



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN HV
DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO**

AUTORES:

**FLORES IPIALES KEVIN ALEXANDER
GUAMÁN CAYAMBE GINSON FABRICIO**

DIRECTOR: ING. IGNACIO BAYARDO BENAVIDES CEVALLOS MSc.

Ibarra, octubre del 2023

CERTIFICADO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

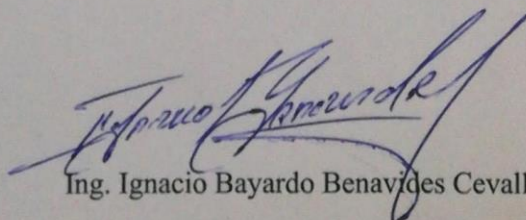
En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN HV DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO” presentado por el señor Flores Ipiales Kevin Alexander con número de cédula 1004608269 y el señor Guamán Cayambe Ginson Fabricio con número de cédula 1850293596, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 17 días del mes de octubre del 2023

Atentamente:



Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

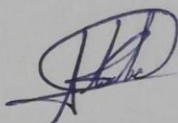
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004608269
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Ipiales Kevin Alexander
DIRECCIÓN:	Ibarra, Av. 10 de agosto y 15 de enero.
EMAIL:	kafloresi@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL:	0969389641
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1850293596
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guamán Cayambe Ginson Fabricio
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, Av. Bolívar y Rio Amazonas.
EMAIL:	gfguamanc@utn.edu.ec
TELÉFONO MÓVIL:	0999283386
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN HV DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO
AUTORES:	Flores Ipiales Kevin Alexander Guamán Cayambe Ginson Fabricio
FECHA:	17 de octubre del 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR:	Ing. Ignacio Bayardo Benavides Cevallos MSc

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

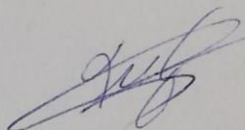
Ibarra, a los 17 días del mes de octubre de 2023

AUTORES:



Flores Ipiales Kevin Alexander

1004608269



Guamán Cayambe Ginson Fabricio

1850293596

DEDICATORIA

Expreso mi sincero agradecimiento y gratitud a mis amados padres, María Rosa Cayambe y Segundo José Santiago Guamán, cuyo amor incondicional y constante apoyo han sido el pilar fundamental de mi desarrollo personal y académico. A mis queridos hermanos, Santiago Guamán y Daysi Guamán, quienes han compartido conmigo risas, retos, momentos inolvidables, motivándome siempre a dar lo mejor de mí y jamás rendirme.

No puedo dejar de mencionar a mis verdaderos amigos, quienes han sido como una familia para mí en esta travesía académica, brindándome su compañía, apoyo y aliento en cada paso del camino, transformándose en hermanos y confidentes inseparables. Juntos hemos compartido momentos de alegría, tristeza y desafíos y gracias a su incondicional apoyo, he logrado superar obstáculos y alcanzar mis metas.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en mi vida ayudándome a crecer como persona, y este trabajo es una forma de expresar mi eterna gratitud por su presencia en ella. Sin su aliento, paciencia y sacrificio, no habría sido posible llegar hasta aquí. A todos y cada uno de ustedes, les dedico este logro con todo mi corazón. Gracias por ayudarme a cumplir mis metas.

Ginson Fabricio Guamán Cayambe

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer desde lo más profundo de mi corazón a mi familia, amigos quienes me brindaron su apoyo incondicional, quienes me demostraron que la familia no solo es de sangre y me supieron apoyar para cumplir mis metas.

También quiero extender mi gratitud a mi madre, María Rosa Cayambe y mi parde José Santiago Guamán por motivarme incansablemente a dar lo mejor de mi para alcanzar mis metas, aconsejarme para tomar las mejores decisiones. Agradezco a mi hermano por ser un pilar fundamental y mi desarrollo tanto académico como personal, por no dejarme rendir en la adversidad y enseñarme que todo se puede arreglar con una buena actitud y cabeza fría.

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y la Carrera de Ingeniería Automotriz por su apoyo y la invaluable oportunidad de formarme como ingeniero y persona, gracias por todo el conocimiento impartido, por enseñarme que para ser un profesional hay que ser una buena persona.

Por último, quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Ignacio Benavides Msc., director de tesis, por su paciencia, sabiduría y guía incondicional durante todo este proceso. También agradezco al Ing. Carlos Mafla Msc., nuestro asesor, por su apoyo, paciencia y guía, así como al Ingeniero César Morales, que aportó con sus conocimientos.

Todos ustedes han sido fundamentales en mi camino hacia el logro de mis metas y por ello les estaré eternamente agradecido. Vuestra contribución ha formado a la persona que hoy soy y tengan por seguro de que seguiré alcanzando mis metas e impartiendo mi conocimiento con sabiduría, paciencia y dedicación, así como ustedes lo hicieron.

Ginson Fabricio Guamán Cayambe

DEDICATORIA

En primer lugar, deseo dedicar este logro a mi madre, Emperatriz de los Ángeles Carlosama, cuyo apoyo incondicional y amor constante me han moldeado en la persona que soy hoy en día. Ella es un pilar fundamental en mi vida, y confío en que este sea solo el inicio de una serie de logros venideros, esperando que ella continúe a mi lado para presenciarlos.

Asimismo, no puedo dejar de agradecer a mi familia, incluyendo a mis queridos tíos y primos, quienes han respaldado mi travesía académica en todo momento. Mis hermanos, Sammyr Tapia y Jhon Tapia, han compartido conmigo risas, desafíos y momentos inolvidables que perdurarán en nuestra memoria. También deseo expresar mi gratitud hacia mi padrastro, Gonzalo Cuarán, quien, a pesar de no ser mi progenitor biológico, me ha brindado su apoyo de innumerables maneras, y valoro profundamente su contribución a mi vida.

No puedo pasar por alto el apoyo de la familia por parte de mi padre, Rafael Flores, Vilma Flores, Israel Flores, Shayanna Flores y Valentina Flores, quienes, a pesar de la distancia geográfica, me han proporcionado la fuerza y el respaldo necesarios para alcanzar las metas que anhelaba.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis verdaderos amigos, quienes han estado a mi lado durante todo el recorrido de mi carrera, compartiendo desafíos y brindando un apoyo constante. Espero que esta no sea la conclusión de nuestra amistad, y que podamos seguir compartiendo momentos significativos en el futuro. Este espacio es donde deseo manifestar la importancia que ustedes tienen en mi historia y confío en contar con su apoyo en los próximos capítulos de mi vida.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este emocionante capítulo de mi vida

Kevin Alexander Flores Ipiates

AGRADECIMIENTO

Quiero comenzar expresando mi profundo agradecimiento a mi madre, a mi familia y a mis amigos, quienes, con su apoyo incondicional, han demostrado que los lazos que he forjado en mi vida son la fuerza motriz que me impulsa a mejorar y alcanzar mis metas y aspiraciones.

Mi madre, Emperatriz de los Ángeles Carlosama, ha sido la figura central en mi vida, motivándome y respaldándome en todo momento. A pesar de los obstáculos que hemos enfrentado en nuestro camino, ella ha sido mi fuente inquebrantable de apoyo y fortaleza, brindándome la determinación para superar desafíos y llegar hasta donde me encuentro ahora.

No puedo dejar de expresar mi gratitud hacia la Universidad Técnica del Norte, donde he experimentado innumerables momentos inolvidables. La Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y la Carrera de Ingeniería Automotriz han sido fundamentales en mi formación como ingeniero y como persona, proporcionándome valiosas enseñanzas y apoyo.

Por último, deseo manifestar mi sincero agradecimiento al Ing. Ignacio Benavides MSc., quien ha dirigido mi tesis con paciencia y dedicación, compartiendo enseñanzas y anécdotas vitales que han enriquecido mi experiencia. Asimismo, agradezco al Ing. Carlos Mafla MSc., nuestro asesor, por su constante respaldo y valiosos aportes, así como al Ing. César Morales, quien generosamente compartió sus conocimientos con nosotros.

Todas las personas que he tenido el privilegio de conocer han desempeñado un papel fundamental en mi camino hacia la consecución de mis metas y aspiraciones. Les estaré eternamente agradecido, ya que su contribución ha dejado una huella indeleble en mi vida. Estoy seguro de que llevaré sus enseñanzas y apoyo en cada paso que dé en el futuro.

¡Muchas gracias a todos de corazón!

Kevin Alexander Flores Ipiales

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINAS
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I	1
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3 ALCANCE	2
1.4 ANTECEDENTES	2
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.6 SITUACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.7 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS-HÍBRIDOS (HEV)	4
1.7.1 DEFINICIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO-ELÉCTRICO	4
1.7.2 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS-ELÉCTRICOS ...	5
1.7.3 ARQUITECTURAS	8
1.7.4 COMPONENTES DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO.....	11
1.7.5 PRINCIPALES PARTES DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN	15
CAPÍTULO II.....	19
2. MATERIALES Y METODO	19
2.1 MATERIALES.....	20
2.1.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.....	20
2.1.2 BANCO DE PRUEBAS PARA EL DIAGNÓSTICO	20
2.1.3 EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO PARA LA BATERÍA HV	21

2.1.4	EQUIPOS DE SIMULACIÓN	23
2.1.5	EQUIPOS DE SEGURIDAD	24
2.2	METODOLOGÍA.....	26
2.2.1	PRECAUCIÓN EN EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO	26
2.2.2	PROCESO DE DESCONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN.....	27
2.2.3	CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DEL CIRCUITO DE ENCLAVAMIENTO DEL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE P0A0D	29
2.2.4	INICIO DEL PROCESO DEL DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA HV	30
2.2.5	DIAGNÓSTICO DEL PRA (CONJUNTO DEL RELÉ DE POTENCIA)	38
2.2.6	CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DE FALLO DE PRECARGA DE ALTA TENSIÓN P1B77	42
2.2.7	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO DEL VENTILADOR DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (P1BA1).....	42
2.2.8	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR EXCESO DE TEMPERATURA DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS (P0A7E).....	45
2.2.9	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (P1B97) 49	
2.2.10	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS A CIRCUITO BAJO (P0AAE)	50
2.2.11	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR VOLTAJE DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE DEMASIADO BAJO (P1B70).....	52
CAPÍTULO III		55
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
3.1	DESCONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN.....	55
3.1.1	TENSIÓN DE LOS BORNES EN EL CONDENSADOR DEL INVERSOR	55
3.1.2	RESISTENCIA DEL FUSIBLE PRINCIPAL	56

3.2	INSPECCIÓN VISUAL DE LA BATERÍA.....	56
3.3	DIAGNÓSTICO DEL PRA	65
3.3.1	RELÉ PRINCIPAL NEGATIVO (-) (RELÉ OFF) = ABIERTO.....	65
3.3.2	RELÉ PRINCIPAL NEGATIVO (-) (RELÉ ON) = CERRADO	66
3.3.3	RELÉ DE PRECARGA (RELÉ OFF).....	67
3.3.4	RELÉ DE PRECARGA (RELÉ ON)	67
3.4	CÓDIGO DE FALLO P1BA1 (FALLO DEL VENTILADOR DE LA BATERIA DE ALTO VOLTAJE).....	68
3.5	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO P1B97 (FALLO DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE BATERÍA DE ALTO VOLTAJE).....	69
3.6	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P0AAE (FALLO POR SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DEL PAQUETE DE BATERÍAS A CIRCUITO BAJO) 70	
3.7	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P0A7E (FALLO POR EXCESO DE TEMPERATURA DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS).....	71
3.8	SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P1B70 (BAJO VOLTAJE DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS).....	72
	CAPÍTULO IV.....	73
	4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1	CONCLUSIONES.....	73
4.2	RECOMENDACIONES	76
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
	ANEXOS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINAS
Figura 1.1 Vehículo híbrido	4
Figura 1.2 Clasificación del VEH según el grado de electrificación	5
Figura 1.3 Arquitectura del vehículo híbrido enchufable.....	7
Figura 1.4 Diagrama de bloques del BEV.....	8
Figura 1.5 Diagrama de bloques del HEV en serie	9
Figura 1.6 Diagrama de bloques del HEV en paralelo.....	10
Figura 1.7 Configuración Serie-Paralelo de un vehículo Toyota Prius.....	11
Figura 1.8 Componentes del vehículo híbrido	11
Figura 1.9 Motor de combustión del Kia Óptima Híbrido 2015	12
Figura 1.10 Motor eléctrico.....	13
Figura 1.11 Inversor multinivel SSPS	14
Figura 1.12 Batería de alta tensión Toyota.....	14
Figura 1.13 ECU BMS	15
Figura 1.14 Conjunto del relé de potencia	16
Figura 1.15 Enchufe de seguridad.....	17
Figura 1.16 Sistema de ventilación	17
Figura 1.17 Sensor de temperatura de la batería HV.....	18
Figura 1.18 Módulos de la batería HV	18
Figura 2.1 Flujograma de desarrollo	19
Figura 2.2 Banco de pruebas del KIA Óptima Híbrido.....	20
Figura 2.3 Multímetro automotriz	22
Figura 2.4 Escáner automotriz.....	22
Figura 2.5 Termómetro infrarrojo	23
Figura 2.6 Pistola de calor.....	23
Figura 2.7 Ropa aislante	24
Figura 2.8 Guantes aislantes.....	25
Figura 2.9 Calzado dieléctrico.....	25
Figura 2.10 Estera aislante	26
Figura 2.11 Enchufe de seguridad.....	27
Figura 2.12 Cable de alimentación del inversor.....	27
Figura 2.13 Proceso para la desconexión del cable de alimentación del inversor	28

