

CIENCIAMATRIA

Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología

Año X. Vol. X. N°2. Edición Especial II. 2024

Hecho el depósito de ley: pp201602FA4721

ISSN-L: 2542-3029; ISSN: 2610-802X

Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonía. (IIEAK). Santa Ana de Coro. Venezuela

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

[DOI 10.35381/cm.v10i2.1442](https://doi.org/10.35381/cm.v10i2.1442)

Pruebas integrales de ECU: CKP, bobinas de encendido, OBD K-LINE, CAN bus

Comprehensive ECU testing: CKP, ignition coils, OBD K-LINE, CAN bus

Esteban Alejandro Proaño-García

ia.estebanapg46@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-7602-5082>

Dennis Iván Pérez-Aldás

ia.dennisipa69@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-7625-8858>

Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

ia.andressjg44@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-3564-8379>

Recibido: 15 de mayo 2024

Revisado: 15 de junio 2024

Aprobado: 15 de septiembre 2024

Publicado: 01 de octubre 2024

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación detallada de los componentes internos de una ECU de la marca KIA para garantizar su correcto funcionamiento. La metodología empleada consistió en el enfoque cuantitativo- experimental, lo cual permitió la verificación minuciosa de capacitores, resistencias, MOSFET y demás elementos internos, seguida de la activación de la computadora utilizando una batería de 12V. También, se realizaron pruebas de generación y diagnóstico de señales de CKP con un circuito, un potenciómetro y un cable auxiliar, así como de comunicación OBD en K-Line y CAN Bus. Los resultados obtenidos resaltaron la eficacia del proceso de banco y la funcionalidad óptima de los componentes internos de la ECU en la marca KIA. Por ende, se concluyó que estas pruebas para el mantenimiento y diagnóstico preciso de sistemas automotrices fueron de gran importancia para la comprensión y manipulación de las ECUs en la gestión del motor.

Descriptor: Evaluación; componentes; activación; simulación; pruebas. (Tesoro UNESCO).

ABSTRACT

The objective of this study was to perform a detailed evaluation of the internal components of a KIA ECU to ensure its correct operation. The methodology employed consisted of a quantitative-experimental approach, which allowed the thorough verification of capacitors, resistors, MOSFETs and other internal elements, followed by the activation of the computer using a 12V battery. Also, CKP signal generation and diagnosis tests were performed with a circuit, a potentiometer and an auxiliary cable, as well as OBD communication in K-Line and CAN Bus. The results obtained highlighted the effectiveness of the bench process and the optimal functionality of the internal components of the ECU in the KIA brand. Therefore, as a conclusion, these tests for the accurate maintenance and diagnosis of automotive systems were of great importance for the understanding and manipulation of ECUs in engine management.

Descriptors: Evaluation; components; activation; simulation; tests. (UNESCO Thesaurus).

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

INTRODUCCIÓN

Debido a que el área de diagnóstico automotriz ha ido evolucionando a la par con las últimas tecnologías en control electrónico y la necesidad de reparar ECUS en nuestro país, se hace indispensable una herramienta de diagnóstico, que identifique el funcionamiento adecuado de estas para tener la certeza de que debe ser reparada o no. En el caso Vidal et al. (2019), trabajaron con la tecnología Arduino, la cual constituye “un sistema de computación con la integración directa de las áreas de hardware y software para el diseño e implementación de soluciones” (p. 378). Según Henríquez, (2010), Arduino constituye una “plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar” (p. 64).

En nuestro medio, existen talleres donde no se tiene conocimiento adecuado de electrónica automotriz, por ende, hay muchas ocasiones donde problemas en el automóvil son atribuidos a las ECUS así como también problemas del tipo electrónico, por cuanto ya no sólo se necesita experiencia como era la mecánica tiempo atrás. Hoy en día, es necesaria una variedad de equipos de diagnóstico como lo es el scanner, osciloscopio, etc. En este sentido, un banco para ECUS se convierte en una herramienta necesaria en el momento de identificar problemas con estos módulos y poder repararlos. De acuerdo con Carrion (2022):

Una importante organización industrial de ingeniería y seguros reveló recientemente que más del 30% de sus pérdidas totales fueron resultado de problemas eléctricos y mecánicos. La temperatura es uno de los indicadores más comunes de la salud estructural de los equipos y componentes”. (p. 182)

Vega et al. (2020) afirman que “el enfriamiento, ventilación y filtrado de aire son los tres sistemas críticos en la operación de un centro de datos o centro de procesamiento de datos (CPD)” (p. 88). Durante casi un siglo el encargado de suministrar combustible al motor fue el carburador, el cual consistía en un sistema de inyección totalmente

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

mecánico que funcionaba por un sistema de palancas y principios físicos de flujo de aire. Este, al ser un sistema de baja presión de combustible, cada cierto tiempo exigía ser afinado y sincronizado y cuando el vehículo se encendía en las mañanas resultaba sumamente contaminante.

