

Aplicación de softwares y plataformas digitales para el diagnóstico automotriz preciso; aprovechando el análisis de datos del fabricante

Application of softwares and digital platforms for precise automotive diagnosis; leveraging manufacturer data analysis.

Aplicación de softwares y plataformas digitales para el diagnóstico automotriz preciso; aprovechando el análisis de datos del fabricante

Application of softwares and digital platforms for precise automotive diagnosis; leveraging manufacturer data analysis.

Fabian Eduardo Vilema Chuiza¹
Silvia Valeria Castelo Quinde²

¹ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, fabian.vilema@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, silvia.castelo@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

La evolución de la industria automotriz, trae consigo el incremento de sistemas electrónicos en el automóvil, permitiendo que el proceso de diagnóstico sea más complejo y tome un cambio drástico viendo la necesidad de aplicar herramientas computacionales que permitan reducir las etapas en el diagnóstico electrónico. El presente estudio tiene como objetivo principal analizar la eficiencia del diagnóstico automotriz aplicando plataformas digitales del fabricante en específico, las mismas que permitan direccionar el análisis de los DTC que se localicen durante la etapa de experimentación del vehículo en estudio, considerando que las plataformas de diagnóstico automotriz propias del fabricante ofrecen, análisis de diagramas eléctricos, manuales de reparación, procesos de reprogramaciones para las ECU además de identificar los procesos de averías en donde se aprecian datos exactos que permitan conocer cada uno de los procesos establecidos para los casos en donde la electrónica del automóvil presenta defectos teniendo como consecuencia el funcionamiento fuera de rango del sistema afectado. Para el caso de estudio se procede con la extracción de códigos de avería en un vehículo MHEV de marca KIA, modelo STONIC del año 2024, el cual presenta fallos en la carga de la batería de baja tensión, siendo necesario aplicar los procesos establecidos por el fabricante en su plataforma digital. El método científico aplicado es del tipo cuantitativo con enfoque no experimental considerando que se tomara muestras de información de la unidad de control electrónica de la batería de alta tensión del vehículo pueda entregar bajo estados de fallo y funcionamiento ideal.

Palabras claves: BMS, KIA, software, plataforma, BAS, MHEV

ABSTRACT

The evolution of the automotive industry brings with it the increase of electronic systems in the car, allowing the diagnostic process to be more complex and take a drastic change seeing the need to apply computational tools that allow to reduce the stages in the electronic diagnosis. The main objective of this study is to analyze the efficiency of the automotive diagnosis by applying digital platforms of the manufacturer in particular, the same ones that allow to direct the analysis of the DTC that are located during the experimentation stage of the vehicle under study, considering that the automotive diagnostic platforms of the manufacturer offer analysis of electrical diagrams, repair manuals, reprogramming processes for the ECUs in addition to identifying the breakdown processes where exact data is appreciated that allow to know each one of the processes established for the cases where the electronics of the car present defects resulting in the out-of-range operation of the affected system. For the case study, fault codes are extracted from a KIA brand MHEV vehicle, STONIC model from 2024, which presents faults in the charging of the low voltage battery, being necessary to apply the processes established by the manufacturer in its digital platform. The scientific method applied is of the quantitative type with a non-experimental approach considering that information samples will be taken from the electronic control unit of the vehicle's high voltage battery that can deliver under fault states and ideal operation.

Keywords: BMS, KIA, software, platform, BAS, MHEV

Recibido: Agosto 2024
Received: August 2024

Aceptado: Diciembre 2024
Accepted: December 2024

1. INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha experimentado un auge tecnológico sin precedentes en los últimos años, impulsado por la creciente integración de electrónica en los vehículos. La implementación de sistemas embebidos ha revolucionado el sector, brindando mayor confort a los ocupantes, optimizando el rendimiento de los motores mediante sistemas de inyección electrónica y abriendo las puertas a la conectividad avanzada con la incorporación de sistemas de telemetría. Estos avances, sin embargo, han incrementado la complejidad de las redes de comunicación dentro del vehículo, lo que presenta nuevos desafíos tanto para los fabricantes y técnicos automotrices [1].

En los vehículos modernos, del 100 por ciento de la totalidad del tiempo dedicado al trabajo, el 70 representa el tiempo empleado en el diagnóstico o identificación de averías, mientras que el 30 por ciento se lo emplea para resolver los fallos localizados en la etapa de análisis en el vehículo, todo esto debido a la complejidad de los sistemas eléctricos y electrónicos que involucran su funcionamiento, tomando en cuenta la gran cantidad de módulos de control electrónico que permiten el funcionamiento del vehículo. Cada uno de estos sistemas realizan acciones destinadas a diferentes trabajos mediante la unidad de control electrónico más conocida como ECU, comunicándose entre otras ECUs a través de las redes CAN (Controller Area Network), garantizando el funcionamiento efectivo y coordinado de la totalidad de los sistemas del vehículo [2], [3].

