abiertos ni fugas a tierra.
El positivo a la carcasa	
Verificar el funcionamiento del bobinado.	

Figura 2. Comprobación del bobinado del motor de arranque.

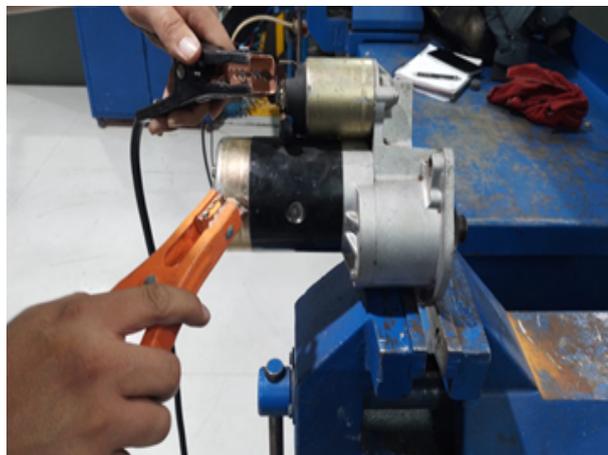


Tabla 3.

Prueba del funcionamiento del pistón del solenoide y el bendix.

Pasos a realizar	Resultados
Conecta la carcasa del motor de arranque a un polo negativo de una batería.	Con esta comprobación se verifico que el inducido esta en perfecto estado ya que el bendix avanza y mantiene un giro correcto.
Aplica corriente al terminal de excitación del solenoide (puenteando el terminal positivo con el pequeño terminal del solenoide).	
El pistón debe moverse y empujar el Bendix hacia adelante.	
Si no hay movimiento, el solenoide puede estar defectuoso o trabado.	

Figura 3. Comprobación correcto funcionamiento del bendix.



Tabla 4.

Prueba de resistencia del solenoide.

Valores	Valor referencia	Valor obtenido
Bobina de tracción	Entre 0,5 – 1,5 Ω	00,6 Ω
Bobina de retención	Entre 3 – 5 Ω	3,5 Ω

Figura 4. Comprobación de la resistencia de solenoide.



11.2. Pruebas en el Alternador

Luego de las comprobaciones ejecutadas en el motor de arranque damos paso a las comprobaciones del alternador, es el componente del sistema eléctrico de un vehículo encargado de generar energía para recargar la batería y alimentar los sistemas eléctricos mientras el motor está en marcha.

Tabla 5.

Prueba de la imantación en el conector F.

Pasos a realizar	Resultados
Negativo a la carcasa del alternador.	Durante las pruebas realizadas no se detecto una imantación en la polea del alternador, descartando posibles fallas eléctricas en el regulador de voltaje.
Positivo de la batería en el alternador.	
Positivo de la batería al pin f del alternador.	

Figura 5. Prueba de imantación del alternador.

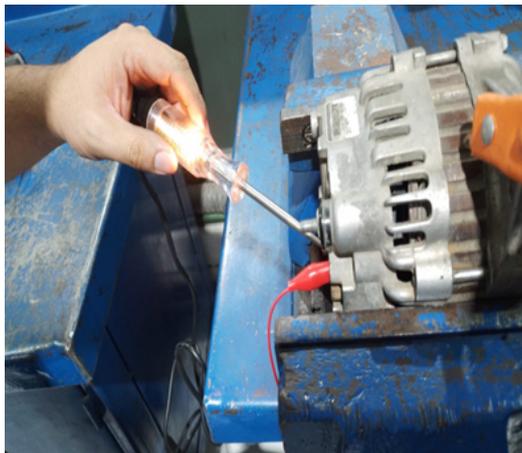


Tabla 6.

Prueba de carga.

Pasos a realizar	Resultados
Aplicamos torque a la polea del alternador.	Al realizar esta prueba, la lámpara de comprobación se apago. Ya que el alternador si esta generando un voltaje de corriente adecuado al sistema eléctrico.
Ubicamos la lámpara de comprobación en el conector F	
Al aplicar revoluciones debe apagarse el foco de la lámpara.	
Conectamos el positivo de la batería al conector F	

Figura 6. Prueba de carga del alternador.



11.3. Pruebas en el Distribuidor

No obstante, luego de las comprobaciones ejecutadas en el alternador damos paso a las comprobaciones en el distribuidor del motor, el cual recibe la corriente de alta tensión de la bobina y la envía a cada bujía en el orden de encendido correcto.

Tabla 7.

Prueba de resistencia del cableado de las bujías.

Cilindros del motor	Resistencia.
Cable del cilindro 1	1.49 Ω
Cable del cilindro 2	2.93 Ω
Cable del cilindro 3	1.98 Ω
Cable del cilindro 4	2.49 Ω

Tabla 8.

Prueba de chispa.

Pasos a realizar	Resultados
Desconectar un cable de bujía y acercarlo a masa (bloque motor).	Luego de las pruebas realizadas se detecto una chispa azulada e intensa lo cual indica una alta energía y buena calidad de encendido generando un salto uniforme y constante garantizando una combustión eficiente.
Dar arranque y verificar si hay chispa fuerte y azulada	
Si no hay chispa, revisar bobina, módulo de encendido y sensor de posición del distribuidor.	

Figura 7. Comprobación del salto de chispa.



11.4. Pruebas en el Bobinado

El bobinado principal y secundario de encendido también forma parte primordial del sistema de ignición es por ello que también comprende su verificación. Por ejemplo:

Tabla 9.