Figura 2.14 Medición de tensión en el inversor	28
Figura 2.15 Fusible principal.....	29
Figura 2.16 Medición del fusible principal	29
Figura 2.17 Desmontar la cubierta A	30
Figura 2.18 Desconexión del socket (A) y los terminales (B) y (C)	31
Figura 2.19 Conector del ventilador (A)	31
Figura 2.20 Retiro de pernos de montaje del vehículo.....	32
Figura 2.21 Estera aislante para el área de trabajo	32
Figura 2.22 Desmontaje de las carcasas (B) y (C)	33
Figura 2.23 ECU BMS desarmada	33
Figura 2.24 Pines y conectores de la BMS.....	34
Figura 2.25 Mazo de cables de la BMS.....	34
Figura 2.26 Terminales alta tensión del PRA.....	34
Figura 2.27 Conexiones del enchufe de seguridad.....	35
Figura 2.28 Cables de conexión de los módulos.	35
Figura 2.29 Láminas metálicas internas de la batería HV	36
Figura 2.30 Módulos de la batería HV tipo sobre	36
Figura 2.31 Medición de la tensión total de la batería HV.....	37
Figura 2.32 Medición de la tensión individual de cada módulo de la batería HV	37
Figura 2.33 Flujograma de reparación del módulo de la batería HV	38
Figura 2.34 Secuencia de operación del PARA	39
Figura 2.35 Diagrama interno del PRA.....	39
Figura 2.36 Terminales negativos de los módulos HV y el inversor	40
Figura 2.37 Bornes positivos del relé de precarga	41
Figura 2.38 Socket del relé del ventilador.....	44
Figura 2.39 Estructura del relé del motor del ventilador de la ECU BMS.....	44
Figura 2.40 Desmontaje de los sensores de temperatura.....	46
Figura 2.41 Aislamiento de los 2 sensores de temperatura	46
Figura 2.42 Conexión de una pistola de calor	47
Figura 2.43 Luz de advertencia de la batería HV	47
Figura 2.44 Datos en tiempo real de los sensores de temperatura	48
Figura 2.45 Medición de la tensión del condensador del inversor	49
Figura 2.46 Lectura de los DTC con el escáner	49

Figura 2.47 Sensor de temperatura de aire	50
Figura 2.48 Inicio de la simulación con la pistola de calor	51
Figura 2.49 Datos en tiempo real del sensor de temperatura de aire.....	51
Figura 2.50 Lectura del DTC P0AAE	52
Figura 2.51 Obstrucción de un módulo con cinta adhesiva	53
Figura 2.52 Lectura del DTC P1B70.....	53
Figura 3.1 Medición del condensador del inversor	55
Figura 3.2 Voltaje de los módulos.....	57
Figura 3.3 Medición de una celda de Ion de Litio.....	58
Figura 3.4 Voltaje de los módulos con escáner.....	60
Figura 3.5 Temperatura del flujo de aire de ventilación	60
Figura 3.6 Voltaje de las celdas con el escáner	63
Figura 3.7: Voltaje de los módulos antes y después.....	64
Figura 3.8 Voltaje celdas en escáner con SOC 40,5 %	65
Figura 3.9 Continuidad del relé principal.....	65
Figura 3.10 Continuidad del relé principal.....	66
Figura 3.11 Continuidad del relé de precarga	67
Figura 3.12 Diagnóstico del relé de precarga.....	67

Índice de tablas

	PÁGINAS
Tabla 2.1 Características de la batería de alta tensión.	21
Tabla 2.2 Velocidad del ventilador.....	43
Tabla 3.1 Diferentes mediciones del condensador del inversor	56
Tabla 3.2 Valores de resistencia del fusible principal	56
Tabla 3.3 Valores de los módulos	57
Tabla 3.4 Valores de las celdas de un módulo	58
Tabla 3.5 Voltaje de los módulos con diferente estado de carga.	59
Tabla 3.6 Valores de las celdas antes de intercambiar la posición de los módulos y los valores actuales de las celdas en sus nuevas posiciones.....	61
Tabla 3.7 Comparación de los datos anteriores y actuales de los módulos, después de los cambios de posición	64
Tabla 3.8 Comparación de los datos normales (DATOS 1) y un DTC (P1B77).....	68
Tabla 3.9 Comparación de datos normales con un DTC P1B97	69
Tabla 3.10 Comparación de datos del DTC P0AAE	70
Tabla 3.11 Comparación de los datos del exceso de temperatura	71
Tabla 3.12 Comparación de datos por tensión de la batería baja	72

RESUMEN

En esta investigación, se analizó los valores de voltaje de las celdas de una batería de alta tensión, las posibles fallas que podría presentar a lo largo de su funcionamiento, un mantenimiento preventivo para alargar su vida útil, se comparó los datos de fábrica con los actuales con el objetivo de diagnosticar la batería de alta tensión (HV) de un vehículo híbrido motor NU 2.0. Se realizaron simulaciones de las fallas en un banco de pruebas, se desmontó la batería del vehículo y se lo llevó a un espacio seguro de trabajo, con ayuda de una pistola de calor y un termómetro láser para controlar la temperatura se elevó la temperatura de los sensores (2 sensores de temperatura, 1 sensor de temperatura de aire), se identificaron DTC por exceso de temperatura (P0A7E, P1B97 y P0AAE), se verificó el correcto funcionamiento del ventilador, sus etapas de rotación y su código DTC (P1BA1), se determinaron los parámetros de funcionamiento y posibles averías del conjunto de relé de potencia (PRA) (P1B77), las 72 celdas del paquete de baterías (P1B70) y el enchufe de enclavamiento (P0A0D). Se desarrolló una guía que facilita el diagnóstico y reparaciones de los códigos DTC mencionados, además de un análisis del desgaste de las celdas por la posición en las que estas se encuentran y cómo se puede desarmar la batería completamente para hacer este proceso. Se realizó el diagnóstico y análisis de la batería de alta tensión del KIA Óptima híbrido 2015, siguiendo los procesos de seguridad para prevenir lesiones durante la manipulación de la batería, comparando los datos del voltaje de las celdas se identificó que las celdas del centro pierdan capacidad por la temperatura a medida que transcurre su vida útil, la batería está diseñada para funcionar 10 años aunque esto varía dependiendo del tipo de conducción y el mantenimiento al intercambiar los módulos afectados se extiende la vida útil de la batería, con los datos obtenidos se desarrolló una guía específica con las instrucciones de cómo desmontar, medir, reparar, limpiar, diagnosticar los componentes de la batería de alta tensión.

ABSTRACT

In this research, the voltage values of high-voltage battery cells were analyzed to identify potential malfunctions during operation and to establish a preventive maintenance plan for extending their lifespan. Factory data was compared with real-time data to diagnose the high-voltage (HV) battery of a hybrid vehicle with a NU 2.0 engine. Fault simulations were conducted on a test bench, and the vehicle's battery was disassembled and moved to a secure workspace. Using a heat gun and an infrared thermometer, the sensor temperatures were gradually increased, including two temperature sensors and an air temperature sensor. This process led to the detection of diagnostic trouble codes (DTC) related to overheating, such as P0A7E, P1B97, and P0AAE.

Furthermore, a thorough examination of the fan was carried out, assessing its various operational stages and documenting the corresponding DTC P1BA1. In addition, a comprehensive evaluation was conducted on the power relay assembly (PRA) parameters and possible faults (P1B77), the 72 cells within the battery pack (P1B70), and the interlock connector (P0A0D). As a result of these extensive investigations, a guide was developed to simplify the diagnostic and repair process for the aforementioned DTCs. It also provided a detailed analysis of cell wear based on their positions within the battery pack, along with step-by-step instructions on disassembly, measurements, repairs, cleaning, and component diagnosis for the high-voltage battery.

The diagnosis and analysis of the 2015 KIA Optima hybrid high-voltage battery were conducted with strict safety protocols to prevent injuries during battery handling. Comparing cell voltage data revealed that central cells experience reduced capacity as their lifespan progresses, primarily due to temperature effects. While the battery is designed for a 10-year lifespan, this period can vary depending on driving habits and maintenance practices. To prolong the battery's lifespan, it was recommended to replace the affected modules, and the data collected was used to create a specific guide with instructions on disassembly, measurements, repairs, cleaning, and the diagnosis of high-voltage battery components.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha habido un incremento considerable de los vehículos híbridos en el país, desde el 2009 con los beneficios arancelarios impuestos por el gobierno. El creciente incremento de los vehículos híbridos trae nuevas oportunidades de trabajo, la necesidad de tener mano de obra capacitada en el mantenimiento y reparación de la batería de alta tensión, la batería de alta tensión tiene una vida útil de 10 años, aunque esto puede verse afectado por el modo de manejo y el mantenimiento que se realice.

La batería de alta tensión tiene la función de suministrar energía para el movimiento y almacenar energía durante el freno regenerativo, consta de 72 celdas que conectadas en serie tienen un voltaje equivalente de 270 V, las celdas se deterioran por el calor por eso la importancia cambiar las posiciones de los módulos con la finalidad de extender la vida útil del paquete de baterías.

Se utilizó equipos (escáner, multímetro) y herramientas (pistola de calor, un termómetro láser, etc.) para realizar el mantenimiento y simular posibles fallas para después analizarlas y explicar detalladamente un procedimiento de diagnóstico.

El primer capítulo presenta los objetivos, justificación y alcance de la investigación enfocada en la batería de alta tensión, el incremento de los autos híbridos en el país y la necesidad de personal calificado para el mantenimiento y reparación de estos vehículos.

En el segundo capítulo se detalla la metodología aplicada en las pruebas realizadas, incluyendo los materiales, procedimientos para obtener los códigos de falla y pruebas para verificar su correcto funcionamiento. Se recopiló los datos para luego desarrollar una guía que facilite la interpretación y diagnóstico.

El tercer capítulo exhibe los resultados y la interpretación de los datos obtenidos al realizar la simulación de los códigos de fallas además un manual detallado para realizar las pruebas y datos del fabricante para facilitar el diagnóstico.

El cuarto capítulo presenta las conclusiones de las pruebas realizadas, la importancia de seguir los procedimientos, la importancia de realizar un mantenimiento preventivo y recomendaciones para efectuar las pruebas y posibles temas que requieren un estudio más exhaustivo.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar la batería de alta tensión (HV) de un vehículo híbrido motor NU 2.0

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar si el valor nominal de las celdas de Ion-Litio que conforman la batería de alta tensión HV sea el correcto.
- Comprobar el correcto funcionamiento de los sensores de la temperatura y de aire de la batería de alta tensión HV.
- Examinar el funcionamiento del abanico ventilador de la batería de alta tensión HV.
- Revisar que el estado de carga este dentro de los límites permitidos.
- Revisar con el escáner los códigos de falla correspondientes a la batería de alta tensión HV.
- Desarrollar una guía que facilite el diagnóstico de la batería de alta tensión que trabaje en conjunto con el motor NU 2.0 de un vehículo híbrido.