Con la evolución de la tecnología automotriz, se ha visto necesario la aplicación de métodos de diagnóstico y obtención de datos desde las unidades de control electrónico considerando que el diagnóstico óptimo evita que se provoque accidentes que puedan ocasionar lesiones graves a los ocupantes y por otra parte defectos mayores en los mecanismos de control en donde se presentan las averías en el vehículo [4]. Para resolver esta necesidad, los desarrolladores de vehículos y equipos de diagnóstico han desarrollado softwares capaces de obtener la información de trabajo, como los DTCs (Diagnostic Trouble Code), lectura de datos en vivo, oscilogramas de trabajo, permitiendo así alcanzar parámetros que permitan analizar de manera eficiente los síntomas generados por el funcionamiento deficiente de un determinado

componente que forma parte de la electrónica de control [5].

El diagnóstico electrónico automotriz avanza a la par de la sofisticación tecnológica del sector automotriz, adaptándose a la creciente complejidad de los sistemas computarizados que integran los vehículos modernos. La incorporación de un mayor número de sistemas integrados exige herramientas de análisis y almacenamiento de datos más sofisticadas, como softwares computacionales, que permiten optimizar el proceso de localización de averías y obtener resultados más eficientes en el proceso de diagnóstico de las averías [6], [7].

En la actualidad, en los vehículos, la conectividad con los equipos de monitoreo o diagnóstico es una característica estándar, en los que no solo es posible obtener códigos de fallo o lograr visualizar los parámetros de funcionamiento de las diferentes unidades de control mediante el estándar OBD (On Board Diagnostics) diagnóstico a bordo, que en sus inicios fue el OBD I, mientras que en la actualidad cumple normativa OBD II, hoy en día los softwares de diagnóstico computacionales y las plataformas digitales, permiten la conectividad con la web para lograr restablecer valores de fábrica actualizadas de las unidades de control electrónico conocidas como reprogramaciones en línea o actualizaciones de software [8].

Ante una avería del tipo electrónica el conductor toma contacto con el técnico automotriz, siendo el experto en el área de aplicación el encargado en el diagnóstico de la avería, para lo cual requiere realizar sus análisis mediante la toma de datos de trabajo, a partir de un DTC que le permita encaminar el proceso de solución de la falla que puede tener como resultado el mantenimiento preventivo o correctivo de los componentes que formen dicho sistema de fallo [9], pero no todo es así de simple, esto conlleva la comparación de valores de trabajo y diagramas eléctricos en donde es de suma importancia la aplicación de plataformas digitales y softwares computacionales que permitan comparar la información extraída del vehículo con la obtenida directamente del fabricante mediante diferentes modos de funcionamiento ya sea KOE (Key On Engine Off) o KOER (Key On Engine Run) [10].

2. MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Escáner y software de diagnóstico KIA KDS GDS

La evolución de los procesos de diagnóstico automotriz, en los que se incluye tanto los softwares de diagnóstico, escaners automotrices y plataformas digitales, han permitido que cada componente que se ubica en el vehículo en la parte electrónica, sea verificado mediante rutinas de diagnóstico, las mismas que permitan probar la funcionalidad de los mismos [8]. Los sistemas OBD II son los que predominan en los vehículos modernos, haciendo posible la extracción de datos mediante conectores de diagnóstico de 16 clavijas [8]. Para el diagnóstico del vehículo KIA STONIC MHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle) se emplea un software original de fabricante como es el KIA KDS GDS como se observa en la figura 1, permitiendo la extracción de flujo de datos y códigos de avería de los diferentes módulos de control de los vehículos KIA.



Figura 1. Escáner de diagnóstico KIA GDS

Vehículo Kia Stonic 1.0 T - GDi MHEV

El vehículo empleado para el estudio es un Kia Stonic 1.0 T - GDi MHEV, al hablar del motor de combustión interna se puede decir que posee una potencia máxima de 99 Hp a 4500 rpm y torque máximo de 172 nm a 4000 rpm, un sistema de válvulas con 12 válvulas DOHC, cuyo consumo de combustible es de 69 Km/gl. Está constituido por un motor de combustión interna a gasolina de tres cilindros, con una estrategia que permite el control y reducción del consumo de combustible durante la etapa de ralentí y permitiendo generar electricidad en la etapa de desaceleración aprovechando la energía cinética [11].