Prueba de resistencia del bobinado de encendido.

Valores	Valor referencia	Valor obtenido
Bobinado principal.	0.3 a 3 Ω	0.13 Ω
Bobinado secundario.	5000 y 15000 Ω	5600 Ω

Tabla 10.

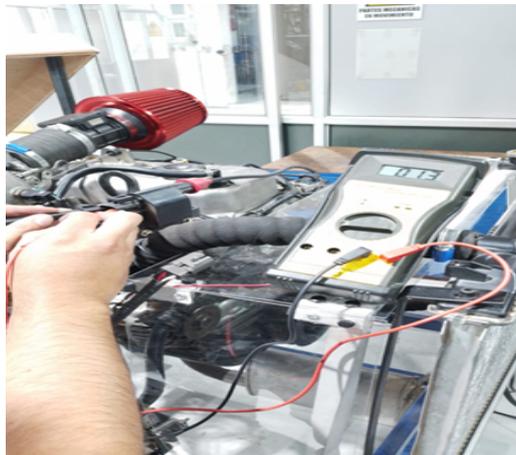
Verificación de las bujías.

Nro. de bujías 4.	Resultado
Estado	Se detectó humedad en todas las 4 bujías del motor.
Calibración con galga	Se procedió a la calibración a 1mm en cada bujía.

Figura 8. Proceso de calibración de las bujías con la galga de medición. 1mm.



Figura 9. Verificación de la resistencia de la bobina principal de encendido.



11.5. Pruebas en la Bomba de Combustible

La bomba de combustible encargada de extraer el combustible del tanque y enviarlo al motor con la presión adecuada para la combustión. También comprende un sistema de diagnóstico para su correcto funcionamiento. Por ejemplo:

Tabla 11.

Prueba de funcionamiento.

Pasos a realizar	Resultados
Escuchar la bomba: Al girar la llave a la posición de contacto (sin arrancar), la bomba debe hacer un zumbido de 2-3 segundos.	Si se detectó el zumbido.

Verificar fusibles y relé:	Están dentro de los rangos establecidos tanto en resistencia como en continuidad.
Medir voltaje en la bomba:	10.5 voltios.
Medir la resistencia de la bomba de gasolina:	4.8 Ω

Figura 10. Verificación del voltaje de la bomba.

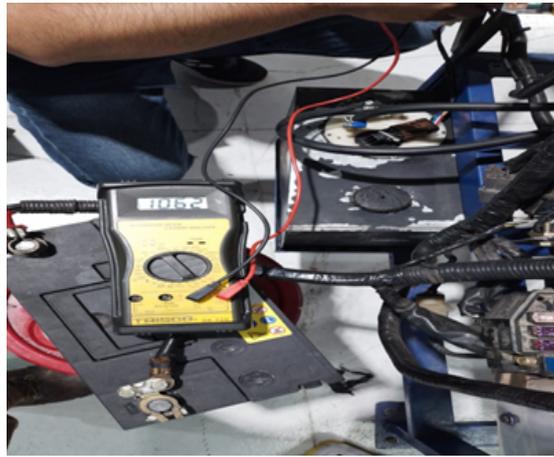


Tabla 12.

Obtención de la presión barométrica de la bomba de combustible.

Rango del manual.	Dato obtenido con el barómetro
Rango de 2.5 a 3.5 bar	Resultado en bar: 3.24 bar.
(Aproximadamente 36-50 psi)	Resultado en psi: 47 psi.

Figura 11. Obtención de la presión barométrica con el barómetro.



Por añadidura, también es de vital importancia realizar las comprobaciones en el sistema de switch de encendido. Su función principal es activar y desactivar los circuitos eléctricos según la posición de la llave. Por ejemplo:

Tabla 13.

Prueba comprobar continuidad entre terminales según la posición.

Estado	Acción	Resultado
OFF:	No debe haber continuidad en ningún terminal.	No detectado.
ACC:	Debe haber continuidad entre el terminal de accesorios y la salida de corriente.	Si existe.
ON:	Continuidad en la mayoría de los circuitos (ECU, bomba de gasolina, luces, etc.).	Si existe.
START:	Debe haber continuidad entre la salida de arranque y la batería.	Si existe.

Verificar que este llegando 12 voltios en cada terminal verificando con el multímetro.

Tabla 14.

Prueba de voltaje.

Estado switch	Valor registrado
OFF:	12v.
ACC:	12v.
ON:	12v.
START:	12v.

Figura 12. Verificación de que el switch recibe corriente con la lámpara de comprobación.



Por último, tanto los relé, cableado y caja de fusibles, forman parte del sistema eléctrico de un vehículo y garantizan el correcto funcionamiento de distintos componentes, como la bomba de combustible, luces, motor de arranque, entre otros. Es por esto que comprenden su verificación.

Tabla 15.

Verificación del relé de la bomba.

Resistencia	Resultados:
86-85: 50 a 100 Ω	77.30 Ω
87 a 30: 0.2 a 0.6 Ω	0.4 Ω
87 a 30 A: continuidad.	Verificado.

Tabla 16.

Verificación del relé ODV, detección de sobre voltaje.

Resistencia.	Resultados:
86-85: 50 a 100 Ω	76.30 Ω
87 a 30: 0.2 a 0.6 Ω	0.5 Ω
87 a 30 A: continuidad.	Verificado.

11.6. Caja de fusibles

Tabla 17.

Prueba de continuidad.