1.2 JUSTIFICACIÓN

“El Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 es la máxima directriz política y administrativa para el diseño y aplicación de la política pública en Ecuador, a través del cual el Gobierno Nacional ejecutará las propuestas presentadas en el Plan de Gobierno” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021) En el Ecuador desde el 2009 con los beneficios arancelarios a los vehículos híbridos empezaron a circular masivamente, sin embargo ya que era una tecnología nueva en el país la falta de personal capacitado para su mantenimiento y posibles reparaciones , esto trajo una nueva oportunidad para el emprendimiento en el país, con el conocimiento y las correctas herramientas se pueden realizar mantenimientos preventivos o realizar reparaciones a las baterías de alta tensión, esto generaría nuevas plazas de empleo en el sector automotriz.

1.3 ALCANCE

Se plantea el alcance para vehículos híbridos antecesores al año 2015, se diagnosticaría la batería de alta tensión (HV) de los vehículos híbridos para garantizar su correcto funcionamiento, se buscaría el correcto funcionamiento del motor híbrido con el fin de que sea mucho más eficiente. Se verificaría los sensores de temperatura y los sensores de aire tratando de identificar posibles averías además se medirá el voltaje de las celdas, para comprobar que estén correctamente funcionando ya que si no es así y exista una que no tiene el voltaje adecuado es posible que se empiecen a dañar las celdas o se sobrecaliente. La batería trabaja a cierta temperatura, pero si esta se excede empieza a funcionar el ventilador y el sensor de aire entra en funcionamiento para mantener su temperatura óptima. Se plantea diagnosticar la batería eficientemente para evitar fallas y realizar diagnóstico preventivo.

1.4 ANTECEDENTES

Los primeros vehículos híbridos aparecieron en el siglo XIX de la mano de Nikolas August Otto, durante el auge de los sistemas eléctricos y a vapor. A pesar de que estos eran una gran innovación se vieron superados por los vehículos con motor de combustión interna porque tenían más potencia, recorrían largas distancia, se descubrieron grandes reservas de petróleo lo que provocó que la gasolina fuera más barata, etc., en contraste los prototipos híbridos solo se limitaban para el uso urbano por su velocidad lenta y corto alcance. A finales de los años 90 los primeros vehículos híbridos lanzados al mercado de la marca Toyota con su modelo Prius tuvo gran aceptación porque este ofrecía menor consumo de combustible, reducción de las emisiones de hidrocarburos y era amigable con el medio ambiente (Toyota, 2022). Los vehículos híbridos ayudan al medio ambiente pero una barrera para su comercialización es su elevado costo, por esta razón los gobiernos proveen apoyo financiero a sus compradores ofreciendo reducciones y devolución de impuestos (Gómez et al., 2016). En el Ecuador la LEY ORGÁNICA DE RÉGIMEN TRIBUTARIO INTERNO – LORTI en el Art. 55 (Transferencias e importaciones con tarifa cero) establece “Los vehículos híbridos o eléctricos, cuya base imponible sea de hasta USD 35.000. En caso de que exceda este valor, gravarán IVA con tarifa doce por ciento (12%)” (*LEY ORGÁNICA DE RÉGIMEN TRIBUTARIO INTERNO-LORTI*, 2016). El vehículo híbrido se fundamenta en la combinación de dos tipos de motores (uno eléctrico y el otro de combustión), este automotor utiliza un sofisticado sistema de control híbrido y un paquete de baterías. Este tipo de

vehículos operan de la misma manera que uno convencional, sin embargo, se diferencia de los demás autos por la unión de un motor eléctrico que tiene como objetivo ayudar al motor de combustión interna en el caso de requerir una mayor potencia y de igual manera el motor eléctrico auxiliara a impulsar el carro en caso de que el motor de combustión este desconectado (Rebelo & Erazo, 2018).

Los vehículos híbridos utilizan dos baterías con dos redes de tensión diferenciadas, la batería de baja tensión (12 V) alimenta a la red eléctrica de alumbrado, señalización, elevalunas, ECU, etc. La batería de alta tensión que superan los 200 V alimenta la red de alta del vehículo, Esta batería acumula la energía regenerativa del frenado, mueve el vehículo con su motor eléctrico y recarga la batería de 12 V (Domínguez & Ferrer, 2022). Existen varios tipos de vehículos híbridos (Vehículos Microhíbridos, Vehículos híbridos medios, Vehículos híbridos puros, Vehículos híbridos enchufables, etc.). No obstante, en esta investigación se centró en los vehículos híbridos Puros (HV). Su principal característica es que puede circular utilizando únicamente la tracción eléctrica, aunque conservan el motor de combustión para aumentar su autonomía (Camacás, 2020).

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad los vehículos de combustión interna representan un problema para el medio ambiente, con el fin disminuir las emisiones contaminantes se ha optado por utilizar vehículos eléctricos o híbridos, en los vehículos híbridos es importante que la batería funcione correctamente ya que, si existe problema con las celdas, los sensores, ventilador de batería, malos parámetros de carga, etc. Podría ocasionar que el sistema eléctrico sea ineficiente y por lo tanto trabajaría más el motor de combustión interna. Debido a la falta de personal capacitado en los vehículos híbridos no se ha podido reparar o realizar mantenimiento preventivo a las baterías, por este motivo la vida útil de las baterías se acorta y conlleva la necesidad de cambiar por una nueva. Esto es muy costoso y las personas tiene temor de adquirir vehículos híbridos por su alto costo de reparación.

1.6 SITUACIÓN DEL PROBLEMA

Los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) combinan algunos de los rasgos atractivos tanto de los vehículos totalmente eléctricos (EV) como de los vehículos híbridos no enchufables (HV). Los rasgos EV compartidos por los PHEV incluyen la capacidad de cargar el batería a través de la electricidad de la red mientras el vehículo está estacionado y

la capacidad de conducir una distancia apreciable sin tener que encender el motor, en lo que se conoce como modo de agotamiento de carga (Brentnall et al., 2020).

Los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) funcionan comúnmente con alto voltaje (HV) debido a su mayor disponibilidad de potencia en comparación con los sistemas de 48 V. Por el contrario, los componentes del tren motriz HV son más caros y requieren medidas de seguridad adicionales. Además, el HV El sistema solo se puede reparar y mantener con equipos 6 especiales y equipos de protección, que no están disponibles en todos los talleres. Los PHEV basados en un nivel de sistema de 48 V pueden ofrecer un compromiso razonable entre el potencial de ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la rentabilidad en vehículos electrificados pequeños y medianos (Hamza et al., 2022).

1.7 VEHÍCULOS ELÉCTRICOS-HÍBRIDOS (HEV)

1.7.1 DEFINICIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO-ELÉCTRICO

Según la definición de la Society American Engineers (SAE), un vehículo híbrido es aquel que tiene dos o más sistemas de almacenamiento de energía que proporcionan potencia al sistema propulsor, ya sea de manera conjunta o independiente. (KIA, 2021) también lo define como un vehículo que combina un motor eléctrico y uno de gasolina para mover el auto y cuyo sistema de almacenamiento eléctrico recupera energía a través del freno regenerativo. En general, bajo estos conceptos, se entiende que los vehículos híbridos combinan un motor de combustión interna con uno eléctrico.



Figura 1.1 Vehículo híbrido

Fuente: (KIA, 2021)

1.7.2 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS-ELÉCTRICOS

La gran variedad de tecnologías que se han desarrollado e implementado en los vehículos híbridos-eléctricos a lo largo de los años obliga a los organismos internacionales en maneras de clasificarlos bajo la normativa ISO. Esta normativa clasifica a los vehículos según su grado de electrificación, como se muestra en la Figura 1.2 (Solano & Tituaña, 2022, pag.11).

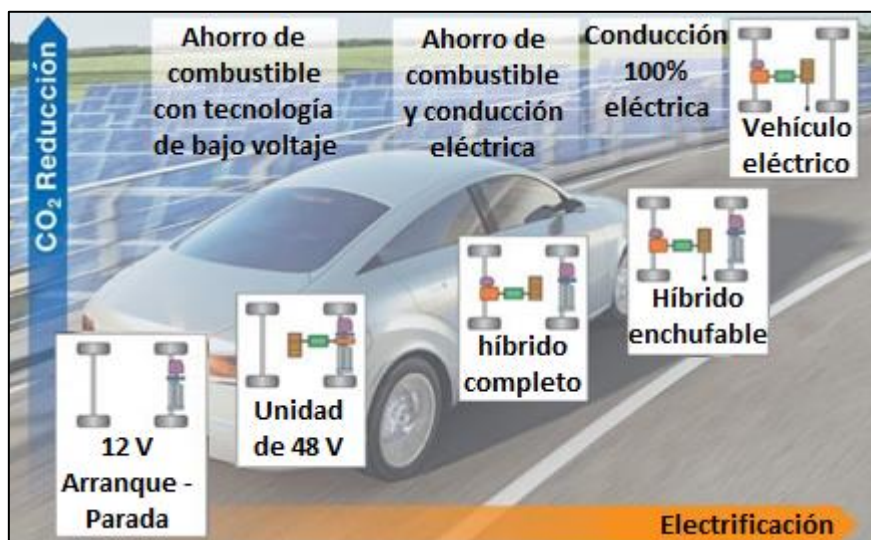


Figura 1.2 Clasificación del VEH según el grado de electrificación

Fuente: (Costas, 2020)

1.7.2.1 Microhíbridos

Según (Jeon et al., 2021) los micro HEVs son vehículos que utilizan una batería de 12 V y su demanda en el mercado ha aumentado constantemente. La primera generación de micro-HEV utiliza un sistema de batería de 12 V con un motor de arranque mejorado y un alternador para implementar la función de parada y arranque en ralentí. La segunda generación de micro-HEV, alimentada por una batería de 12 V, utiliza un motor de arranque y generador integrado (BSG) accionado por correa. Debido a que el BSG de tipo boost de 12 V requiere una corriente elevada, se necesita un convertidor CC-CC adicional para elevar la tensión de la batería de 12 V a la tensión de funcionamiento del BSG, que es de 48 V.

1.7.2.2 Híbrido suave

Los híbridos eléctricos suaves son vehículos convencionales que han sido modificados con pequeñas inversiones y cambios. Estos cambios incluyen la adición de un pequeño motor eléctrico para ayudar al motor de combustión interna en situaciones de start-stop, ralentí y

alta carga. Además, el motor eléctrico puede actuar como un generador y convertir parte de la energía de frenado en energía eléctrica. Debido a la baja potencia nominal del motor eléctrico, no se requiere un sistema de almacenamiento de energía de alta potencia. Un sistema de 48 V puede ser suficiente para cumplir con los requisitos, según (Benajes et al., 2019).

1.7.2.3 Híbrido completo

Según (Solano & Tituaña, 2022), los vehículos híbridos totales cuentan con un alto nivel de electrificación y un sistema eléctrico de 400 V. Sus baterías permiten que el automóvil pueda recorrer cierta distancia en modo completamente eléctrico, lo que los hace ideales para su uso en áreas urbanas. Además, estos vehículos tienen tracción eléctrica y están equipados con frenos regenerativos (pag.12).

Según (Hu et al., 2021), un híbrido completo es un vehículo que puede ser impulsado por la energía del motor, el sistema de almacenamiento de energía o ambos. Para moverse solo con energía de la batería, se necesita un paquete de baterías grande y de alta capacidad. La ruta de energía de estos vehículos está dividida, lo que permite una mayor flexibilidad en el sistema de propulsión al convertir la energía mecánica y eléctrica entre sí, aunque esto conlleva cierta complejidad. Para balancear las fuerzas, se emplea una conexión tipo diferencial entre el motor y el motor que está acoplado al frente de la transmisión. Los vehículos híbridos completos pueden usar MCI más pequeños que los vehículos convencionales equivalentes y permitir que el motor funcione en su rango de máxima eficiencia para mejorar la eficiencia del combustible (pag.25).