Gracias a la incorporación de sensores y actuadores, en el motor se pudo reemplazar al vetusto carburador, para así, dar paso a la inyección electrónica. Este avance tecnológico permitió una dosificación exacta del combustible, a la vez que se pudo variar el tiempo de inyección, reduciendo así los gases producidos por la combustión. En el caso del sistema de inyección multipunto, este constituye un sistema muy implementado en los vehículos actuales, debido a que se obtiene una mejor mezcla, a la vez que logran una dosificación más rápida y eficaz. De la misma forma, al sustituir al carburador por inyectores, se modifican los sistemas de admisión para obtener unas corrientes de aire más adecuadas para optimizar el flujo de aire hacia el motor y así lograr un mejor llenado de los cilindros. López et al. (2022) sugieren el uso de los mapas de motor, ya que “las zonas de consumo de combustible en el mapa de motor determinan el comportamiento del motor en diferentes lugares de desempeño del vehículo” (p. 44).

Desde la aparición de los primeros sistemas de inyección electrónica de combustible, la ECU es la encargada de gestionar todos los parámetros de funcionamiento del vehículo. Finalmente, en la actualidad se está implementando variación del sistema de inyección electrónica multipunto, tales como los sistemas de inyección directa de combustible (GDI). La principal diferencia entre un sistema GDI y un sistema de inyección electrónica de combustible convencional es la disposición del inyector, ya que este pasa de estar colocado en el múltiple de admisión a estar alojado en la cámara de combustión.

Todos estos cambios ayudaron a que la eficiencia de los motores se incrementara y que el consumo del combustible disminuyera. Según Agredo et al. (2015), hoy en día,

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

es de suma importancia ir a la par con la tecnología a fin de mejorar las invenciones en el área de la electrónica y la automatización. Simbaña et al. (2016) manifiestan que “en la actualidad, la industria automotriz impulsa nuevas tecnologías y soluciones prácticas con el propósito de mejorar el rendimiento, comodidad y la seguridad en los automóviles” (p. 2). Villada et al. (2007) expresan que “el par electromagnético es otro de los métodos nuevos y no convencionales de diagnóstico de fallas en las máquinas rotativas que buscan evitar la parada y desmontaje de la máquina” (p. 80). De este modo, de acuerdo con Guanipa y Guillen (2007), “la intervención del ingeniero, como caso particular el ingeniero mecánico sus objetos de trabajo van más allá de lo que tradicionalmente se ha concebido como el ejercicio profesional de la ingeniería” (p. 108).

En la actualidad, la electrónica está muy presente en los vehículos, tanto en la gestión del motor, así como en la seguridad y confort del conductor. Por lo que los técnicos, tecnólogos e ingenieros automotrices deben estar preparados para diagnosticar y reparar estos sistemas de gestión electrónica. Por ende, es indispensable que dentro de la formación profesional se cuente con una herramienta que nos permita visualizar e interactuar con la ECU, la cual se encarga de la gestión del funcionamiento del motor.

La ECU es el componente más importante dentro del sistema de gestión electrónico de combustible en un vehículo, debido a que se encarga de recopilar varios parámetros de funcionamiento del vehículo mediante los sensores, tales como: temperatura del motor (ECT), presión atmosférica (MAP), flujo de aire (MAF), temperatura del aire (IAT), revoluciones del motor (CKP) etc. Por lo que es indispensable conocer cómo recopila estos datos y qué señales envía a los diferentes actuadores incorporados en un motor.

En la mayoría de los vehículos la ECU está ubicada en lugares de difícil acceso, por lo que se hace imposible el diagnóstico de esta. Desde esta visión, nace la necesidad de contar con un banco de pruebas para simular el funcionamiento de una ECU fuera del vehículo.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

El desafío es crear una solución para probar y diagnosticar ECUs, abordando la generación de señales CKP y la comunicación OBD, en una variedad de vehículos. En cuanto al OBD (On Board Diagnostics), Rodríguez et al. (2018) expresan que su objetivo principal “ha sido el control de los gases emitidos por los automóviles y de sus efectos en el medio ambiente” (p. 31).

El objetivo de esta investigación fue realizar una evaluación detallada de los componentes internos de una ECU de la marca KIA para garantizar su correcto funcionamiento mediante el desarrollo de un sistema para probar y diagnosticar ECUs, enfocándose en señales CKP, comunicación OBD en K-line y CAN Bus, aplicable a diversos vehículos, con y sin inmovilizadores.