Tipo de fusible.	1	2	3	4
Fusible N1 bomba.	Buen estado	Buen estado.	Buen estado.	Buen estado.
Fusible N2 accesorios.	Buen estado	Defecto detectado.	Buen estado.	Buen estado.

Figura 13. Ubicación de la caja de fusibles.



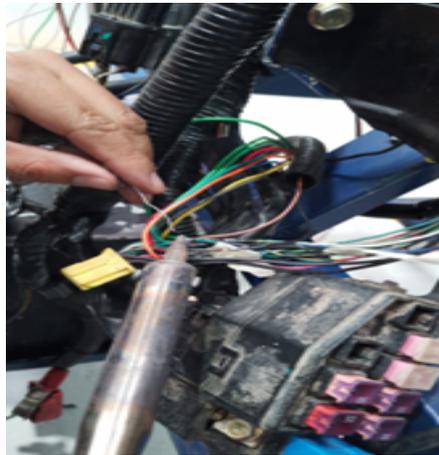
Tabla 18.

Estado del cableado y conectores del sistema de ignición.

Elementos	Cableado.	Conectores.	Recomendación.
Alternador.	Buen estado.	Buen estado.	No se detectó problemas en el cableado.
Motor de arranque.	Buen estado.	Buen estado.	
Distribuidor.	Buen estado.	Buen estado.	
Bomba de gasolina.	Mal estado.	Incompleto.	Se detectó cables empalmados de diferentes diámetros los cuales están generando una mayor resistencia. Generando una mayor resistencia en los cables incrementa la caída de voltaje, lo que reduce la eficiencia del sistema y

			aumenta las pérdidas de energía en forma de calor.
Caja de fusibles.	Buen estado.	Buen estado.	No se detectó problemas en el cableado.
Switch de encendido.	Buen estado.	Buen estado.	
Ecu.	Mal estado	Mal estado	Se procedió a realizar el cambio y reemplazó de cableado con respecto al tablero y el conector de la ECU ya que se detecto una alta resistencia en el cableado y empalmes con cables de diferentes diámetros.

Figura 14. Proceso de recableado desde el conector de la Ecu hacia el tablero.



No obstante, la ECU es como el cerebro del motor y se encarga de que todo funcione bien. Controla la chispa en las bujías para que la combustión sea precisa y ajusta la inyección de combustible para un rendimiento óptimo. Si algo falla, un escaneo ayuda a detectar problemas en sensores, bobinas o inyectores, evitando fallos, mejorando el consumo y reduciendo emisiones.

Figura 15. Verificación de continuidad de los conectores de la masa y de alimentación de la Ecu.



Tabla 19.

Identificación del conector de la Ecu con respecto a los sensores que posee.

Pin	Colores	Sensor
1	Negro	(Relé del aire acondicionado)
2	Negro/Tomate	CMP/ECT/TPS MASA
3	Rosado	CMP- B+ (Voltaje positivo de la batería)
4	No conectado	BARO*2 (Presión barométrica)
5	No conectado	BARO V*2 (Voltaje de la señal de presión barométrica)
6	Café/Blanco	TPS- BRKSW (Interruptor de freno)
7	Verde/Amarillo	TPS-CTP SW (Interruptor de ralentí)
8	Verde/Azul	ECT (Temperatura del refrigerante del motor)
9	Verde/Blanco	ECT V (tensión de la señal ECT)
10	No conectado	FHO2S*1 (sensor de oxígeno)
11	Verde/Rojo	FPRLY

		(Relé de la bomba de combustible)
12	Azul/Blanco	IAC- Válvula de control de ralentí (IACV)
13	No conectado	IATDC (Temperatura del aire de admisión (Cámara dinámica))
14	Negro	IATDC V (tensión de señal IAT (cámara dinámica))
15	Café	IAT/ECT/TPS/MAL-masa. IGT (Sincronización del encendido)
16	Rojo/Blanco	INJ (Duración de la inyección de combustible)
17	No conectado	MAFV (Voltaje de la señal de flujo de masa de aire)
18	No conectado	MT/AT*1 (Señal de distinción MT/AT)
19	Verde	IAT-NLSW (Señal de condición de carga/descarga)
20	Blanco	PRCV (Control del regulador de presión)
21	No conectado	PRGV (Valor de trabajo de la válvula solenoide de purga)
22	No conectado	PSP SW (Interruptor de PSP)
23	Azul	RPM (Velocidad del motor)
24	Verde/Negro	MAF-DIEZ (Terminal DIEZ (DLC))
25	Azul/Amarillo	TP V (Señal del sensor TP) Voltaje.
26	Blanco/Azul	VRV*2 (Resistencia variable)

12. Sistema de inyección

El sistema de inyección comprende sensores e inyectores los cuales poseen una nómina de comprobaciones las cuales serán detalladas. Por ejemplo:

12.1. Sensor IAC.

El sensor IAC regula la cantidad de aire que entra al motor cuando el vehículo está en ralentí (sin pisar el acelerador). Ayuda a mantener el motor funcionando a una velocidad constante y estable cuando no estás acelerando. Un proceso de calibración estática es acelerar a 5000 RPM para calibrar el IAC y luego apagar el motor.