1.7.2.4 Híbrido enchufable

Los vehículos híbridos enchufables (PHEV) mejoran su economía de combustible gracias al modo de Agotamiento de Carga (CD) del vehículo. En este modo, el vehículo se conduce solo con la energía del motor eléctrico. También existe el modo de Sosténimiento de Carga, donde el vehículo funciona como un HEV tradicional. Esta es una ventaja importante del PHEV. Si hay estaciones de carga disponibles en todas partes, el progreso del PHEV aumentará. Al cargar directamente la batería en la estación de carga, se reduce el uso de combustible. Cuando el Estado de Carga (SOC) de la batería disminuye a su valor umbral, el motor suministra la energía necesaria. La Figura 1.3 muestra la arquitectura del vehículo eléctrico híbrido enchufable con las direcciones del flujo de energía. Las fuentes del PHEV son combustible y sistema de almacenamiento de energía. La fuente de combustible suele

ser un conjunto Motor-Generador que convierte la energía química del combustible fósil o gases naturales en energía mecánica y luego en energía eléctrica. El sistema de almacenamiento de energía consta de una batería que se carga desde la estación de carga a través del circuito de interfaz. La energía eléctrica se convierte en energía mecánica a través del motor (A. et al., 2020, pag.104-105).

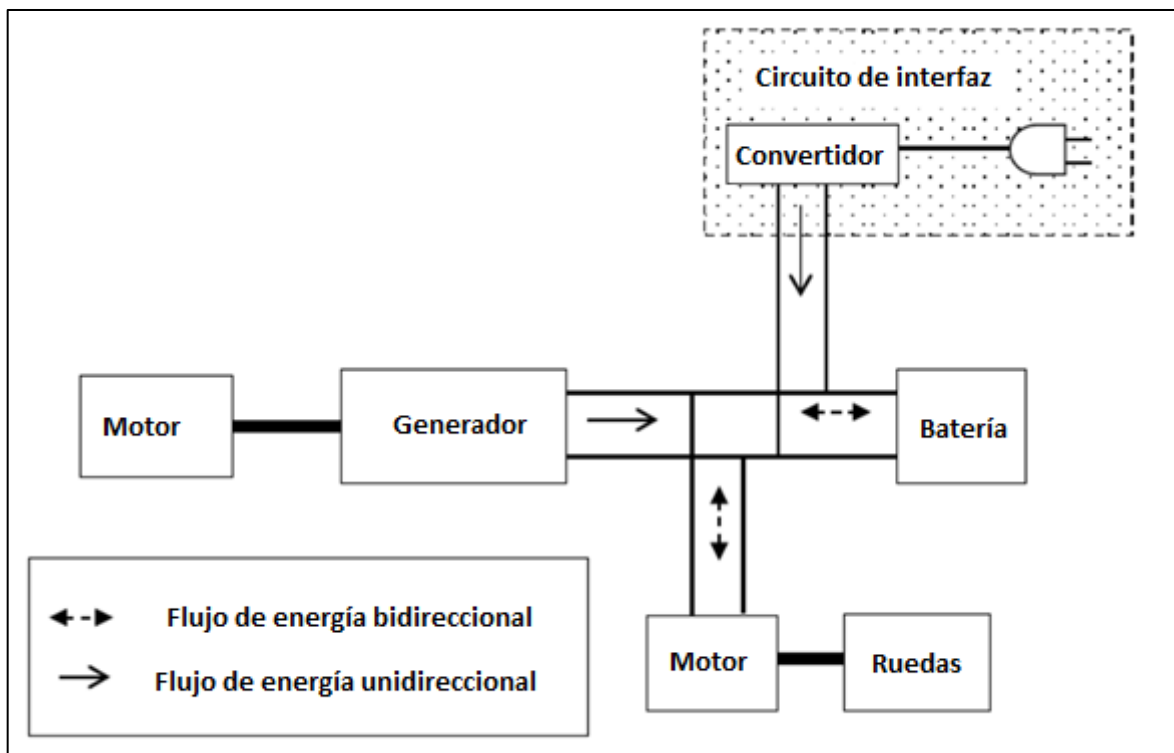


Figura 1.3 Arquitectura del vehículo híbrido enchufable

Fuente: (A. et al., 2020)

1.7.2.5 Vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos de batería (BEV) son el único tipo de tren motriz que funciona exclusivamente con electricidad. Como se muestra en la Figura 1.4, estos vehículos se alimentan únicamente de baterías u otras fuentes de energía eléctrica para lograr cero emisiones. Sin embargo, su corto alcance de conducción, alto costo inicial, baterías grandes y voluminosas y largo tiempo de repostaje limitan su uso. En los últimos años, el costo de los vehículos eléctricos ha disminuido continuamente junto con un aumento en su participación en el mercado. Las inversiones en investigación de nuevos materiales para baterías han proporcionado una alta corriente de carga y un corto tiempo de carga, y el precio de las baterías ha disminuido significativamente (A. et al., 2020, pag.8).

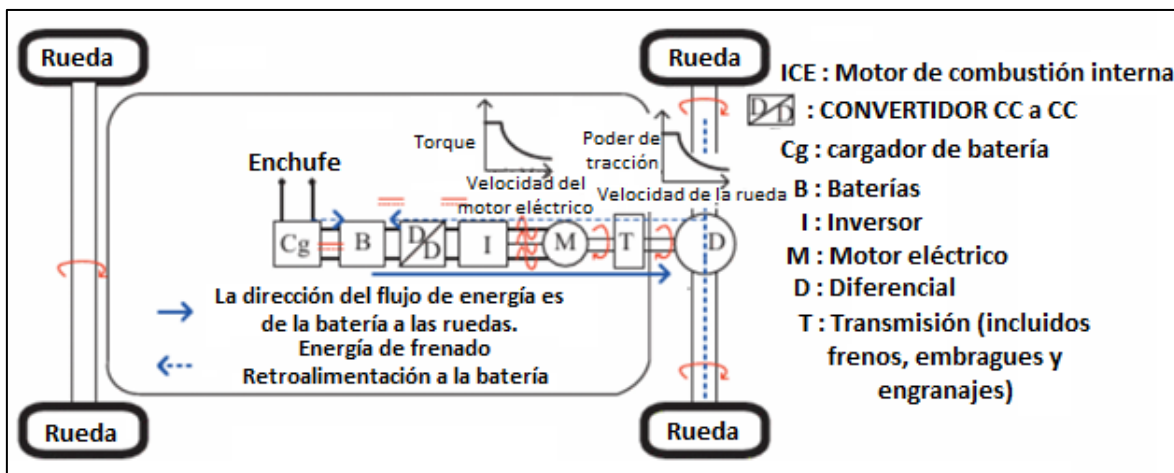


Figura 1.4 Diagrama de bloques del BEV

Fuente: (A. et al., 2020, pag.8)

1.7.3 ARQUITECTURAS

Existen diferentes tipos de arquitecturas de diseño para vehículos híbridos, que se clasifican según la forma en que el MCI está conectado a las ruedas del vehículo. Las arquitecturas más comunes son el híbrido paralelo, el híbrido en serie y el híbrido serie-paralelo.

1.7.3.1 Configuración en serie

El término ‘vehículo en serie’ se refiere al ciclo de potencia dentro del vehículo, ya que la energía fluye en serie antes de llegar a las ruedas. Este tipo de vehículo híbrido es un vehículo eléctrico con una fuente de energía para cargar la batería. Un MCI está acoplado a un generador para hacerlo funcionar y producir suficiente energía para cargar la batería, que luego alimenta el motor eléctrico conectado directamente a las ruedas. La energía también puede suministrarse directamente al motor a través del generador acoplado al MCI (Alamoudi et al., 2019).

Según (Huang & Lin, 2021), al tener una progresión de potencia lineal se obtiene un tren motriz híbrido-eléctrico en serie. Esta arquitectura funciona con un motor de combustión interna que acciona un generador que solo genera suficiente electricidad para mantener la operación en estado estacionario. Idealmente, el HEV en serie es un EV asistido por MCI que tiene como objetivo extender el rango de conducción. La electricidad convertida por MCI carga las baterías o puede pasar por alto la batería para impulsar las ruedas a través del mismo motor eléctrico y transmisión mecánica. Durante el frenado, el desplazamiento y la

transferencia de energía excedente de las ruedas a las baterías, se regenera energía (pag.4-5).

La Figura 1.5 muestra en detalle los componentes de la configuración de la arquitectura en serie.

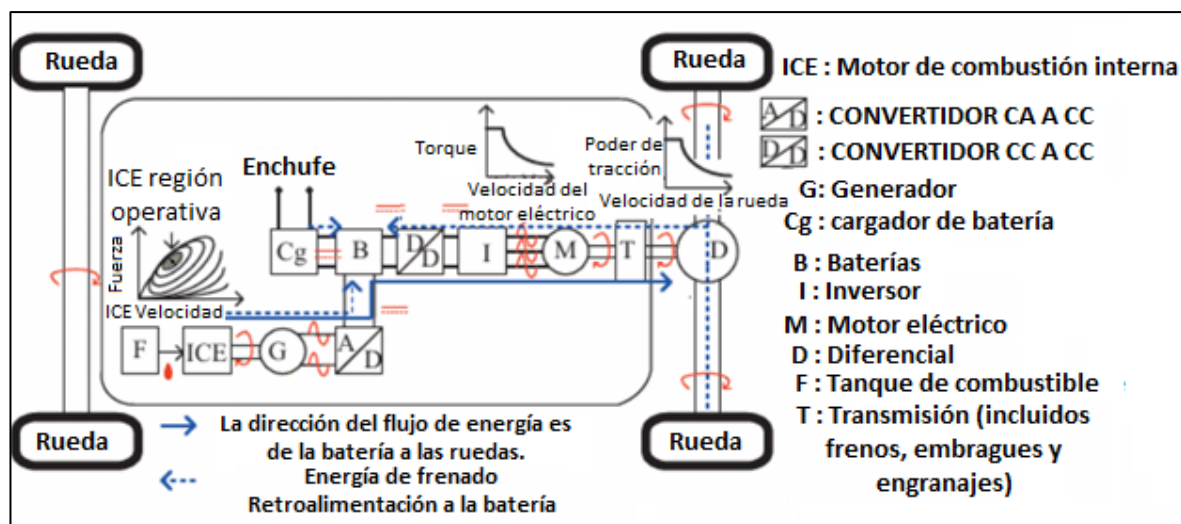


Figura 1.5 Diagrama de bloques del HEV en serie

Fuente: (Huang & Lin, 2021, pag.4)

1.7.3.2 Configuración en Paralelo

Según (Vallejo, 2022), en esta disposición, tanto el motor de combustión interna (MCI) como el motor eléctrico (ME) están unidos y conectados a las ruedas para impulsar conjuntamente el vehículo. Los requerimientos del ME son menores que en una configuración en serie o en un vehículo eléctrico (VE), ya que el MCI aporta la potencia necesaria. La fuerza motriz puede ser proporcionada por el MCI, por el ME o por una combinación de ambos sistemas, lo que permite que sus dimensiones sean más reducidas. El MCI también funciona como un generador para cargar la batería, pero solo puede operar como motor o como generador en un momento dado (pag.38).

Según (Hu et al., 2021), en un vehículo híbrido eléctrico paralelo, el motor eléctrico y el MCI están instalados de tal manera que pueden impulsar el vehículo individualmente o juntos. La disposición más frecuente implica que el MCI, el ME y la caja de cambios estén unidos mediante embragues controlados de forma automática. Durante la conducción eléctrica, el embrague del MCI se encuentra desacoplado mientras que el embrague de la caja de cambios está acoplado. En cambio, cuando se opera en modo de combustión, tanto el motor como el motor eléctrico giran a la misma velocidad (pag.19-20).

La Figura 1.5 ilustra los componentes de la configuración en paralelo y cómo fluye la energía eléctrica de la batería y la generada por los frenos regenerativos.