El sistema MHEV está constituido por una batería compacta basada en iones de litio y polímeros con

un voltaje total de 48 V, mientras que el MHSG (unidad generador-motor de arranque mild-hybrid) permite que se prolongue el periodo de inactividad del vehículo. El MHSG se encuentra conectado al cigüeñal del MCI mediante una banda, permitiendo así los cambios a los modos generador o motor dependiendo las circunstancias de trabajo, en el instante que el MHSG trabaja como motor, en la etapa de la aceleración, este componente proporciona impulsos con energía eléctrica lo cual permite reducir la carga de motor a su vez como se mencionó disminuir las emisiones contaminantes. En el instante de la desaceleración del vehículo el MHSG cambia al modo de generador permitiendo recuperar la energía y recargar la batería de 48 V. En el interior del MHSG se ubica el inversor que se encarga de transformar la corriente de DC a AC para el instante de trabajo en modo motor eléctrico, mientras que la transformación de corriente de AC a DC es empleada para la carga de las baterías en el instante de la desaceleración del vehículo.

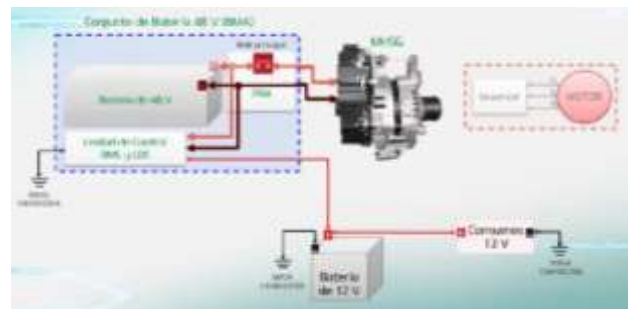


Figura 2. Funcionamiento del sistema MHEV Kia Stonic

El vehículo tomado para la parte experimental presenta una avería en donde el indicador de carga de la batería de 12 voltios o auxiliar, permanece encendido constantemente. En la figura 3 se observa los indicadores de la batería de 12 voltios y la de 48 V se encuentran encendidos con el vehículo en funcionamiento.



Figura 3. Indicador 12 V y 48 V Kia Stonic



Para el desarrollo del presente trabajo, se procede con la revisión de fuentes bibliográficas de trabajos relacionados en torno a la temática de estudio en donde se aprecian procesos de diagnóstico automotriz, que involucran la aplicación de softwares automotrices en vehículos modernos en donde los sistemas embebidos han logrado evolucionar la industria. Uno de los principales trabajos que se ha tomado como referencia es el artículo "Optimized Automotive Fault Diagnosis based on Knowledge Extraction from Web Resources" [12] en donde se resalta la importancia del diagnóstico automotriz fiable, considerando que la mayor parte de la resolución de una avería se encuentra en el diagnóstico, el trabajo en mención hace referencia a cada uno de los puntos de análisis en la etapa de diagnóstico, iniciando con el proceso manual para la parte mecánica, hasta culminar con el electrónico, empleando equipos y datos OEM (Original Equipment Manufacturer) que permitan obtener mejores resultados y alcanzar el 100 % de la eficiencia en la resolución de averías. El artículo "Real Time Diagnostics in the Automotive Industry over the Internet" [13] permite conocer la obtención de información y datos del vehículo obtenidos mediante el proceso de monitoreo a través de interfaces en donde la aplicación de las IoT (Internet de las cosas) en el mundo moderno de la industria automotriz es muy importante, haciendo énfasis a la interconexión entre vehículo con equipos de diagnóstico y plataformas digitales que aportan a la solución de averías de forma general. Este estudio permite conocer que mediante la interconectividad hace posible reducir los tiempos de diagnóstico a diferencia de los procesos empíricos aplicado en talleres en donde no se tiene equipos especializados.

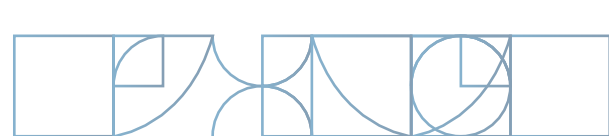
Otros estudios como [14], [15], permiten conocer los resultados de diagnóstico automotriz aplicando procesos digitales para el análisis de datos del vehículo en tiempo real, durante la etapa de funcionamiento en el instante de la prueba de ruta, en donde se aprecia que las pruebas a realizarse inician con un indicador de avería que se presenta en el panel de instrumentos del vehículo. A partir de este punto la comparativa de datos monitoreados por el equipo de diagnóstico y el manual de servicio permite corroborar en un 100 % la exactitud de parámetros medidos y la detección de avería. La comparación de información es empleada para solucionar las averías en el menor tiempo posible, sin necesidad de incluir con múltiples análisis

incensarios que sean confusos con los datos alcanzados en los monitoreos.