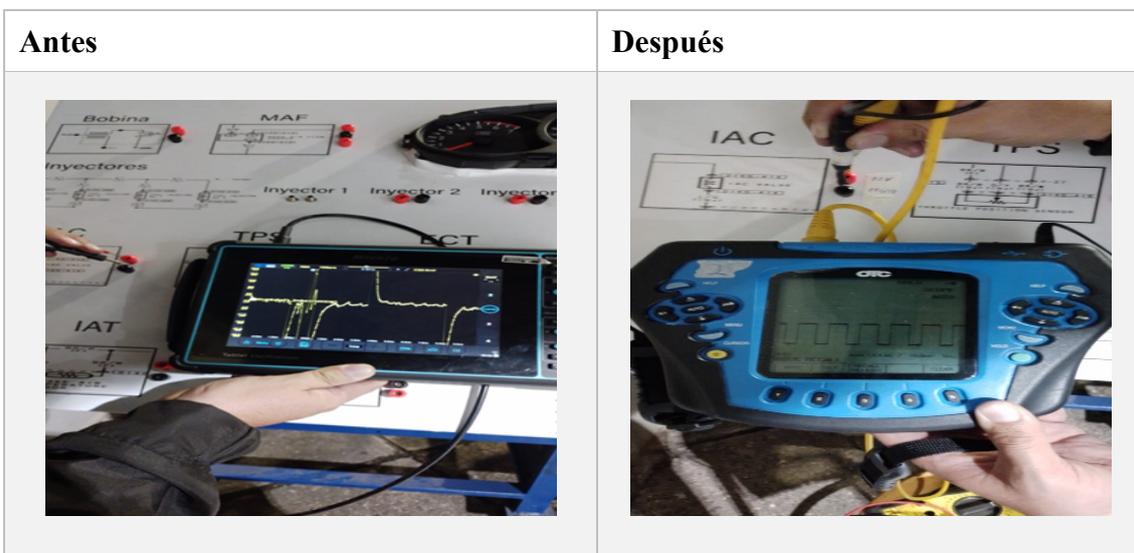
Tabla 20.

Sensor IAC. Presión de aire en admisión.

Valor medido	Resultado
Voltaje. 12v.	11.3 voltios.
Resistencia, entre 10 y 14 Ω	14 Ω
Continuidad	Si se detecto continuidad en el cableado

Tabla 21.

Verificación de señales antes y después del mantenimiento.



12.2. Sensor MAF

El sensor MAF es como un "medidor" del aire que entra al motor. Le dice a la ECU cuánto aire está entrando, para que pueda ajustar correctamente la cantidad de combustible y conseguir la mezcla perfecta. No obstante, el colector de admisión del sensor tiene un diámetro grande por lo cual se procedió a disminuir el diámetro de admisión de aire para evitar que el motor se apague al acelerar.

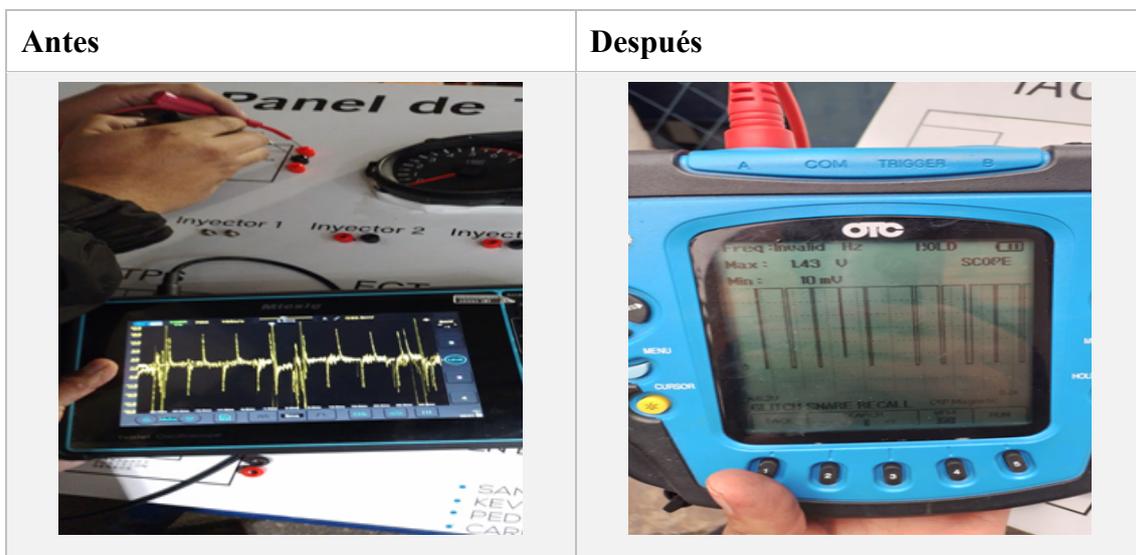
Tabla 22.

Sensor MAF Presión de flujo de masa de aire.

Valor medido	Resultado
Voltaje de señal. 5v.	1.40 voltios.
Valor mínimo de voltaje. De 0.5 a 1 voltio.	1.60 voltios.
A ralentí: 0.5 a 1.5 voltios.	1.77 voltios.
Acelerado. 4.5 voltios.	3.97 voltios.
Resistencia del sensor. 0.5 k Ω a 1 k Ω .	0.6 k Ω .

Tabla 23.

Verificación de señales antes y después del mantenimiento.



12.3. Sensor TPS.

El sensor TPS es como el "puente" entre tu pie y el motor. Mide cuánto se presiona el acelerador y le dice a la ECU cómo debe reaccionar el motor.

Tabla 24.

Sensor TPS. La mariposa de aceleración.