MÉTODO

En el área de diagnóstico automotriz, se observa una creciente necesidad de herramientas para ECUs debido a la evolución de las tecnologías de control electrónico. En este sentido, se identifican patrones en la falta de conocimiento de electrónica automotriz en algunos talleres, y la atribución incorrecta de problemas a las ECUs. Se formula la hipótesis de que un banco de pruebas para ECUs sería una herramienta esencial para identificar y reparar problemas. La recopilación de datos sobre la evolución tecnológica y la importancia de la gestión electrónica en los vehículos respaldan esta hipótesis.

La premisa general establece que la gestión electrónica del motor es esencial en los vehículos actuales. La teoría propone que la falta de herramientas adecuadas de diagnóstico para ECUs puede dificultar la reparación de vehículos y afectar su funcionamiento. Se proponen pruebas y experimentos para desarrollar un sistema de diagnóstico de ECUs, enfocándose en la generación de señales CKP y CMP, así como en la comunicación OBD en K-line y CAN Bus. Los resultados obtenidos se verifican a

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

través de pruebas controladas y experimentos para determinar la viabilidad y eficacia del sistema de diagnóstico propuesto.

Por otro lado, se consideran los componentes para realizar el banco de pruebas, aplicando los conocimientos aprendidos en los módulos de autotrónica, sistema de escaneado para diagnóstico y sistemas automotrices especiales.

Vale destacar que la información actualizada y validada de banco de pruebas de Ecu's se obtuvo a partir de fuentes secundarias como manuales, sitios webs y repositorios de otras universidades.

Se llevó a cabo una exhaustiva inspección de todos los pines de la ECU para asegurar su adecuado banqueo. Además, se diseñó un circuito de simulación con relés y luces LED para simular la activación de las bobinas de encendido mediante pulsos generados desde un scanner, observando la respuesta del circuito en un protoboard.

La investigación también se basó en la indagación de papers, artículos científicos de los diferentes componentes electrónicos, que consta en un banco de pruebas de ECU's, el mismo que opera de una manera correcta al ponerlo a prueba.

En el nivel descriptivo, se determinó que la falla de un elemento puede traer consigo altos costos económicos, por esta razón, es importante realizar una prueba en la que se pueda establecer las consecuencias, lo cual se obtendrá al producirse un fallo en el componente principal como lo es en los componentes internos de la ECU.

RESULTADOS

Dentro de la figura 1, se obtiene información detallada sobre los valores que entran y salen de la ECU. Como entradas, se incluye la recepción de información de sensores, específicamente los sensores utilizados en este proyecto: CKP, ECT y la recepción de información de OBDII. Además, se registra una entrada de alimentación de 12V y, por último, las conexiones a tierra o negativos.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

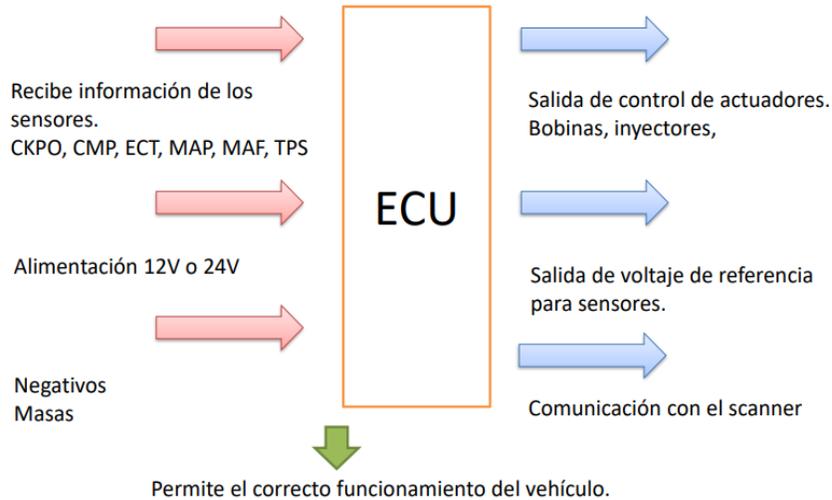


Figura 1. Información relacionada con la Unidad de control electrónica.

Elaboración: Los autores.

Después del procesamiento de los datos internos en la ECU, se obtienen diversas salidas. Entre estas salidas se encuentran los controles de los diferentes actuadores. En este proyecto, específicamente, se obtuvo como salida la señal de las bobinas de encendido representadas en el protoboard creado. Asimismo, se registra la salida de voltaje de referencia para los sensores y, por último, la comunicación con el scanner.



Figura 2. Constitución de la ECU.