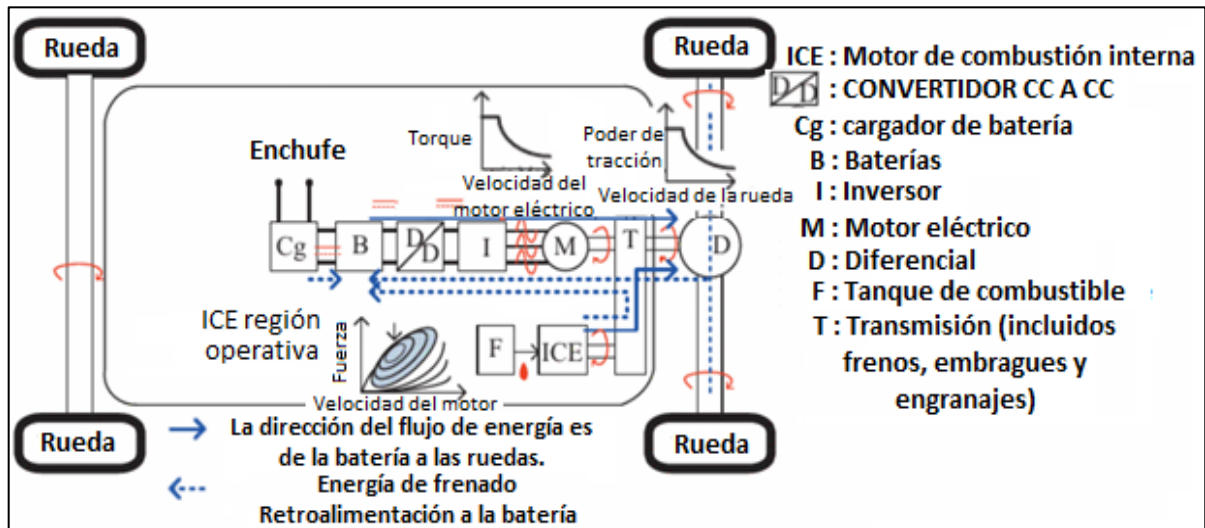


Figura 1.6 Diagrama de bloques del HEV en paralelo

Fuente: (Hu et al., 2021, pag.6)

1.7.3.3 Configuración Serie-Paralelo

La configuración en serie-paralelo es una disposición altamente versátil que fusiona las ventajas de las configuraciones en serie y en paralelo en vehículos híbridos. Esta configuración permite que tanto el motor de combustión interna (ICE) como el motor eléctrico suministren energía de forma independiente o en conjunto, lo que implica que el ICE puede propulsar directamente las ruedas, similar a una transmisión paralela, o utilizar el motor eléctrico para proporcionar energía, como en una transmisión en serie. La Figura 1.7, presentada en el estudio de (Ahmadian et al., 2023), ofrece una representación visual de esta configuración. En este diseño, un paquete de baterías suministra energía al motor eléctrico (indicado en verde), mientras que un tanque de combustible abastece al motor de combustión interna (indicado en violeta). La elección entre una transmisión en serie o en paralelo determina si las ruedas son impulsadas directamente por el motor de combustión interna o con la asistencia del motor eléctrico (indicado en naranja). Esta configuración híbrida se desarrolla con el objetivo de optimizar tanto la eficiencia como el rendimiento del vehículo.

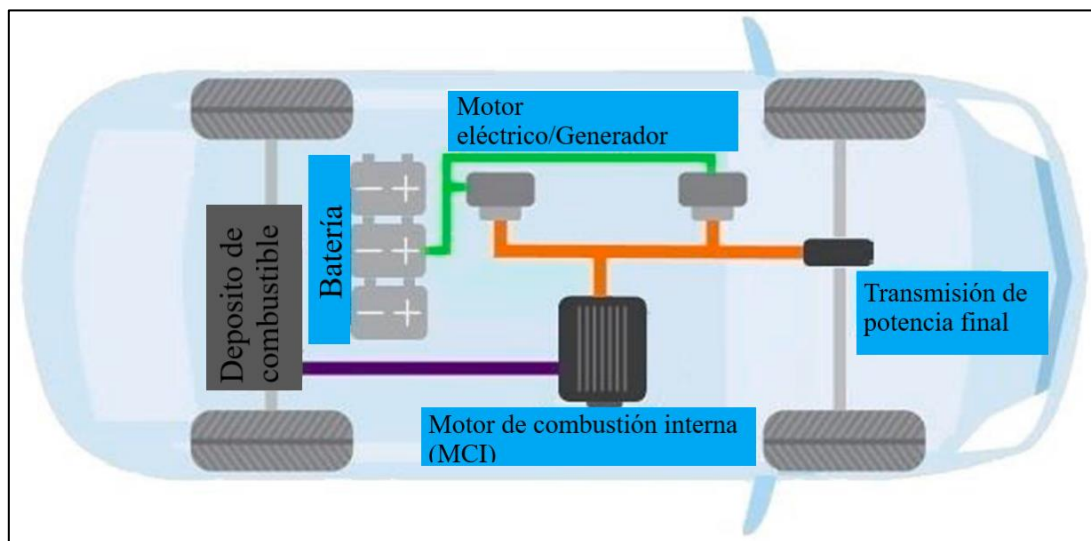


Figura 1.7 Configuración Serie-Paralelo de un vehículo Toyota Prius

Fuente: (Ahmadian et al., 2023)

1.7.4 COMPONENTES DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO

Los vehículos híbridos tienen varios componentes importantes, como el motor de combustión interna, los motores generadores, el inversor y la batería de alta tensión HV.

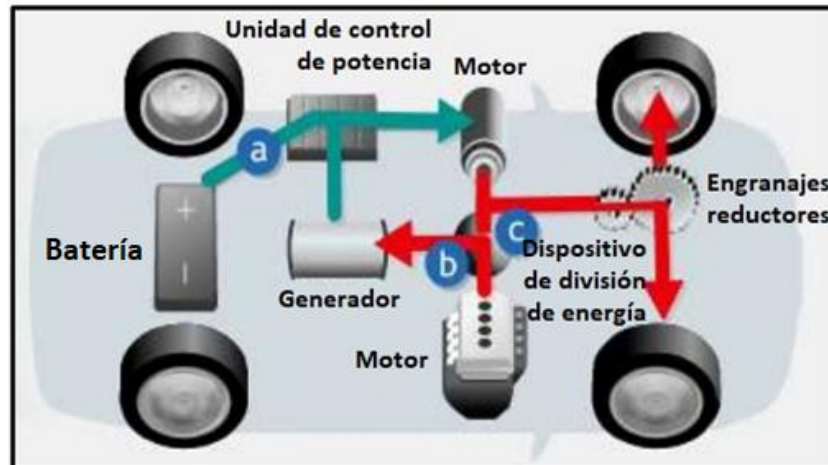


Figura 1.8 Componentes del vehículo híbrido

Fuente: (Chong, 2018, pag.13)

1.7.4.1 Motor de combustión interna (MCI)

De acuerdo con Chong (2018), el propósito principal del MCI, que es un tipo de motor térmico, es transformar la energía química generada por la combustión del combustible en energía mecánica. Esta energía mecánica se emplea para impulsar las ruedas del automóvil (pag.18).

Según Espinoza y Flores (2019), en los automóviles híbridos se emplean MCI con ciclo Atkinson debido a que poseen un mecanismo que disminuye el consumo de combustible. El ciclo Atkinson cuenta con relaciones de compresión más elevadas, lo que hace posible que la explosión de la mezcla de aire y combustible se produzca antes que en el ciclo Otto. Esto mejora la eficiencia del desempeño termodinámico al demorar el cierre de las válvulas de admisión y permitir su flujo hacia la cámara de combustión, lo que posibilita una relación de compresión superior (pag.30).

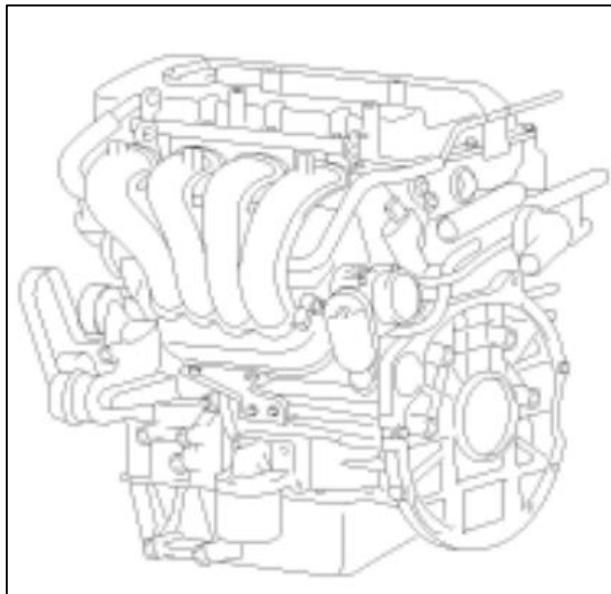


Figura 1.9 Motor de combustión del Kia Óptima Híbrido 2015

Fuente: (KIA, 2015)

1.7.4.2 Motor Eléctrico

El motor eléctrico desempeña un papel fundamental en los vehículos híbridos y eléctricos. Con el fin de que los vehículos eléctricos puedan competir eficazmente con los vehículos de combustión interna, se están diseñando motores eléctricos cada vez más potentes, con capacidades de potencia, torque y velocidad más elevadas. Sin embargo, la gestión eficaz de la temperatura en estos motores puede resultar un desafío debido a la complejidad del sistema de control térmico del motor eléctrico, que está compuesto por diversos componentes construidos con materiales variados, cada uno con sus propios rangos de temperatura óptimos y límites de resistencia al calor (Wang et al., 2023).

El propósito principal del motor eléctrico es generar la energía necesaria para recargar la batería de alta tensión cuando sea necesario. Además, el motor eléctrico desempeña dos funciones fundamentales: proporcionar tracción al vehículo al funcionar como motor eléctrico, utilizando la energía almacenada en la batería de alta tensión, y actuar como

generador durante el frenado y la desaceleración, en un proceso conocido como sistema de freno regenerativo (Espinoza & Flores, 2019, pag.18-19).

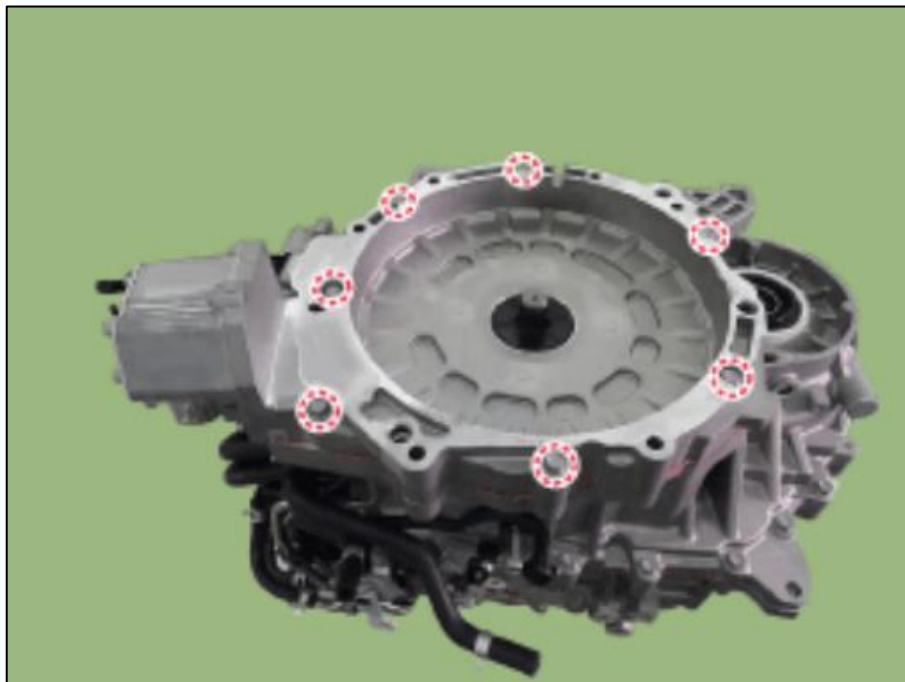


Figura 1.10 Motor eléctrico

Fuente: (KIA, 2015)

1.7.4.3 Inversor

Según (Tigse, 2019) los inversores o convertidores DC-AC son dispositivos que transforman un voltaje de entrada en corriente continua (DC) en un voltaje de salida en corriente alterna (AC) simétrica, con la magnitud y frecuencia requeridas. Estos aparatos encuentran aplicaciones en la operación eléctrica de motores y en cargas trifásicas (pag.17).