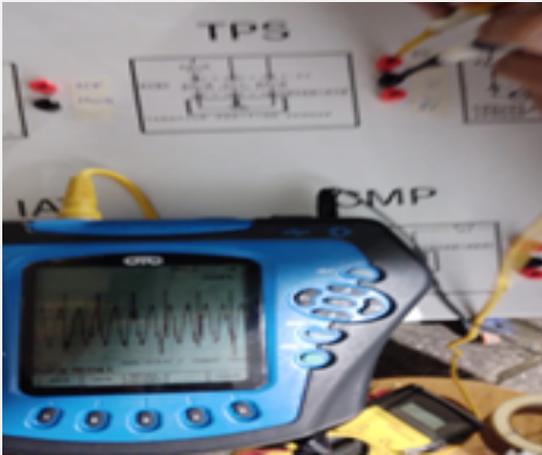
Valor medido	Resultado
Voltaje de señal. 5v.	4.95 voltios.
Valor mínimo de voltaje. De 0.5 a 1 voltio.	1.60 voltios.
A ralentí: 0.5 a 1.5 voltios.	0.66 voltios.
Acelerado. 4.5 voltios.	4.21 voltios.
Resistencia del sensor.	1.9 k Ω .

Prueba dinámica verificar el voltaje de salida tiene que cambiar.

De 0.66 voltios a 1.98 voltios a 2500 RPM.

Tabla 25.

Verificación de señales antes y después del mantenimiento.

Antes	Después
	

12.4. Sensor ECT.

El sensor ECT es como un termómetro para el motor. Mide la temperatura del refrigerante y le informa a la ECU si el motor está frío o caliente.

Tabla 26.

Sensor ECT. Temperatura del refrigerante.

Valor medido	Resultado
Resistencia a 20 grados Celsius.	1.6 kilo Ω
Resistencia a 80 grados Celsius. Entre 200 a 300 Ω	200 Ω
Voltaje de referencia 5 voltios.	1.31 a 34 grados Celsius.
Voltaje a ralentí.	1.33 voltios.
Voltaje acelerado.	0.66 voltios.

12.5. Sensor IAT.

El sensor IAT mide la temperatura del aire que entra al motor. Esta información es enviada a la ECU para ajustar la mezcla de aire y combustible. Si el aire está más frío, la ECU sabe que puede inyectar más combustible para aprovechar mejor la energía

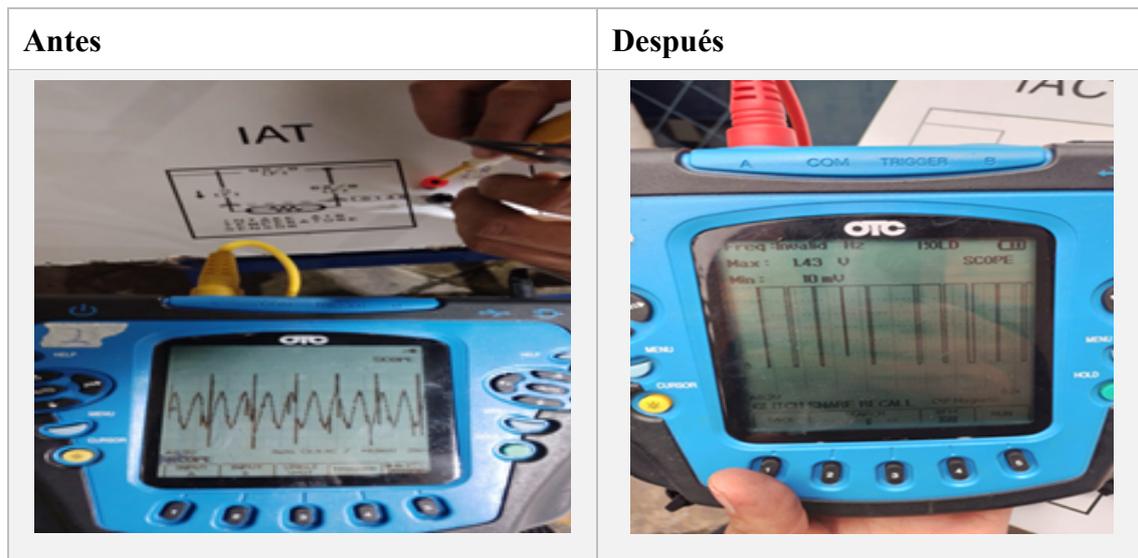
Tabla 27.

Sensor IAT.

Valor medido	Resultado
Resistencia a 20 grados Celsius.	1.6 kilo Ω
Resistencia a 20 grados Celsius. Entre 2000 a 3000 Ω	1143 Ω
Voltaje de referencia 5 voltios.	1.69 grados Celsius.
Prueba con la lámpara de calor.	
Voltaje a 48 y 54 grados Celsius.	1.65 voltios a 1.60 voltios.

Tabla 28.

Verificación de señales antes y después del mantenimiento.



12.6. Sensor CMP

El sensor CMP es como un "ojo" que le dice a la ECU en qué momento exacto está el árbol de levas, el cual controla la apertura y cierre de las válvulas.