Elaboración: Los autores.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

En base a la figura 2, la constitución de la ECU se compone de cuatro bloques específicos que desempeñan roles distintos:

- **Bloque de Fuente:** Este circuito protege el módulo y mantiene un nivel de tensión estable en su interior. Además, proporciona la fuente de alimentación de la ECU, ajustando el voltaje de suministro para garantizar el funcionamiento adecuado de todos los componentes y actuadores del vehículo.
- **Bloque de Procesamiento:** Esta sección alberga la lógica operativa del módulo, incluyendo la memoria que almacena los datos de funcionamiento y el procesador responsable de operar los controles y señales del mismo. Esencialmente, este bloque comprende el circuito del procesador, la memoria y cualquier otro circuito necesario para ejecutar el software.
- **Bloque de Drivers:** Estos componentes se sitúan entre las salidas del microprocesador y los diferentes elementos que deben ser activados. Su función es actuar sobre los componentes de potencia, como las bobinas de encendido, inyectores y relés, entre otros.
- **Bloque de Periferia o Entrada:** Este bloque consiste en el conjunto de circuitos que reciben las señales antes de que estas lleguen al microprocesador dentro de la ECU. Estos circuitos procesan las señales antes de que sean tratadas por el microprocesador principal.

Memoria de la ECU

La RAM se emplea para almacenar temporalmente información volátil que el procesador utilizará para llevar a cabo cálculos y otras operaciones lógicas. En ella se guardan los códigos de fallas.

Por otro lado, la ROM requiere un programa o software almacenado en una memoria de valor fijo y no volátil, lo que significa que es una memoria de solo lectura. En la ROM se almacenan datos individuales, curvas, campos característicos

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

y otros datos invariables que son esenciales para el funcionamiento del vehículo y que no pueden ser modificados durante su servicio.

Tipos de fallas en computadoras automotrices

- **Fallas Físicas**
 - Punto de soldadura agrietado o corrosión por óxido en los componentes electrónicos de la ECU, los cuales han sido fijados por medio de soldaduras
 - Pista quemada, una pista quemada puede llevar a una falla continua del sistema de inyección por sobrecarga, la cual provoca quemadura en el área de la pista
 - Transistor averiado estos tienden a dejar de funcionar porque reciben demasiado voltaje o no reciben suficiente corriente para funcionar.
 - El microprocesador este tipo de falla es la más crítica debido a que el microprocesador es el componente principal de la ECU, al cual no se le encuentra fácilmente debido a que es exclusivo de cada fabricante.
- **Fallas lógicas**
 - Se generan en la base de datos del programa interno, por lo que no es necesario desarmar la ECU
 - La reprogramación ocurre cuando se ha encontrado fallas en los sistemas de control del motor; consiste en actualizar la información del microprocesador

Pines de la ECU

De acuerdo con la figura 3, las ECUs (Unidades de Control del Motor) de los vehículos automotores tienen una variedad de pines que cumplen funciones específicas en el sistema de gestión del motor.

2015 > G 1.6 GDI > G 1.6 GDI > Diagramas Esquemáticos > Sistema electrico de motor > Sistema de control del motor (A/T) > Diagramas Esquemáticos

Sistema de control del motor (G4FD : GAMMA 1,6L GDI A/T) (1)

SD313-27

Información del terminal PCM

103	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88	87	86	85
84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64
63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43
42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	71	70	69	68	67	66	65	64	63	62	61	60	59	58	
57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	
23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1												