Los estudios planteados en los artículos [6], [16] dan a conocer los métodos de diagnóstico automotriz, en donde la sistematización de la información demuestra que establecer procesos comparativos entre datos del vehículo y fabricante permite resolver los problemas con mayor facilidad. Extraer datos por medio de OBD, y tratados de manera cuidadosa permite el procesamiento y gestión de los parámetros en tiempo real y logrando una comparativa con datos que en muchos casos se encuentra en la web o incluso en paquetería informática de forma genérica, considerando que los datos OEM son los que se debe tomar con mayor precisión.

El método que ha permitido sustentar el estudio realizado para la aplicación de softwares y plataformas digitales para el diagnóstico automotriz preciso; aprovechando el análisis de datos del fabricante es el método cuantitativo, el mismo que permite la toma de datos de diagnóstico tanto de la plataforma digital del fabricante y contrarrestar la información con los datos obtenidos en el monitoreo del vehículo, para el caso de estudio que se ha planteado para la aplicación de diagnóstico automotriz aplicando plataformas digitales. Esto permite realizar la comparación de los valores teóricos proporcionados por el fabricante y los parámetros con los cuales se encuentra trabajando resultado de la avería presentado por DTC P0A9400, código que representa la descripción "Dc/Dc Converter performance", lo que determina un mal rendimiento en el convertidor de corriente continua para la carga de la batería de 12 voltios considerada de baja tensión en el vehículo en estudio.

Para aplicar el método mencionado se procede a extraer el código de avería de un vehículo MHEV Kia Stonic del año 2024, debido a que presenta anomalías en el circuito de baja tensión ya que se encuentra el indicador de la batería de 12 voltios encendido constantemente, considerando que el tipo de tecnología de este vehículo está constituido por un motor/generador (MHSG) en el mismo que viene incorporado el inversor el MHSG puede trabajar como motor eléctrico cuando el vehículo requiere adicionar potencia o a su vez de generador para la carga del conjunto de baterías, paquete de baterías de 48 V encargado en hacer trabajar al





MHSG como motor eléctrico, en el conjunto de baterías se encuentra ubicado en un solo grupo la BMS (Battery Management System) y el convertidor electrónico LDC (CC-CC), este último componente permite que se realice la carga de energía en la batería auxiliar. La información del DCT se presenta en la tabla 1, en donde se detalla el código de avería, la descripción y las posibles soluciones.

Tabla 1. Análisis del DCT obtenido en el escaneo.

DTC	Descripción	Posible solución
P0A9400	DC/DC Converter Performance	Falso contacto of MHSG o 12 v.
		MHSG defectuoso.
		Controlador BMS + LDC en mal estado

El proceso de reparación de este código de averías, se procede a obtener mediante la aplicación de softwares y plataformas digitales que nos permitan obtener la información detallada de solución de los DTC encontrados, ubicando cada uno de los parámetros establecidos para el funcionamiento, en este caso del funcionamiento de la parte híbrida del vehículo.

3. RESULTADOS

El análisis de la información generada por las unidades de control electrónico es importante para obtener los parámetros por donde se direcciona las averías de los diferentes componentes de los vehículos, esto permite direccionar el diagnóstico ya que con tanta electrónica incrustada en la actualidad no se permite realizar un monitoreo sin un equipo que permita obtener el flujo de datos en vivo de cada una de las ECU, considerando que los vehículos llegan a alcanzar alrededor de 150 unidades de control electrónico y un total de 100 millones de líneas de código las mismas que deben ser tratadas con todo el cuidado durante el diagnóstico [17].

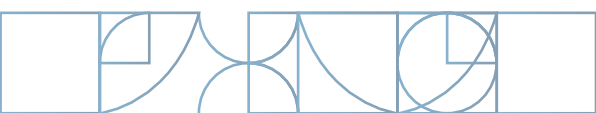
Para determinar el problema que genera el código de avería P0A9400 cuya descripción es “DC/DC Converter Performance”, es la obtención del flujo de datos de la BSA (BMS + LDC) del vehículo mediante el escáner de diagnóstico automotriz KIA KDS GDS, en donde se aplica el software de diagnóstico

automotriz de fábrica el mismo que permite la obtención de todos los parámetros en vivo del vehículo Kia Stonic. La tabla 2 muestra los principales datos extraídos para el análisis del código de avería en a resolver.