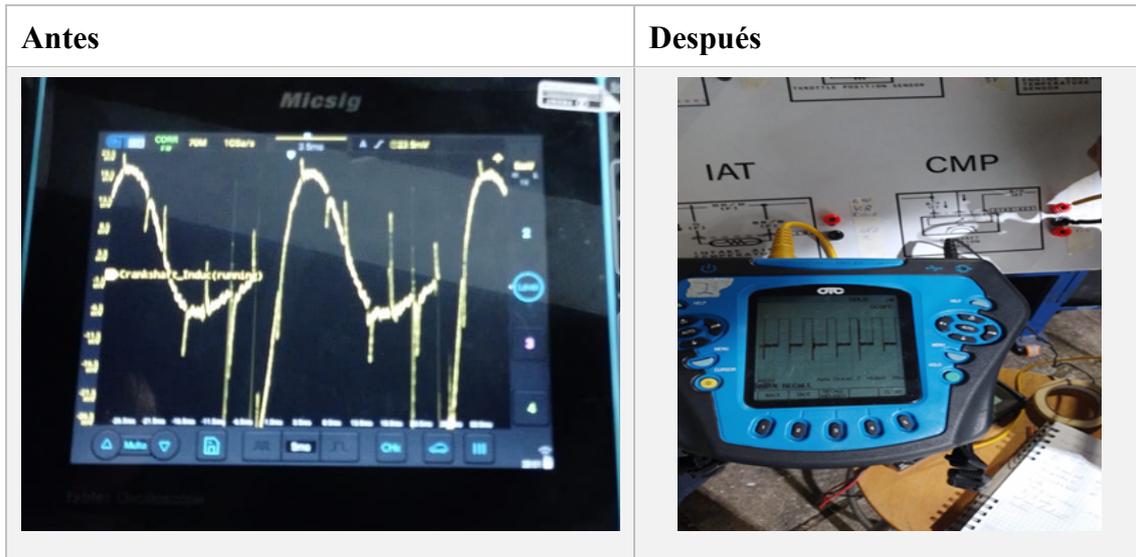
Tabla 29.

Sensor CMP. Posición de árbol de levas.

Valor medido	Resultado
Pin 1 y 2 no debe haber continuidad.	No detectado.
Resistencia entre 200 a 900 Ω	3.52 kilo Ω
Pin 1 y 3 no debe haber resistencia.	0.65 Ω
Voltaje de referencia 12 voltios.	Verificado.
Voltaje de señal 5 voltios.	Verificado.

Tabla 30.

Verificación de señales antes y después del mantenimiento.



12.7. Inyectores

Los inyectores son los encargados de alimentar el motor con la mezcla de aire y combustible, pero lo hacen con mucha precisión. Su trabajo está controlado por la ECU, que es como el cerebro del motor. Los inyectores funcionan de manera similar a pequeñas válvulas electromagnéticas, que abren y cierran para permitir que entre la cantidad exacta de combustible que el motor necesita en ese momento, asegurando que la mezcla sea lo más eficiente posible. Tienen una resistencia que varía entre 11 y 14 ohmios, y el tiempo que permanecen abiertos, dejando pasar el combustible, va desde 1 hasta 20 milisegundos. Este ajuste tan preciso es fundamental para que el motor funcione de manera suave y eficiente, evitando desperdicios de combustible y asegurando el mejor rendimiento.

Tabla 31.

Resistencia obtenida de los inyectores.

cilindros	Resistencia según el manual.	Resistencia obtenida antes de mantenimiento en el cableado.	Resistencia obtenida antes de mantenimiento en el cableado.
1	14-16 Ω	9.5 Ω	15.6 Ω
2	14-16 Ω	9.5 Ω	15.6 Ω

3	14-16 Ω	9.5 Ω	15.6 Ω
4	14-16 Ω	9.5 Ω	15.6 Ω

Figura 16. Resistencia de los inyectores.

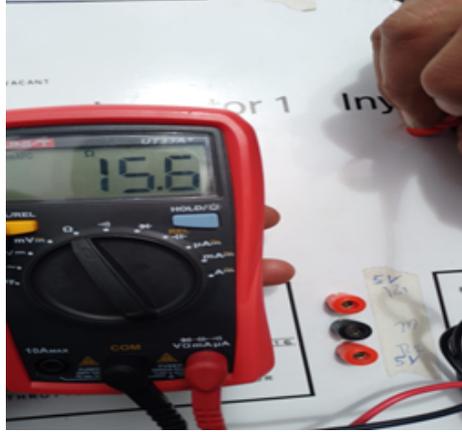
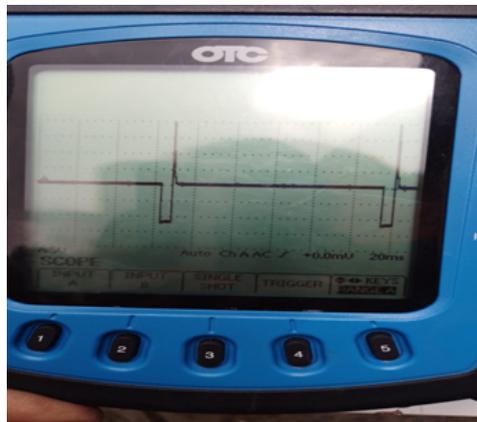


Figura 17. Señal del pulso de inyección obtenida con el osciloscopio.



Por añadidura el proceso de limpieza de los inyectores es fundamental ya que se encontró un desperfecto en el cilindro cuatro al hacer una prueba estática de funcionamiento del motor, al desconectar los cables del distribuidor de cada cilindro. No obstante, con el tiempo, los inyectores del motor se van ensuciando por el uso diario y la calidad del combustible. Cuando eso pasa, el carro empieza a gastar más gasolina, pierde fuerza y puede dar tirones o tardar en arrancar.

Figura 18. Proceso de limpieza de los inyectores.



Figura 19. Cambio de los retenes de los inyectores.