EGGG-AA

PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN	PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN	PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN
1	O	Control inyector N° 1 (+)	36	-	-	71	-	-
2	W	Control inyector N° 4 (+)	37	W	[A/T] Subir marcha	72	-	-
3	L	Control inyector N° 2 (+)	38	R	[A/T] Interruptor selectivo	73	P	[A/T] Señal del interruptor S4
4	W	Control inyector N° 3 (+)	39	P	[A/T] Sensor de temperatura del aceite (-)	74	R	[A/T] Señal del interruptor S2
5	-	-	40	-	-	75	G	[A/T] Señal del interruptor S3
6	-	-	41	P	Masa del sensor oxígeno (Down)	76	-	-
7	Y	Control PCSV	42	-	-	77	-	-
8	W	Salida del relé de arranque (High)	43	L	[A/T] VFS_UD	78	-	-
9	-	-	44	Gr	[A/T] VFS_3SR	79	-	-
10	-	-	45	W	[A/T] VFS_T/CON	80	-	-
11	L	Suministro MAP/FTP	46	R	[A/T] VFS_26B	81	-	-
12	Br	TPS. 1 Señal	47	-	-	82	P	Señal ECTS
13	G	Masa ECTS	48	-	-	83	Br	Masa virtual del sensor oxígeno (Up)
14	-	-	49	-	-	84	L	Velocidad de salida (Suministro) [A/T]
15	L	APS. 2 Suministro	50	-	-	85	W	FPCV (-)
16	-	-	51	Gr	Alternador(PWM)	86	Br	FPCV (+)
17	-	-	52	-	-	87	Y	[A/T] Potencia de la aceleración 1
18	O	Suministro TPS	53	L	Interruptor prueba de freno	88	G	[A/T] Potencia de la aceleración 2
19	Gr	APS. 1 Suministro	54	W	APS. 1 Señal	89	L	[A/T] SS-A
20	-	-	55	-	-	90	-	-
21	-	-	56	Y	APS. 2 Señal	91	-	-
22	B	[A/T] VFS_OD	57	-	-	92	-	-
23	Br	[A/T] VFS_LINE	58	G	[A/T] Reducir marcha	93	-	-
24	Gr	Calificador del sensor oxígeno (Up)	59	G/B	[A/T] Sensor de temperatura del aceite (-)	94	Br	[A/T] Señal del interruptor S1
25	L	Calificador del sensor de oxígeno (Down)	60	B	Masa del sensor de picada	95	Y	Velocidad de salida (Suministro) [A/T]
26	L	[A/T] SS-B	61	R	Señal del sensor de picada	96	R	[A/T] Velocidad de entrada (Suministro)
27	-	-	62	Br/B	APS. 1 Masa	97	-	-
28	-	-	63	B	APS. 2 Masa	98	-	-
29	-	-	64	P	Control inyector N° 1 (-)	99	L	[A/T] Velocidad de entrada (Señal)
30	-	-	65	R	Control inyector N° 4 (-)	100	Br	Velocidad de salida (Señal) [A/T]
31	-	-	66	W	Control inyector N° 2 (-)	101	-	-
32	Gr	Masa TPS	67	Br	Control inyector N° 3 (-)	102	-	-
33	-	-	68	-	-	103	L	Señal del sensor oxígeno (Down)
34	P	TPS. 2 Señal	69	-	-	104	O	Sensor de aceite (Up): Contiene de bombas
35	-	-	70	-	-	105	W	Resistor de puente del sensor oxígeno (Up)

EGGG-AA

PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN	PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN	PIN	COLOR	DESCRIPCIÓN
1	B	Masa	31	G	Interruptor ISG	62	Br	Comunicación LIN
2	B	Masa	32	-	-	63	Gr	Salida RPM del motor
3	R	Potencia de la memoria	33	-	-	64	Br	Entrada de velocidad del vehículo
4	B	Masa	34	-	-	65	-	-
5	R	Potencia de la memoria	35	P	IND. interruptor ISG	66	G	Señal CMPS (Admisión)
6	W	Entrada del relé de control del motor 'ON'	36	Br/O	Control de relé de entrada de escape (de alta velocidad)	67	W	Entrada de la señal de arranque (High active)
7	W	Masa CMPS (Escape)	37	Br	Control de relé de entrada de escape (5-160) (low velocity)	68	P	Entrada ON/START
8	O	Masa del sensor MAP	38	-	-	69	-	-
9	-	-	39	L	CVT/ Escape	70	-	-
10	G	Masa RPS	40	W	Control de la bobina de encendido N°2	71	B/O	Control del relé de arranque (Low)
11	-	-	41	-	-	72	-	-
12	-	-	42	-	-	73	-	-
13	Gr	Suministro CMPS	43	G	Señal BPS	74	B	Control de la bobina de encendido N°4
14	Y	CKPS/BPS Alimentación	44	O	Señal APT	75	W	Entrada del relé de control del motor 'ON'
15	L	Suministro APT/RPS	45	-	-	76	-	-
16	G	Alternador(COM)	46	G	Interruptor de la luz de freno	77	L	C-CAN (Low)
17	-	-	47	G	Señal CMPS (Escape)	78	W, Br	CKPS Masa
18	-	-	48	-	-	79	Br	Señal CKPS
19	-	-	49	Y	Entrada del interruptor de arranque (5-160) (ACTO)	80	Br	Masa CMPS (Admisión)
20	Gr	Control del relé de ventilador de escape (de alta velocidad)	50	L/O	Control de relé de control del motor	81	B	Sensor de velocidad de la rueda (-)
21	-	-	51	L	Control de relé de entrada de escape (5-160) (low velocity)	82	W	Sensor de velocidad de la rueda (+)
22	W	Salida del motor ETC (-)	52	-	-	83	-	-
23	L	Salida ETC (Motor +)	53	-	-	84	-	-
24	B	Masa BPS	54	-	-	85	B	Control V/S
25	Br	Masa APT	55	-	-	86	-	-
26	P	Señal del sensor MAP	56	P	CVT/ Admisión	87	-	-
27	W	Señal RPS	57	G	Control de la bobina de encendido N° 1	88	G/O	IND. de comprobación del motor
28	Y	Señal IAT	58	-	-	89	-	-
29	L/O	Carga eléctrica - desempañador (Alto activado)	59	-	-	90	-	-
30	-	-	60	R	C-CAN (High)	91	R	Control de la bobina de encendido N°3
			61	L/B	IMMO. Línea de datos			