De acuerdo con (Sáez, 2021), los vehículos eléctricos están equipados con inversores que eficientemente convierten la corriente continua suministrada por las baterías en corriente alterna, necesaria para alimentar el motor. El tipo de inversor más comúnmente empleado en los automóviles eléctricos es el inversor multinivel basado en fuentes de continua conectadas en serie o paralelo y controlado por interruptores, también conocido como Switched Series/Parallel Sources o SSPS. Esta configuración, ilustrada en la Figura 1.11 para tres fuentes de continua, se compone de dos secciones: la izquierda genera un valor específico de tensión o corriente, siempre positiva, mientras que la derecha se encarga de transformar la corriente continua de entrada en corriente alterna (pag.8).

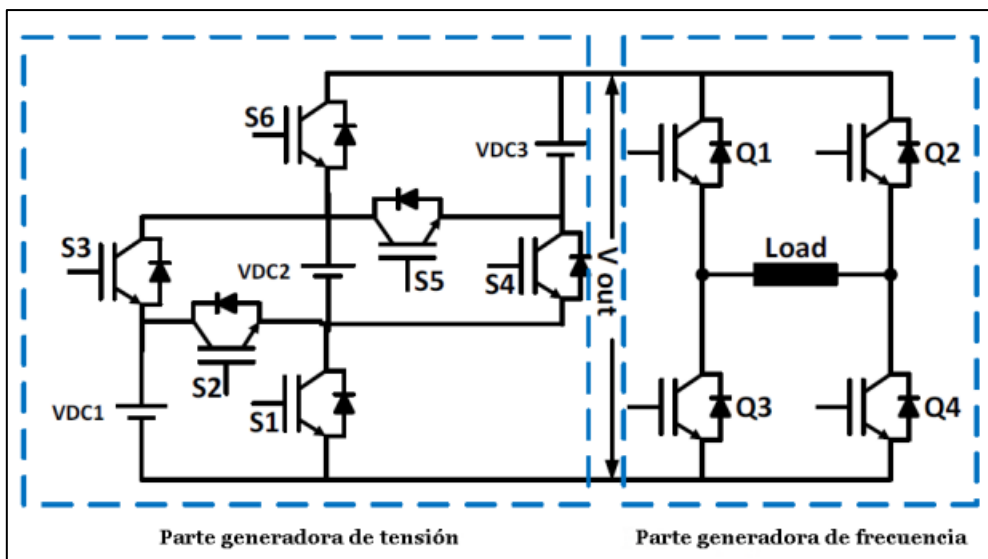


Figura 1.11 Inversor multinivel SSPS

Fuente: (Tigse, 2019, pág. 8)

1.7.4.4 Baterías de alta tensión HV

Los vehículos eléctricos e híbridos están experimentando un aumento en su popularidad debido al crecimiento de la demanda energética y la creciente preocupación por la contaminación ambiental. Estos automóviles se basan en el uso de baterías de alta tensión como componente central. La batería representa un componente crítico y vulnerable en un vehículo eléctrico, lo que hace necesario que las baterías empleadas en estos vehículos sean compactas, livianas, asequibles y adecuadamente aisladas. Además de estas características, los vehículos eléctricos necesitan contar con sistemas que proporcionen información sobre la autonomía de la batería, el estado de carga o descarga, el aislamiento de la batería y la detección de posibles fugas (Deshmukh et al., 2019).



Figura 1.12 Batería de alta tensión Toyota

Fuente: (Chong, 2018, pág. 21)

1.7.5 PRINCIPALES PARTES DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

La batería de alta tensión se compone de múltiples elementos que colaboran en su operación segura, previniendo incidentes asociados a las tensiones elevadas y el aumento de temperatura que podrían resultar en situaciones de riesgo como explosiones. Estos componentes operan de manera conjunta para asegurar un desempeño apropiado y seguro de la batería

1.7.5.1 Sistema de gestión de la batería (BMS)

El sistema de gestión de baterías (BMS) se trata de una unidad de control electrónica que tiene la responsabilidad de supervisar y salvaguardar de manera constante el rendimiento de la batería durante su funcionamiento, con el propósito de evitar tanto el uso indebido eléctrico como los posibles problemas de temperatura. Su objetivo principal es garantizar que la batería funcione de forma segura y confiable (Marcos et al., 2021).

Según (Lizarralde et al., 2020), la BMS lleva a cabo la tarea de vigilar diversos parámetros eléctricos y térmicos de las baterías, como los voltajes, las corrientes de carga y descarga, y las temperaturas. Asimismo, asegura la desconexión de las baterías del sistema de tracción si se produce alguna anomalía en cualquiera de estos parámetros (pag.8-9).

Algunas de las funciones de la BMS se muestran a continuación:

- Protección contra sobretensiones.
- Protección contra sobrecargas de corriente.
- Protección contra bajos voltajes.
- Equilibrio de las celdas.

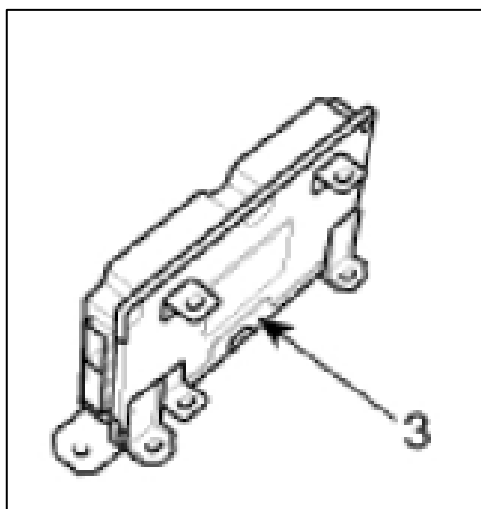


Figura 1.13 ECU BMS

Fuente: (KIA, 2015)

1.7.5.2 Conjunto de relé de potencia (PRA)

El Conjunto de Relé de Potencia (PRA) se compone de múltiples elementos, incluyendo los relés principales positivo y negativo, el relé de precarga, la resistencia de precarga y el sensor de corriente de la batería. Este conjunto se encuentra ubicado dentro de la batería de alta tensión y tiene la función de regular el circuito de suministro de alto voltaje que conecta la batería de alta tensión con el inversor, controlado mediante la señal de la Unidad de Control Electrónico (ECU) del Sistema de Gestión de Baterías (BMS) (KIA, 2015).

El PRA desempeña un papel esencial en el funcionamiento del sistema de energía presente en los vehículos modernos. Su principal objetivo es reducir el peso y el tamaño, además de prevenir daños ocasionados por sobretensiones en el sistema eléctrico de alta tensión en situaciones de emergencia, al desconectar la alimentación suministrada al motor.

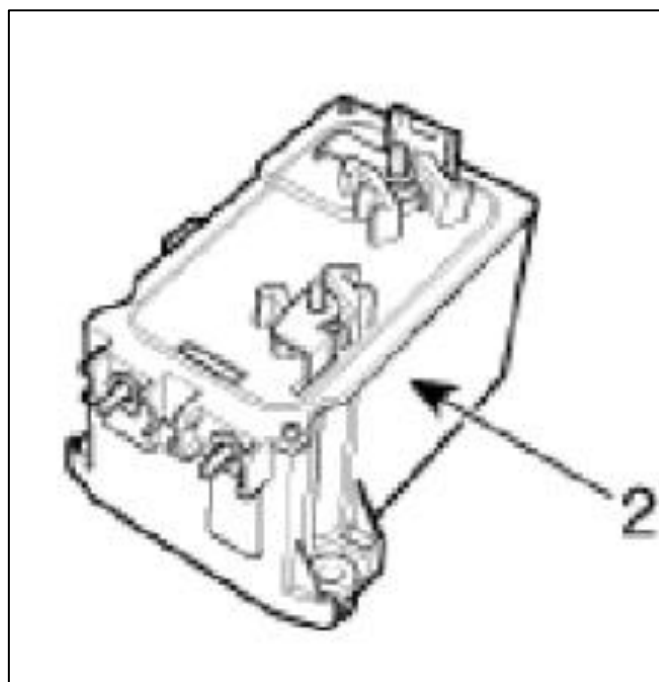


Figura 1.14 Conjunto del relé de potencia

Fuente: (KIA, 2015)

1.7.5.3 Enchufe de seguridad

Este componente se sitúa en la parte trasera de la batería de alta tensión y tiene la capacidad de realizar una desconexión mecánica del circuito de alto voltaje durante las labores de mantenimiento del sistema. Además, incorpora un fusible diseñado para evitar que se produzcan corrientes excesivas en el sistema de alta tensión.

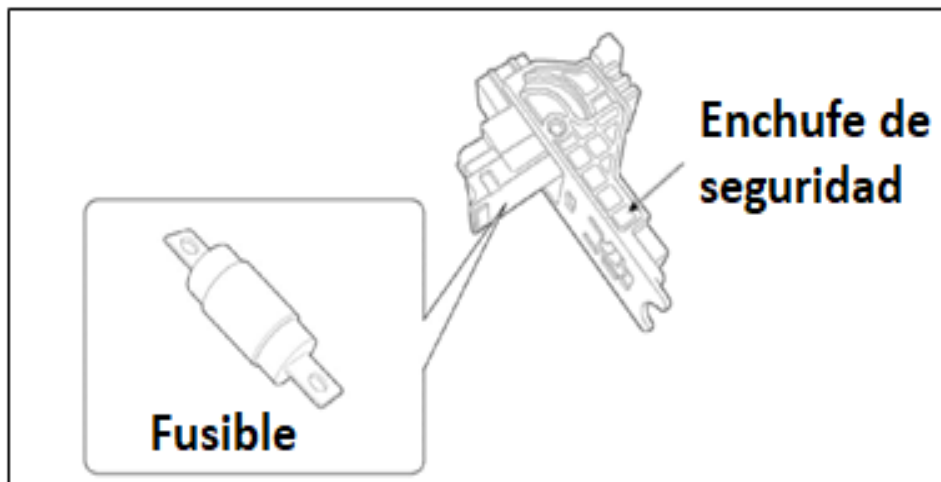


Figura 1.15 Enchufe de seguridad

Fuente: (KIA, 2015)

1.7.5.4 Ventilador de refrigeración de la batería HV

El sistema de enfriamiento de la batería de alta tensión emplea una estrategia basada en la ventilación para mantener la temperatura adecuada. Durante las operaciones de carga y descarga de la batería, se produce calor que necesita ser disipado para no afectar el rendimiento. Para lograr esta disipación de calor, se utiliza un ventilador que se activa por medio de la unidad de control de la batería. Este ventilador impulsa el flujo de aire a través de las celdas de la batería, contribuyendo así a reducir su temperatura y mantener un funcionamiento óptimo. (Mateos, 2020).

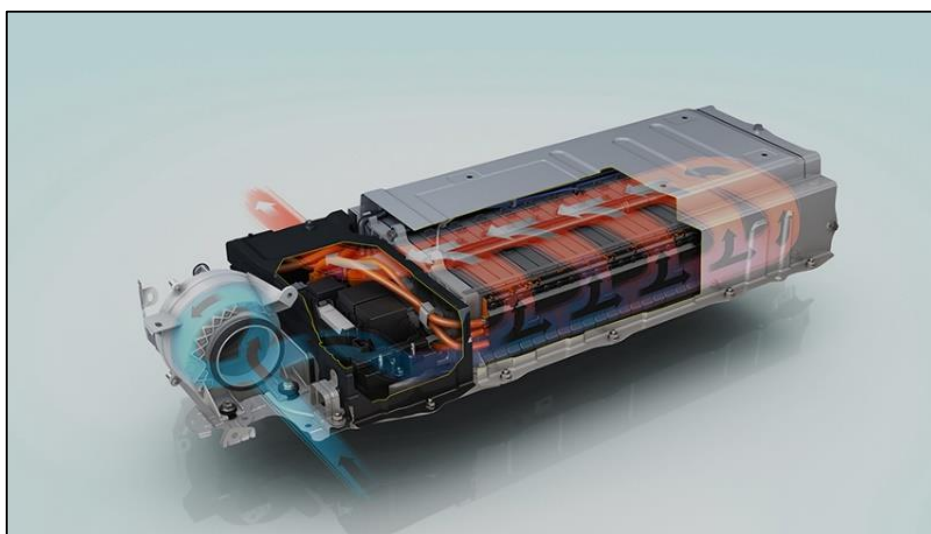


Figura 1.16 Sistema de ventilación

Fuente: (Mateos, 2020)

1.7.5.5 Sensor de temperatura de la batería HV

El sistema de enfriamiento de la batería de alta tensión emplea una estrategia basada en la ventilación para mantener la temperatura adecuada. Durante las operaciones de carga y descarga de la batería, se produce calor que necesita ser disipado para no afectar el rendimiento. Para lograr esta disipación de calor, se utiliza un ventilador que se activa por medio de la unidad de control de la batería. Este ventilador impulsa el flujo de aire a través de las celdas de la batería, contribuyendo así a reducir su temperatura y mantener un funcionamiento óptimo (Donado, 2021).