Finalmente trabajamos en el diagnóstico con el escáner OBD2, el cual es como un "doctor" para un vehículo. Con él verificamos en la lectura de códigos de error si algo no está funcionando bien, ver datos en tiempo real como la temperatura o la velocidad del motor. También te permite probar componentes, como los sensores, para asegurarte de que todo esté en orden. En algunos casos, incluso puede ayudarte a ajustar o reprogramar el motor para mejorar su rendimiento.

Tabla 32.

Códigos de falla detectados.

Código de falla.	Descripción.	Causas.
P0433	Fallo de gestión de vapor de emisiones por evaporación	Circuito abierto. Corto circuito a masa.

		Corto circuito a VRF.
P1250	Solenoido (PCR)	Corto circuito. Corto circuito abierto.

Figura 20. Uso del escáner para identificar fallos en el sistema.



Por último, luego de no detectar fallos en el sistema eléctrico tanto en ignición e inyección. Por añadidura procedíamos a verificar el sistema mecánico ya que se detectó en un prueba estática un desfase de trabajo en el cilindro número 4 para lo cual procedemos a medir compresión y fugas en los cilindros.

Figura 21. Verificación de compresión 125 PSI en cada cilindro.



Figura 22. Verificación de fugas en el cilindro número cuatro cada cilindro.



Tabla 33.

Registró de datos de compresión y fugas del motor Mazda.

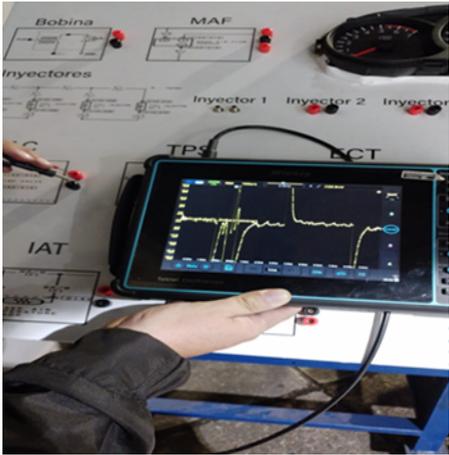
Nro. de cilindros.	Compresión	Fugas
Cilindro-1	125 PSI.	10 %
Cilindro-2	125 PSI.	10 %
Cilindro-3	125 PSI.	10 %
Cilindro-4	125 PSI.	10 %

13. Resultados

Tabla 34.

Lecturas del osciloscopio al integrar nuevos lectores de señal para los sensores en el tablero.

Señal obtenida antes del recableado y con los lectores de señal.	Señal obtenida después del recableado y con los nuevos lectores de señal.
Sensor IAC	Sensor IAC



Sensor MAF



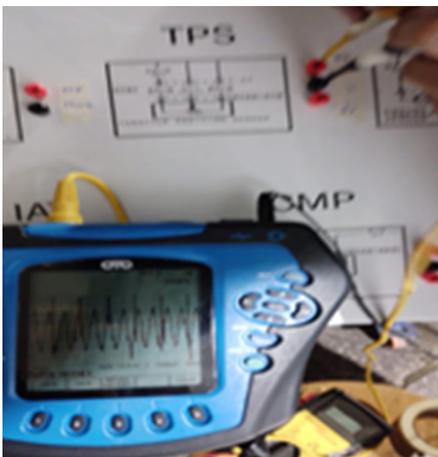
Sensor MAF



Sensor TPS



Sensor TPS



Sensor CMP



Sensor CMP



Sensor IAT



Sensor IAT



Pulso de inyección.



Pulso de inyección.

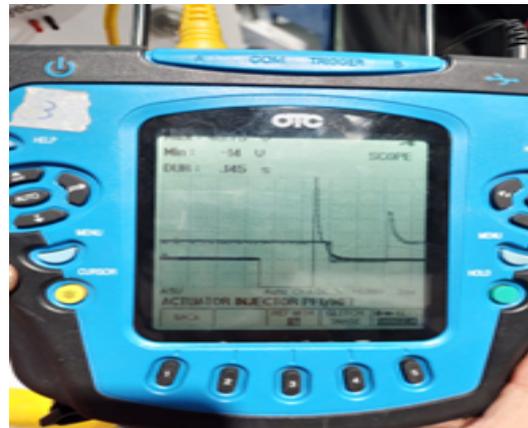


Figura 23. Incorporación de nuevos conectores para las lecturas de señal del tablero y caja de protección de la ECU del motor.



14. Conclusiones

El proyecto abordó el diagnóstico y mantenimiento del sistema eléctrico del motor G6 con el objetivo de dejarlo en condiciones óptimas para el aprendizaje académico en la Universidad del Azuay. Se aplicó una metodología de pruebas eléctricas detalladas a componentes como:

Motor de arranque: Se verificó el solenoide (0.6Ω en la bobina de tracción y 3.5Ω en la de retención) y se confirmó el correcto funcionamiento del bendix y bobinado, descartando cortos y fugas a tierra.

Alternador: La prueba de imantación y carga mostró funcionamiento correcto, asegurando que el alternador genera un voltaje estable para el sistema eléctrico.

Sistema de encendido:

Cables de bujías: resistencias entre 1.49Ω y 2.93Ω .

Bobina de encendido: resistencia primaria 0.13Ω (dentro de tolerancia) y secundaria

5600 Ω .

Se detectó chispa azulada intensa en la bujía, señal de buena calidad de encendido.

Sistema de inyección:

Presión de la bomba de combustible: 3.24 bar (~47 psi), en rango óptimo.