※ [A/T] : Consulte "Sistema de control de la transmisión automática" (SD450)

Figura 3. Pines de la ECU.

Elaboración: Los autores.

Aunque la disposición de los pines puede variar según el fabricante y el modelo del vehículo, aquí hay algunas funciones comunes que suelen estar presentes en los pines de una ECU:

- Alimentación: Los pines de alimentación proporcionan la energía necesaria para que la ECU funcione correctamente. Por lo general, se conectan a la batería del vehículo y suelen ser de 12V.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

- Tierra: Estos pines están conectados al chasis y proporcionan un camino de retorno para la corriente eléctrica. Son fundamentales para el correcto funcionamiento de la ECU y otros componentes eléctricos del vehículo.
- Señales de los sensores: Los pines de entrada reciben señales de varios sensores del motor, como el sensor de posición del cigüeñal (CKP), el sensor de posición del árbol de levas (CMP), el sensor de temperatura del refrigerante (ECT), el sensor de oxígeno (O2), entre otros.
- Salidas a actuadores: Los pines de salida envían señales a los actuadores del motor, como los inyectores de combustible, las bobinas de encendido, la válvula de ralentí, entre otros, para controlar su funcionamiento.
- Comunicación: Algunas ECUs tienen pines dedicados a la comunicación con otros sistemas del vehículo, como el sistema de diagnóstico a bordo (OBD), a través de protocolos como K-Line y CAN Bus.

Es importante tener en cuenta que la disposición exacta de los pines y sus funciones pueden variar según el diseño y la aplicación de la ECU en un vehículo particular. Por lo tanto, es recomendable consultar el diagrama de cableado específico del fabricante del vehículo para obtener información detallada sobre los pines de la ECU. A continuación, las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9 muestran los pines utilizados para el banqueo de ECU.



Figura 4. Pines conectados para el banqueo.

Elaboración: Los autores.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

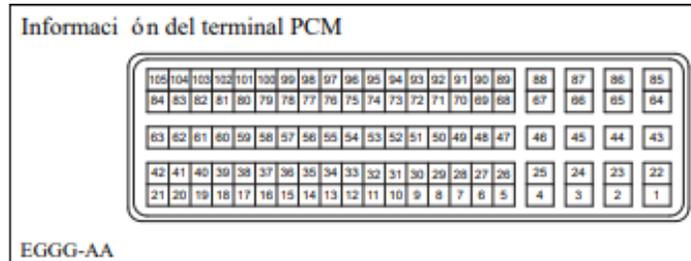


Figura 5. Terminales de diagnóstico.

Elaboración: Los autores.

Pin 13	Masa ECTS
Pin 82	Señal ECTS

Figura 6. Pines utilizados en el diagnostico efectuado.

Elaboración: Los autores.

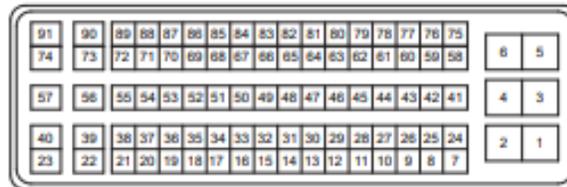


Figura 7. Terminales de diagnóstico.

Elaboración: Los autores.

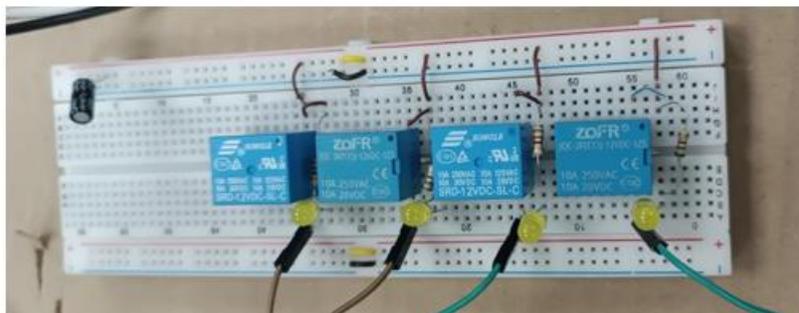


Figura 8. Circuito creado para simulación de bobinas de encendido.