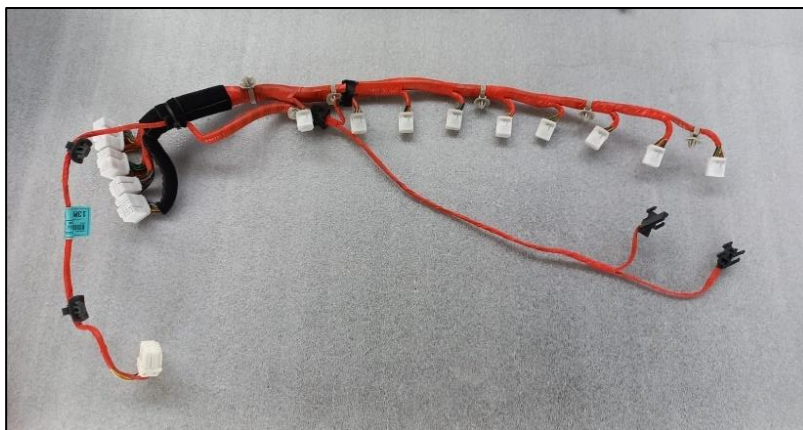


Figura 1.17 Sensor de temperatura de la batería HV

1.7.5.6 Módulos de la batería HV

Los módulos están conformados por 8 celdas con un voltaje que varía entre los 2,75 V y 4,3 V, la batería tiene de 9 módulos. La identificación de los módulos varía dependiendo su posición, se cuenta desde el ventilador hacía en PRA como se muestra en la figura 1.18 (KIA, 2015).

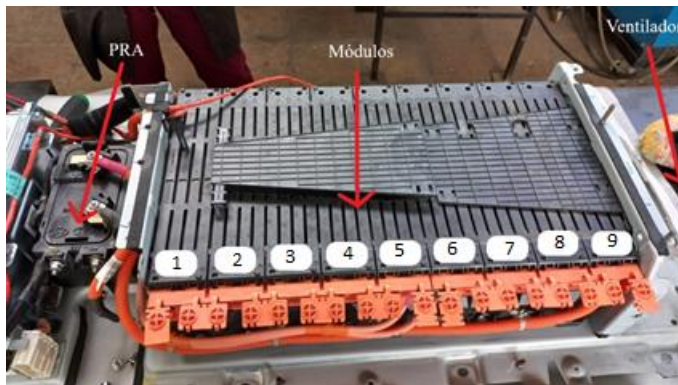


Figura 1.18 Módulos de la batería HV

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y METODO

En el desarrollo de la investigación, se deben considerar medidas de seguridad esenciales. Esto se debe a que la batería opera con 270 voltios, lo que representa un riesgo de descarga eléctrica capaz de causar daños graves o incluso la pérdida de vidas humanas. Además, la presencia de materiales metálicos puede generar cortocircuitos de alta tensión, con el potencial de ocasionar daños tanto a las personas como al vehículo.

La Figura 2.1 presenta el proceso que se llevará a cabo en la metodología de investigación. Este proceso incluye un detallado procedimiento paso a paso que abarca desde la selección de los elementos que componen la batería de alta tensión a diagnosticar, la elección de los materiales, herramientas y equipos necesarios para las pruebas, hasta la simulación de condiciones de DTC (Códigos de Problemas de Diagnóstico) y las pruebas para verificar el funcionamiento de los componentes. Todo este proceso se llevará a cabo siguiendo las directrices proporcionadas en el manual de reparación del vehículo Kia Óptima Híbrido del 2015, garantizando así la precisión y seguridad en el desarrollo de la investigación.

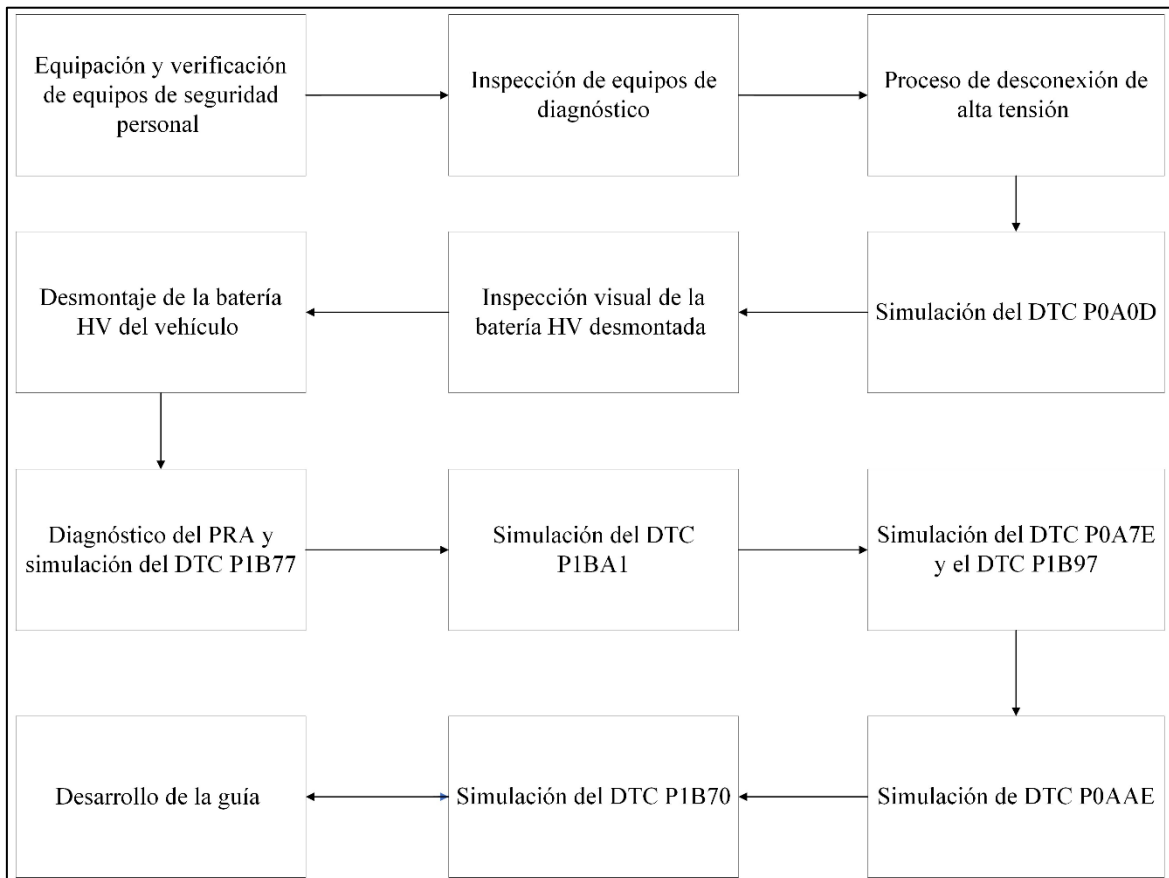


Figura 2.1 Flujograma de desarrollo

2.1 MATERIALES

2.1.1 PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Se llevaron a cabo medidas de seguridad rigurosas al evaluar la batería HV de un KIA Óptima híbrido del año 2015, con el objetivo de evitar cualquier posible riesgo durante la manipulación de la batería y el empleo de herramientas fundamentales. La evaluación se centró en un vehículo KIA Óptima híbrido del 2015 y se siguió el procedimiento detallado en el manual de reparación del automóvil. Las pruebas se efectuaron en una batería que presentaba similitudes en sus características.

2.1.2 BANCO DE PRUEBAS PARA EL DIAGNÓSTICO

La Figura 2.2 ilustra el área de ensayo donde se llevará a cabo la investigación relacionada con el diagnóstico de la batería de alta tensión de un vehículo híbrido del año 2015.



Figura 2.2 Banco de pruebas del KIA Óptima Híbrido

2.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN DEL VEHÍCULO KIA ÓPTIMA HÍBRIDO

En la Tabla 2.1, se encuentran detallados datos específicos y aspectos cruciales acerca de la batería de alta tensión que está siendo objeto de estudio. Esta información detallada constituye un recurso esencial para contextualizar y comprender la importancia de la batería en el marco de nuestra investigación, proporcionando una base sólida para el análisis y la toma de decisiones relacionadas con esta tecnología de vanguardia.

Tabla 2.1 Características de la batería de alta tensión.

Elemento	Especificación
Batería de alta tensión	LiB (Batería e Ion de Lito)
Número de células	72 [8 células * 9 módulos]
Voltaje Nominal (V)	270 [72 células * 3.75 V]
Capacidad Nominal (Ah)	5,3 [Inicio de vida, 20 °C (68°F)]
Energía Nominal (Wh)	1.431
Potencia de descarga (kW)	Max. 34
Potencia de carga (kW)	Mas. (-) 26
Voltaje de operación (V)	200~310 [2,5 V ≤ Voltaje de célula ≤ 4,3 V]
Corriente de operación (A)	-200~200

Fuente: (KIA, 2015)

2.1.3 EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO PARA LA BATERÍA HV

La sección 2.1.3 se centra en 'Equipos de diagnóstico para la batería HV', donde se analizan las herramientas especializadas utilizadas para evaluar el estado de las baterías de alta tensión. Estos dispositivos son esenciales en la industria de vehículos híbridos y eléctricos, permitiendo diagnósticos precisos para mantener un rendimiento óptimo y seguridad.

2.1.3.1 Multímetro

El multímetro es una herramienta ampliamente empleada en el ámbito eléctrico para la medición de tres parámetros fundamentales: tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios). Además, permite evaluar la continuidad entre dos puntos de un circuito eléctrico (Tecs, 2020).

Este dispositivo está equipado con puntas de prueba que consisten en cables aislados flexibles, generalmente de color rojo para la conexión positiva y negro para la negativa.

Las conexiones de los cables de prueba se ajustan según la magnitud a medir.



Figura 2.3 Multímetro automatiz

2.1.3.2 Escáner automatiz

Un dispositivo capaz de comunicarse con la unidad de control electrónica (ECU) del vehículo con el propósito de acceder a datos, realizar ajustes y supervisar el funcionamiento de todos los procesos y sensores. Su tarea principal consiste en identificar la presencia de posibles problemas, errores o fallos electrónicos significativos en el automóvil (Muñoz, 2023).



Figura 2.4 Escáner automatiz

2.1.3.3 Termómetro infrarrojo

Una herramienta electrónica se utiliza para medir la temperatura superficial de un objeto sin necesidad de un contacto físico directo (Girodmedical, 2021).



Figura 2.5 Termómetro infrarrojo

2.1.4 EQUIPOS DE SIMULACIÓN

2.1.4.1 Pistola de calor

Se trata de un dispositivo eléctrico que aspira y comprime el aire con el fin de elevar su temperatura considerablemente antes de liberarlo con una gran fuerza, alcanzando temperaturas de aproximadamente 750 °C. (Grupo Ferre-Max, 2022).



Figura 2.6 Pistola de calor

2.1.5 EQUIPOS DE SEGURIDAD

Los dispositivos de seguridad empleados siguen las pautas establecidas en el manual de reparación del KIA Óptima híbrido 2015, que se ajusta a las normativas internacionales especificadas en la IEC 60900

2.1.5.1 Ropa aislante

La indumentaria aislante empleada desempeña un papel fundamental al salvaguardar el cuerpo de posibles chispas que podrían surgir durante la ejecución del diagnóstico de la batería HV. Este tipo de vestimenta se ha diseñado específicamente para minimizar los riesgos de descarga eléctrica y garantizar la seguridad del personal involucrado en el proceso. Además, esta ropa aislante cumple con los estándares de seguridad necesarios, garantizando que se mantenga una barrera efectiva entre el usuario y cualquier fuente potencial de peligro eléctrico. Por tanto, su utilización es esencial para prevenir posibles accidentes y garantizar un entorno de trabajo seguro.