Resistencia de inyectores después de mantenimiento: 15.6 Ω (dentro del rango manual de 14-16 Ω).

Limpieza de inyectores para corregir fallas en el cilindro 4.

Sensores:

Sensor IAC: resistencia 14 Ω y voltaje de operación 11.3 V.

Sensor MAF: voltaje a ralentí de 1.77 V y acelerado de 3.97 V, después de ajustes en el diámetro de admisión.

Sensor TPS: voltaje de mariposa en ralentí 0.66 V y acelerado 4.21 V.

Sensor ECT: resistencias correctas según temperatura (200 Ω a 80 °C).

Sensor CMP: resistencia 3.52 k Ω .

Sistema mecánico:

Compresión uniforme en los cuatro cilindros: 125 PSI.

Fugas en cilindros: 10% en todos, considerado aceptable para un motor de prácticas.

Sistema eléctrico general:

Reemplazo de cableado defectuoso en la ECU y bomba de gasolina para reducir resistencias adicionales.

Diagnóstico OBD2 arrojó códigos P0433 y P1250, relacionados a emisiones y solenoides.

Sensor de Presión Barométrica (BARO):

Estado: No conectado en la ECU (pines 4 y 5 sin conexión).

Impacto: Al faltar este sensor, el motor pierde referencia sobre la presión atmosférica, lo que puede afectar la correcta mezcla aire-combustible, sobre todo en cambios de altitud o condiciones ambientales variables.

Observación en el proyecto: No hubo una reposición o simulación del sensor; el motor operó sin esta referencia.

Sensor de Oxígeno (O2):

Estado: No conectado (pin 10 sin conexión en la ECU).

Impacto: Sin el sensor O2, la ECU no puede hacer ajustes finos a la mezcla aire/combustible en tiempo real (modo *closed loop*), por lo tanto, el motor queda funcionando en *open loop* de manera más rica (mayor consumo de combustible y más emisiones contaminantes).

Observación en el proyecto: Se continuó el diagnóstico y mantenimiento priorizando la funcionalidad básica sin integrar el control por O2.

Sensor CKP (Sensor de Cigüeñal):

Estado: No se menciona presencia ni verificación del sensor CKP (Crankshaft Position Sensor) en el documento.

Impacto: El CKP es fundamental para la sincronización del encendido y la inyección. Sin CKP, un motor moderno normalmente ni siquiera arrancaría.

Posible interpretación: En este motor G6, el rol de sincronización podría estar cubierto principalmente por el **sensor CMP** (sensor de posición del árbol de levas) y el **distribuidor** (ya que es un motor más antiguo), por lo cual no se instaló ni verificó un CKP como tal.

Relé de la Bomba de Combustible:

Estado inicial: Se diagnosticó y verificó su funcionamiento.

Resultados técnicos:

Resistencia entre terminales 86-85: 77.30 Ω (rango esperado: 50-100 Ω).

Resistencia entre 87 y 30: 0.4 Ω (rango esperado: 0.2-0.6 Ω).

Continuidad entre terminales 87 y 30A: **Verificada** correctamente.

Impacto: Aunque inicialmente estaba operativo, se recomendó reemplazar o revisar periódicamente, ya que relevadores viejos pueden fallar de manera intermitente, al no contar con un relevador de combustible, afectando el suministro de combustible.

Ausencia del Relevador de la Bomba de Combustible en el Motor G6

Estado Actual: En el diagnóstico del sistema eléctrico del motor G6, se identificó que el relevador de la bomba de combustible no está presente. Esto implica que la bomba de combustible no cuenta con el control eléctrico adecuado para su funcionamiento óptimo.

Impacto Técnico: La falta del relevador puede provocar que la bomba de combustible opere de manera continua al estar conectada directamente, sin pasar por el control del sistema de encendido. Esto no solo puede llevar a un consumo innecesario de energía, sino también a un desgaste prematuro de la bomba y posibles fallos en el suministro de combustible al motor.

Resultados globales:

Se comprobó la importancia del diagnóstico eléctrico del motor G6 para garantizar su correcto desempeño, identificando fallas que afectan tanto la eficiencia como la seguridad del sistema.

La verificación de los componentes eléctricos permitió asegurar que cada elemento (sensores, actuadores, cableado, conectores) cumple con sus funciones específicas, reduciendo riesgos de fallos inesperados.

El diagnóstico del sistema de ignición permitió detectar y corregir problemas relacionados con chispa, bobinas e inyectores, mejorando la combustión y el rendimiento general del motor.

El análisis del sistema de inyección evidenció la relevancia de un buen control electrónico para garantizar una mezcla aire-combustible óptima, impactando directamente en el consumo y emisiones.

La implementación de un tablero de comprobación facilitó la evaluación práctica de los sensores y actuadores, ofreciendo una herramienta efectiva para futuras pruebas y mantenimiento

El motor G6 quedó operativo, sin fallas eléctricas ni de inyección críticas.

Se habilitó un tablero de comprobación funcional, lo que facilita prácticas académicas seguras y didácticas.

15. Lista de referencias:

Mazda. (1992). Mazda B2200/B2600i Workshop Manual. Mazda Motor Corporation.

Bosch, R. (2007). Sistemas de gestión del motor. Motores de gasolina y diésel modernos. Editorial Reverte.

Duffy, J. E. (2015). Modern Automotive Technology. Goodheart-Willcox.

Vázquez, R. (2018). Diagnóstico y mantenimiento de sistemas eléctricos automotrices. McGraw-Hill.