Elaboración: Los autores.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

Pin 2	Masa	Pin 57	Control de la bobina de Encendido No 1
Pin 3	Potencia de la Memoria	Pin 60	C-CAN (High)
Pin 4	Masa	Pin 68	Entrada ON/START
Pin 5	Potencia de la Memoria	Pin 71	Control del Relé de Arranque (Low)
Pin 6	Entrada del Relé de control del motor 'ON'	Pin 74	Control de la bobina de Encendido No 4
Pin 40	Control de la bobina de Encendido No 2	Pin 77	C-CAN (Low)
Pin 50	Entrada del Relé de control del motor	Pin 91	Control de la bobina de Encendido No 3

Figura 9. Distribución de pin.

Elaboración: Los autores.

Se diseñó un circuito para simular el funcionamiento de las bobinas de encendido con el objetivo de confirmar el éxito del proceso de banqueo de la ECU. Este circuito demostró la capacidad de utilizar un escáner para generar señales de activación que pueden ser enviadas por la ECU hacia las bobinas de encendido. Así lo muestra la figura 10.



Figura 10. Ubicación y ejemplificación de bobinas de encendido en un vehículo.

Elaboración: Los autores.

Las figuras 11 y 12, muestran el OBD BRAKE BOX, el cual se refiere a un dispositivo diseñado para interactuar con el sistema de diagnóstico a bordo (OBD) de un vehículo y realizar pruebas relacionadas con el sistema electrónico del vehículo.

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez



Figura 13. Simulación de sensor CKP con circuito implementado.

Elaboración: Los autores.

DISCUSIÓN

Al realizar mediciones detalladas de resistencias y voltajes en los distintos componentes eléctricos internos de la ECU, junto con rigurosas pruebas de funcionamiento, se identificó una desconexión a tierra en un MOSFET crucial. Esta anomalía condujo a diagnosticar que la ECU no estaría emitiendo señales de inyección para el cilindro número 3. Asimismo, al evaluar los voltajes de salida de varios sensores y actuadores, se constató que se encontraban significativamente por debajo de los niveles esperados, al igual que las conexiones a tierra de algunos componentes. Se presume que la raíz de la falla en esta ECU radica en un defecto en el sistema de puesta a tierra.

Sin embargo, se lograron realizar todas las conexiones necesarias para activar la ECU, lo cual representó un avance significativo para acceder al sistema con la asistencia de un escáner. Para garantizar un proceso sin contratiempos, se realizó una prueba preliminar utilizando un escáner básico. Esto permitió verificar que la ECU almacenaba varios códigos de falla, confirmando así el correcto funcionamiento de la memoria de errores. Una vez confirmada la conexión de la ECU, se procedió a acceder al sistema utilizando un escáner más avanzado. Con este dispositivo, se logró simular la operación de las bobinas de encendido del vehículo en cuestión. Además, se utilizó un

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

osciloscopio para analizar la forma de onda de la red CAN, tal como se señala en la figura 14.

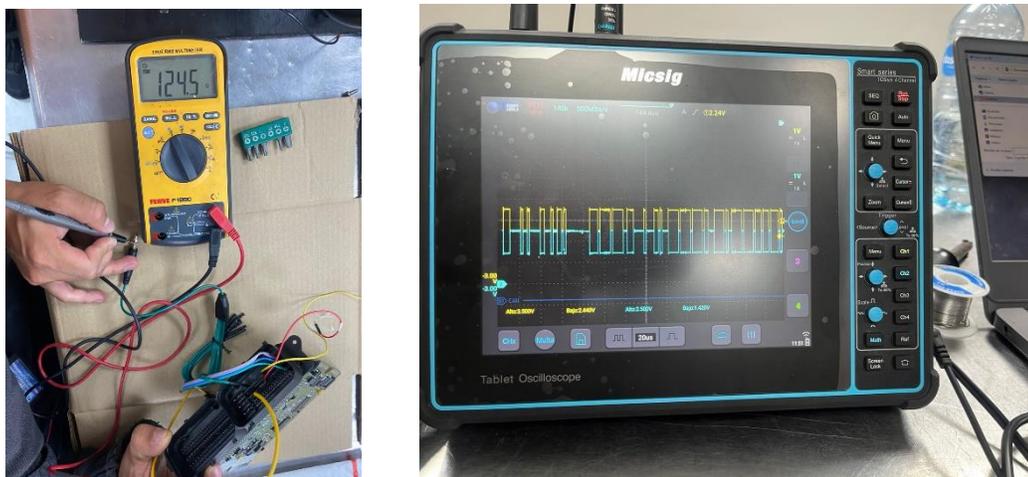


Figura 14. Comprobación de resistencia de red CAN con medición de onda en osciloscopio.