Tabla 2. Parámetros principales tomados de la BMS del vehículo KIA STONIC.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
Relé de batería 48 V (Solicitud)	CLOSED	
Relé de batería 48 V (Corriente)	CLOSED	
Modo LDC (Solicitud)	FORWARD	
Modo LDC (Corriente)	FORWARD	
Modo MHSG (Solicitud)	TORQUE	
Modo MHSG (Corriente)	CTRL	
Velocidad del rotor MHSG	3104	RPM
Corriente del MHSG	-9	A
Voltaje del MHSG	43,88	V
Par de MHSG	-2,4	Nm
Corriente de batería de 48V	0	A
Estado de carga de batería de 48V	46	%
Voltaje de batería de 48 V	43,8	V
Corriente de LDC (12 V)	10	A
Corriente de LDC (48 V)	7	A
Voltaje de LDC (12V)	11,6	V
Voltaje de LDC (48 V)	43,8	V
Punto de ajuste de voltaje de carga de LDC de 12 V	14,3	V
Punto de ajuste de voltaje de carga de LDC de 48 V	46	V

Con los datos obtenidos durante el monitoreo de la BMS del vehículo, en el análisis del funcionamiento del sistema MHEV se procede a realizar las comparaciones de datos aplicando la plataforma digital <https://www.kia-hotline.com/euro5/login.tiles>, la misma que permite visualizar los valores determinados por la ingeniería del vehículo con la finalidad de obtener descripciones de los DCT, causas, rutas de diagnósticos junto con los valores



de trabajo de acuerdo a cada código de fallo. Analizando en la plataforma digital el DTC P0A9400 muestra la ruta de diagnóstico inicial en donde se observa la tabla 3, la misma que muestra los valores de carga de la batería auxiliar o 12 V y la batería de 48 voltios.

Tabla 3. Datos referenciales para análisis del código de avería P0A9400.

Nombre del sensor	Valor	Unidad
48 V Battery Voltage	44,2	V
48 V Battery SOC	49,5	%
48 V Battery Pack Voltage	44,18	V
HS LDC Internal Voltage	43,95	V
HS Voltage	43,93	V
LS LDC Internal Voltage	14,17	V
Ls Voltage	13,9	V
Auxiliary Cell Voltage	13612	mV

Comparando los valores obtenidos durante el monitoreo del vehículo en funcionamiento con los valores proporcionados por el fabricante para determinar las averías que permiten ocasionar el código P0A9400, se presenta la tabla 4 en donde se observa que la batería de 48 voltios se encuentra trabajando correctamente por lo que considerando los niveles de SOC (estado de carga) ya que el fabricante proporciona un SOC del 50 % para un valor de voltaje de 44.2 V, mientras en el dato de escáner muestra un valor de SOC de 46 % para un valor de SOC de 43.8 V en el instante del monitoreo en tiempo real, en toda esta comparativa se observa la variación notable del sistema de carga de batería auxiliar en donde el dato de fabricante determina que el valor proporcionado para la carga debe aproximarse los 14 V, considerando que el punto de ajuste de voltaje de carga de LDC de 12 V es de 14.3 V, en el análisis se aprecia que el valor es de 11.6 V, este parámetro fuera de rango hace posible que se

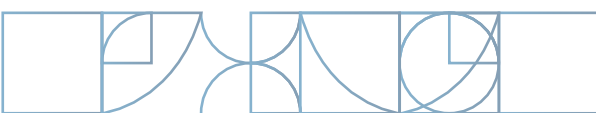
realicen pruebas a los componentes que forman parte de este círculo de trabajo.

Tabla 4. Comparación resultados de monitoreo vs datos de plataforma digital.

Valores obtenidos de la plataforma digital		Valores obtenidos en tiempo real		
Nombre del sensor	Valor	Unidad	Valor	Unidad
48 V Battery Voltage	44,2	V	43,8	V
48 V Battery SOC	49,5	%	46	%
48 V Battery Pack Voltage	44,18	V	43,8	V
HS LDC Internal Voltage	43,95	V	43,95	V
HS Voltage	43,93	V	43,8	V
LS LDC Internal Voltage	14,17	V	11,6	V
Ls Voltage	13,9	V	11,6	V
Auxiliary Cell Voltage	13612	mV		

Al analizar los valores comparativos se toma en cuenta que se genera la ruta de diagnóstico en donde se determina que si los parámetros se encuentran tal cual se presentan en la tabla 4, las posibles causales pueden ser falsos contactos en los conectores de todo el grupo de alta tensión, incluyendo BMS, conectores de batería con corrosión, contaminados o deteriorados, para lo cual se debería realizar el respectivo procedimiento de reparación.