Elaboración: Los autores.

CONCLUSIONES

El proyecto ha demostrado un entendimiento de las complejidades de las ECUs y su papel vital en el sistema de gestión del motor de los vehículos. A través de la investigación detallada y la implementación de circuitos especializados, se logró simular con éxito el funcionamiento de componentes como las bobinas de encendido, validando así el proceso de banco de la ECU.

Las pruebas rigurosas realizadas, incluyendo mediciones detalladas de resistencias y voltajes, han revelado anomalías cruciales como la desconexión a tierra en un MOSFET, proporcionando una comprensión más profunda de las posibles fallas en la ECU. Esta identificación de problemas es fundamental para el mantenimiento y la resolución de fallos en vehículos modernos.

En resumen, este proyecto ha contribuido significativamente al avance en la

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

comprensión y manipulación de las ECUs para la gestión del motor, estableciendo una base para futuras investigaciones y aplicaciones en el campo de la ingeniería automotriz.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos los especialistas que nos brindaron las asesorías respectivas para la ejecución de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Agredo, M., Quintana, J., y Florez, J. (2015). Diseño y pruebas de un sistema de monitoreo y supervisión para una máquina universal de ensayos. [Design and testing of a monitoring and supervision system for universal testing machine]. *Prospectiva*, 13(2), 25-37. <https://n9.cl/v2cmg6>
- Carrion, R., Castillo, J., Díaz, D., y Briceño, B. (2022). Análisis termográfico de un motor de encendido provocado, inducido a fallas mediante la aplicación de diseño de experimentos (DoE). [Thermographic analysis by design of experiments (DoE) of a fault-induced spark-ignition engine]. *Información tecnológica*, 33(1), 181-192.
- Guanipa, M., y Guillen, H. (2007). Mecatrónica como disciplina académica en la formación profesional del ingeniero mecánico. [Mechatronics as an academic discipline in the professional training of the mechanical engineer]. *Télématique*, 6(1), 107-143. <https://n9.cl/lo6uy>
- Henríquez, C. (2010). Sistema de control de acceso basado en Java Cards y Hardware libre. [Access control system based on Javacards and Hardware Free]. *PROSPECTIVA*, 8(2), 63-68. <https://n9.cl/0zyd7>
- López, A., Torres, F., Pla, B., Romero, B., y Bravo, D. (2022). Metodología para inferir el mapa de desempeño y el consumo de combustible de un motor de combustión interna alternativo. [Methodology for inferring the performance map and fuel

Esteban Alejandro Proaño-García; Dennis Iván Pérez-Aldás; Andrés Sebastián Jarrín-Gutiérrez

consumption of an alternative internal combustion engine]. *Revista Digital Novasinerгия*, 5(1), 43-60. <https://n9.cl/prsxq>

Rodríguez, A., Vento, J., y Inouye, R. (2018). Implementación de una herramienta de diagnóstico OBD-II sobre CAN-BUS con Arduino. [Implementation of an OBD-II diagnostics tool over CAN-BUS with Arduino]. *Sistemas & Telemática*, 16(45), 45-53. <https://n9.cl/mawx7>

Simbaña, W., Caiza, J., Chávez, D., y López, G. (2016). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo remoto del motor de un vehículo basado en OBD-II y la plataforma arduino. [Design and implementation of a remote monitoring system of a vehicle's engine based on OBD-II and the arduino platform]. *Revista Politécnica*, 37(1), 1-10. <https://n9.cl/h3fu2>

Vega, J., Sánchez, F., Salgado, G., Cosme, J., Tapia, V., y Lagos, M. (2020). Red de monitorización para automatizar el sistema de enfriamiento de un centro de datos. [Monitoring network to automate the cooling system of a data center]. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 24(2020), 87-96. <https://n9.cl/zs7c8>

Vidal, C., Lineros, M., Uribe, G., y Olmos, C. (2019). Electrónica para todos con el Uso de arduino: Experiencias positivas en la Implementación de soluciones Hardware-Software. [Electronics for everybody using arduino: Positive experience in the Implementation of Hardware-Software solutions]. *Información tecnológica*, 30(6), 377-386. <https://n9.cl/tryeg>

Villada, F., Parra, D., y Ocampo, G. (2007). Estudio del comportamiento de motores de inducción ante fallas estatóricas. [Study of the behavior of induction motors under stator faults]. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (40), 76-94. <https://n9.cl/lf97pg>