El valor comparativo que marca diferencia es de carga de la batería auxiliar, considerando que se debería tener aproximadamente 14 V y el monitoreo presenta 11.6 V, para variaciones de este parámetro, la ruta de diagnóstico del código P0A9400, determina revisar los cableados entre la batería de 48 V desde la salida de baja tensión hasta la batería auxiliar. La figura 4 muestra la ubicación de conectores de la batería de 48 V y 12 V del vehículo Kia Stonic.



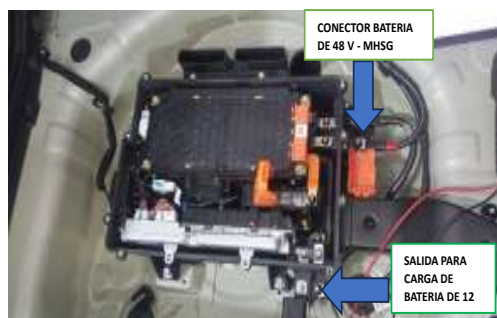


Figura 4. Ubicación conectores del pack de baterías de 48 V y 12 V

Ubicando el conector de la salida desde la batería de 48 V hasta la batería auxiliar, se realiza verificaciones al cableado de conexión con el conector liberado con la batería de alto voltaje

Con el conector positivo desconectado y la ignición en ON, se procede a verificar que el voltaje existente se encuentre en un rango de 11.5 voltios hasta los 14.5 V, en el caso del vehículo con avería se presenta la lectura de los 11.6 voltios, además con la ignición en OFF, se procede a verificar la resistencia de la línea de masa con el chasis del vehículo teniendo en consideración que el valor a obtener deber ser inferior al 1 Ohm aproximadamente, el valor obtenido en la verificación es de 0.8 Ohm, lo que determina que el parámetro obtenido en la verificación se encuentra en el rango establecido para el análisis. La figura 8 muestra la verificación del voltaje con el conector desconectado en la línea de 12 voltios. La figura 5 muestra la medición obtenida del voltaje con los conectores desconectados desde la batería de 48V hasta la de 12V



Figura 5. Verificación de voltaje de 12 voltios con conectores desconectados.

Los valores obtenidos en el proceso de verificación con el conector de conexión de la línea de 12 Voltios determinan que no se tiene fallos en conexiones o circuitos del sistema, por lo que el problema central se basa en el módulo BSA (Ensamblaje de Sistemas de Baterías) que es desde donde nace el voltaje de baja tensión para la carga de la batería de 12 V.

La figura 6 muestra la ubicación del módulo BSA que es donde se engloba la BMS y el LDC, siendo el LDC el que se encarga en convertir la corriente DC – DC para la carga de la batería auxiliar o 12 V.



Figura 6. Ubicación del módulo BSA (BMS +LDC) en el pack de baterías de 48 V.

Al hablar del LDC se considera que es un convertidos CC-CC de bajo voltaje y alta potencia, siendo de mucha importancia en el funcionamiento de los sistemas auxiliares de los vehículos tanto híbridos como eléctricos debido a que es el componente encargado en transferir el alto voltaje de las baterías a la de baja tensión y posterior a los sistemas de control [18].

Para verificar el fallo de la BSA se presenta la figura 7, dividido en dos secciones, en donde en la 1 se observa la vista exterior del módulo, mientras que en la 2 se aprecia la plaqueta electrónica. Al analizar la el conjunto de componentes electrónicos que forman la BSA se visualiza componentes cortocircuitados los cuales no permiten que el LDC realice el proceso de carga a la batería auxiliar.

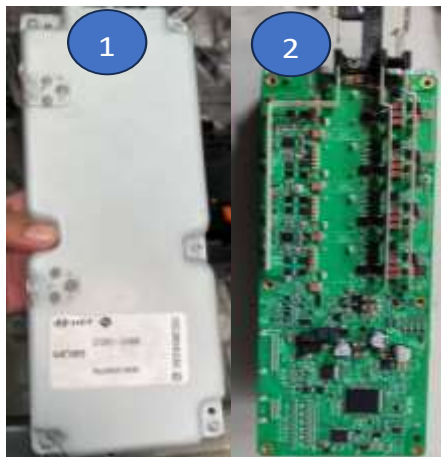


Figura 7. Vista exterior e interior de la BSA del vehículo Kia Stonic.

La sustitución de la BSA permite que la batería de 12 voltios reciba la carga necesaria para mantener el voltaje estable que logre que los sistemas auxiliares del vehículo funcionen correctamente y no exista disminución de tensión que ocasione que el vehículo presente fallos que incluso pueden ocasionar accidentes a los ocupantes.

4. DISCUSIÓN

Como se planteó al inicio del estudio el propósito principal es emplear softwares y plataformas digitales que permitan el diagnóstico automotriz, aplicando en un caso de estudio en donde el vehículo presenta una avería en el sistema de carga de baja tensión, se dice baja tensión a la batería de 12 voltios o auxiliar, ya que el estudio se aplica en vehículo MHEV el cual posee un sistema eléctrico controlado por 48 V.

Los datos obtenidos del flujo de información en tiempo real de 11.6 V, comparados con los valores determinados por el fabricante para funcionamiento óptimo que es de 14 voltios, valores obtenidos de la plataforma digital del fabricante para vehículos Kia <https://www.kia-hotline.com/euro5/index.tiles>, determina que existe un fallo en el sistema de carga de la batería de 12V.

Para este proceso el fabricante en su plataforma digital establece un procedimiento que permite evitar errores en el diagnóstico, es así que al encontrar valores fuera de rango en "Voltaje de LDC" en el vehículo Kia Stonic en la fase experimental, se procede a verificar el voltaje y resistencia con los

conectores desconectados a la salida de la carga de 12 V, obtenido como resultado 11.6 V observados en la figura 6, y la resistencia entre la masa del conector con la de chasis de 0.8 Ohm, con esta medición, el punto a verificación final es la BSA, considerando que en cuyo interior se encuentra el componente LDC que es el encargado en transmitir la corriente CC – CC para la batería de 12 V.

Con la sustitución de la BSA se verifica que el indicador de carga del vehículo se apaga al instante de encenderlo, por lo que el valor generado en el flujo de datos del escáner automotriz KIA GDS alcanza los 14.1 voltios siendo el necesario para la cargar la batería que controla los sistemas auxiliares del vehículo. La tabla 5 muestra los valores de trabajo del sistema posterior a la sustitución del módulo BSA.

Tabla 5. Valores comparativos posterior sustitución del módulo BSA

Valores obtenidos de la plataforma digital			Valores obtenidos en tiempo real	
Nombre del sensor	Valor	Unidad	Valor	Unidad
48 V Battery Voltage	44,2	V	43.8	V
48 V Battery SOC	49,5	%	48	%
48 V Battery Pack Voltage	44,18	V	43,8	V
HS LDC Internal Voltage	43,95	V	43,95	V
HS Voltage	43,93	V	43,8	V
LS LDC Internal Voltage	14,17	V	14.1	V
Ls Voltage	13,9	V	14.1	V
Auxiliary Cell Voltage	13612	mV		

5. CONCLUSIÓN

En la actualidad para el diagnóstico de vehículos híbridos y eléctricos, se debe contar con equipos especializados para el monitoreo de los parámetros de las diferentes unidades de control electrónico, además de tener a la mano información técnica especializada que permita enrutar las averías a partir de los distintos DTC, teniendo como consecuencia la reducción de tiempos en los diagnósticos mediante la comparación de valores en tiempo real vs los entregados por el fabricante.

Los convertidores CC-CC cumplen un papel importante en la generación de energía que abastece a los sistemas auxiliares del vehículo, estos sistemas se encargan en transformar la corriente de alto a bajo voltaje de alta potencia por lo que se les conoce como LDC, es por eso que una falla de estos componentes que se encuentran en el interior de la BSA hace posible que exista averías considerables no solo en el sistema de carga de la batería, sino también en sistemas asociados que requieren mantener la carga estable para el funcionamiento.

El funcionamiento óptimo del MHSG que forma parte del sistema MHEV cumple un papel importante, debido a que al fallar el inversor que se encuentra en el interior del MHSG, no permitirá la carga de la batería de alta tensión, y esto a su vez se verá replicado en el voltaje inexistente para la carga de la batería auxiliar.

Al analizar el BSA y encontrar cortos circuitos en su interior permite concluir que los elevados consumos de corriente o mala manipulación de los sistemas provoca las fallas en estos módulos de control, si se habla de mala manipulación, uno de los consejos es aislar las líneas de alta tensión al instante de realizar trabajos de soldadura en el vehículo, además de evitar cortos circuitos que puedan afectar el fallo en los componentes electrónicos de la BSA.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. I. Venceslau de Souto, Á. Barbosa da Rocha, R. N. C. Duarte, and E. de Moura Fernandes, "Design and Implementation of an Embedded Data Acquisition System for Vehicle Vertical Dynamics Analysis," *Sensors*, vol. 23, no.

23, p. 9491, Nov. 2023, doi: 10.3390/s23239491.

[2] X. Yang, "Framework of Electric Vehicle Fault Diagnosis System Based on Diagnostic Communication," *International Journal of Engineering*, vol. 37, no. 6, pp. 1194–1207, 2024, doi: 10.5829/IJE.2024.37.06C.16.

[3] A. Chin, P. Wolf, and J. Tian, *A Cloud IoT Edge Framework for Efficient Data-Driven Automotive Diagnostics*. 2019.

[4] J. P. Nieto González, "Vehicle fault detection and diagnosis combining an AANN and multiclass SVM," *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, vol. 12, no. 1, pp. 273–279, Feb. 2018, doi: 10.1007/s12008-017-0378-z.

[5] D. G. Vrachkov and D. G. Todorov, "Automotive Diagnostic Trouble Code (DTC) Handling over the Internet," in *2018 IX National Conference with International Participation (ELECTRONICA)*, IEEE, May 2018, pp. 1–3. doi: 10.1109/ELECTRONICA.2018.8439702.

[6] L. P. De Oliveira, M. A. Wehrmeister, and A. S. De Oliveira, "Systematic Literature Review on Automotive Diagnostics," in *Brazilian Symposium on Computing System Engineering, SBESC*, IEEE Computer Society, Nov. 2017, pp. 1–8. doi: 10.1109/SBESC.2017.7.

[7] H. Jie, L. Changlin, Y. Fuwu, and Z. Zeyang, "The development of vehicle diagnostic system based on Android platform," in *2015 International Conference on Connected Vehicles and Expo, ICCVE 2015 - Proceedings*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2016, pp. 42–47. doi: 10.1109/ICCVE.2015.7.

[8] J. Nagy and I. Lakatos, "The Past, the Present and the Future of Online Road



Vehicle Diagnosis from Car and Scan Tool Communication Perspective,” 2023. doi: 10.3233/ATDE230419.

[9] J. Pavlopoulos *et al.*, “Automotive fault nowcasting with machine learning and natural language processing,” *Mach Learn*, vol. 113, no. 2, pp. 843–861, Feb. 2024, doi: 10.1007/s10994-023-06398-7.

[10] A. Theissler, “Detecting known and unknown faults in automotive systems using ensemble-based anomaly detection,” *Knowl Based Syst*, vol. 123, pp. 163–173, May 2017, doi: 10.1016/j.knosys.2017.02.023.

[11] A. Rick and B. Sisk, “A Simulation Based Analysis of 12V and 48V Microhybrid Systems Across Vehicle Segments and Drive Cycles,” Apr. 2015. doi: 10.4271/2015-01-1151.

[12] S. Meckel, J. Zenkert, C. Weber, R. Obermaisser, M. Fathi, and R. Sadat, *Optimized Automotive Fault-Diagnosis based on Knowledge Extraction from Web Resources*. 2019.

[13] D. Georgiev and D. Georgiev, “Real Time Diagnostics in the Automotive Industry over the Internet,” *IEEE*, pp. 1–3, 2018.

[14] A. Mallak, C. Weber, M. Fathi, and A. Holland, “Active diagnosis automotive ontology for distributed embedded systems,” in *2017 IEEE European Technology and Engineering Management Summit (E-TEMS)*, IEEE, Oct. 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/E-TEMS.2017.8244219.

[15] P. Kadekar and A. Wakankar, “Automated Test Environment for On-Board Diagnostics Counters for an Automotive On-Road Application,” in *2018 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, IEEE, May 2018, pp. 409–413. doi: 10.1109/ICOEI.2018.8553704.

[16] K. Yeon and D. Lee, “Fault detection and diagnostic coverage for the domain control units of vehicle E/E systems on functional safety,” in *2017 20th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS)*, IEEE, Aug. 2017, pp. 1–4. doi: 10.1109/ICEMS.2017.8056361.

[17] M. Rumez, J. Lin, T. FuchB, R. Kriesten, and E. Sax, “Anomaly Detection for Automotive Diagnostic Applications Based on N-Grams,” in *2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, IEEE, Jul. 2020, pp. 1423–1429. doi: 10.1109/COMPSAC48688.2020.00-56.

[18] X. Zhou, S. Feng, C. Li, and Z. Yan, “Analysis and design of synchronous-rectified LLC DC–DC converter for LDC of electric vehicles,” *IET Power Electronics*, vol. 17, no. 10, pp. 1176–1188, Aug. 2024, doi: 10.1049/pel2.12541.