Figura 2.7 Ropa aislante

2.1.5.2 Guante aislante

En las tareas de inspección o manipulación de componentes de alta tensión, se emplearon guantes aislantes con una capacidad de aislamiento de 1000V / 300 A o superior. Estos

guantes están clasificados en la categoría 0 y tienen una resistencia de hasta 2500 V, cumpliendo con los estándares de la normativa ANSI/ASTM D120 para su verificación



Figura 2.8 Guantes aislantes

2.1.5.3 Calzado aislante

Calzado dieléctrico se utiliza cuando existe el riesgo de una descarga eléctrica debido a la alta tensión (Linkedin, 2022).



Figura 2.9 Calzado dieléctrico

Fuente: (Linkedin, 2022)

2.1.5.4 Estera aislante

Se requirió una estera para colocar los componentes de alta tensión que se retiraron, con el fin de prevenir accidentes relacionados con las tensiones eléctricas elevadas



Figura 2.10 Estera aislante

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 PRECAUCIÓN EN EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO

La seguridad es primordial cuando se trata de vehículos híbridos, ya que estos incorporan sistemas de alto voltaje que pueden conllevar a accidentes graves, como descargas eléctricas o fugas, si se presentan problemas o se manipulan de manera incorrecta. Por lo tanto, es de suma importancia seguir rigurosamente las pautas de seguridad al llevar a cabo cualquier trabajo relacionado con la batería de alta tensión, con el fin de minimizar el riesgo de accidentes. Durante todo el proceso de diagnóstico de la batería HV, se realizó una supervisión estricta para garantizar que el equipo de seguridad de alto voltaje se utilizara de manera adecuada y efectiva. Es fundamental recordar y aplicar estas recomendaciones para mantener un ambiente de trabajo seguro:

- Evitar tener objetos metálicos cerca durante cualquier manipulación en la batería HV.
- Establecer y respetar un perímetro de seguridad de al menos 1 metro, de acuerdo con las normativas de seguridad, con el propósito de prevenir la presencia de personas que no estén debidamente equipadas con los elementos de protección requeridos mientras se realizan las labores.

2.2.2 PROCESO DE DESCONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN

En el proceso de diagnóstico de la batería HV, es esencial seguir estrictamente las normas de seguridad establecidas para garantizar un entorno de trabajo seguro. A continuación, se describen los pasos clave que se deben seguir:

1. Comience por utilizar una llave para colocar el vehículo en la posición "OFF" y desconecte el terminal negativo de la batería auxiliar de 12V.
2. Luego, guiándose en la Figura 2.11 proceda a retirar el enchufe de seguridad ubicado en la parte trasera de la batería HV. A continuación, desactive el seguro (A) y retire el tapón de seguridad (C) tirando de la palanca (B) en dirección a la flecha.

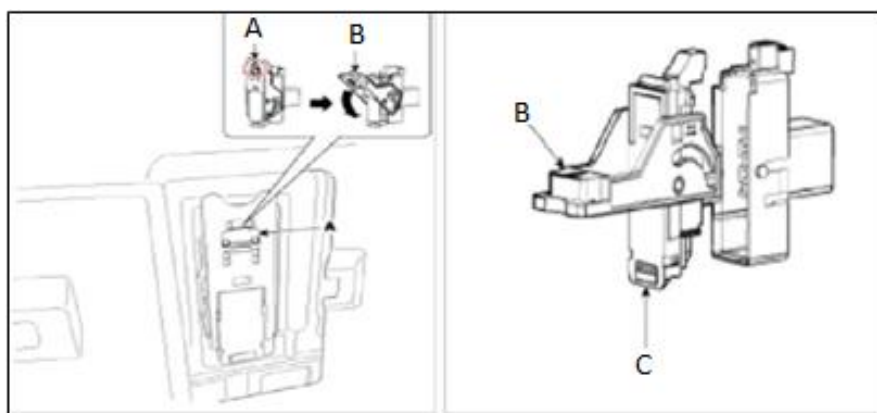


Figura 2.11 Enchufe de seguridad

Fuente: (KIA, 2015)

3. Deje transcurrir un período de al menos 5 minutos para permitir que el condensador del sistema de alta tensión se descargue por completo.
4. A continuación, proceda a desconectar el cable de alimentación del inversor (A).

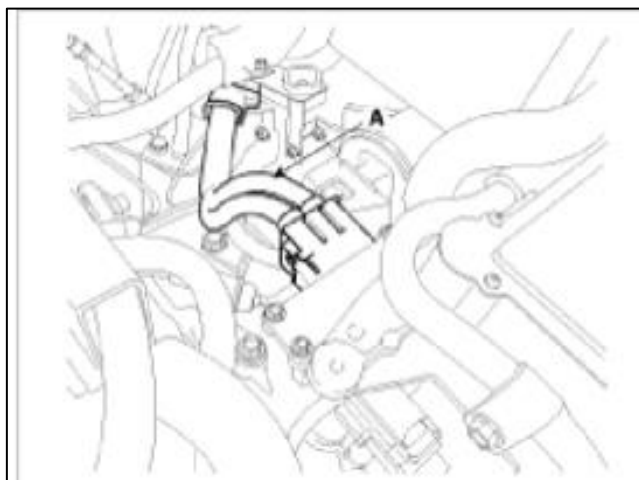


Figura 2.12 Cable de alimentación del inversor

Fuente: (KIA, 2015)

5. Continúe desconectando el cable de alimentación del inversor.

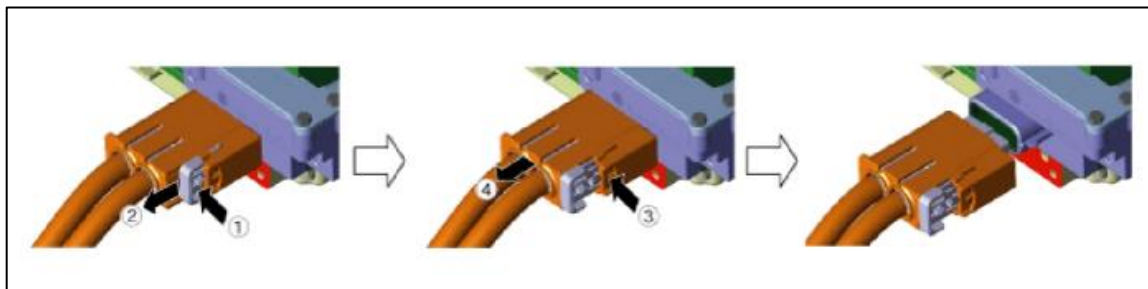


Figura 2.13 Proceso para la desconexión del cable de alimentación del inversor

Fuente: (KIA, 2015)

6. Después, realice una medición de la tensión entre los bornes del inversor para verificar si la descarga del condensador del inversor se ha completado. Si el voltaje es inferior a 30 V, indica que el circuito de alta tensión está correctamente cerrado. Si el voltaje supera los 30 V, esto podría señalar un fallo en el circuito de alta tensión.

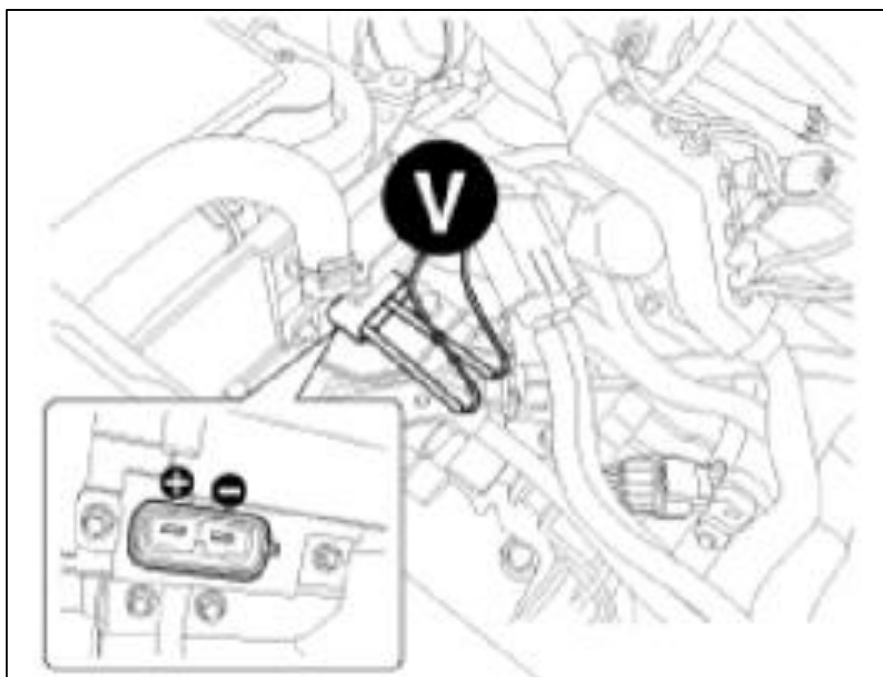


Figura 2.14 Medición de tensión en el inversor

Fuente: (KIA, 2015)

7. Posteriormente, proceda a examinar el fusible principal (B) que se encuentra dentro del enchufe de seguridad (A) retirando los pernos de montaje.

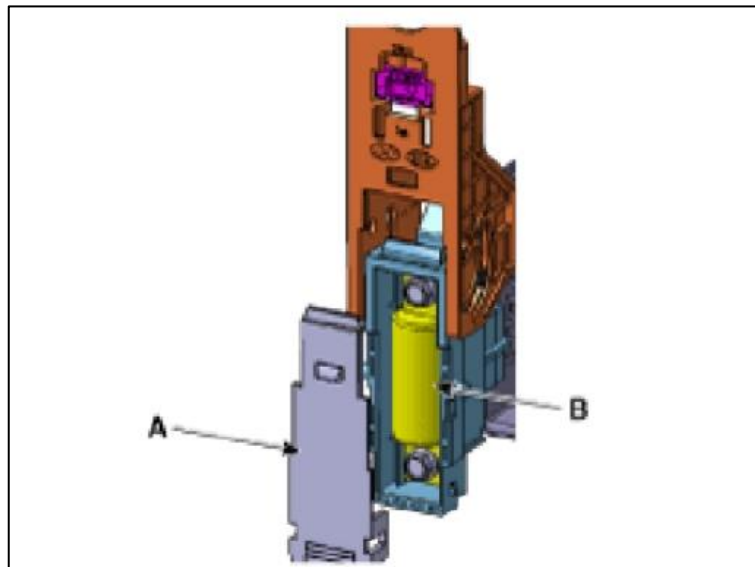


Figura 2.15 Fusible principal

Fuente: (KIA, 2015)

8. Mida la resistencia del fusible principal y verifique que la medición sea de 1Ω a una temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Si la resistencia medida no cumple con esta especificación, se recomienda reemplazar el fusible principal.

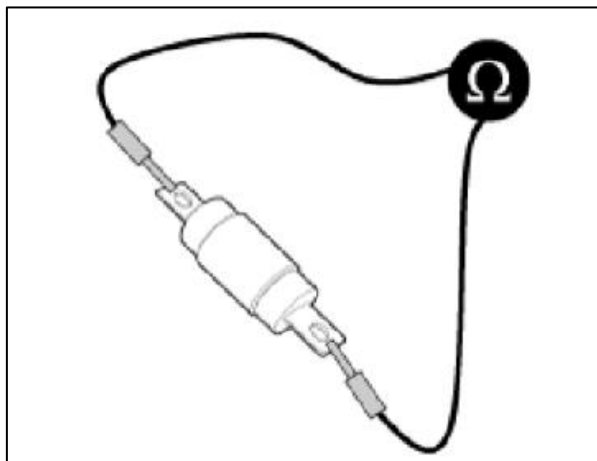


Figura 2.16 Medición del fusible principal

Fuente: (KIA, 2015)

2.2.3 CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DEL CIRCUITO DE ENCLAVAMIENTO DEL SISTEMA DE ALTO VOLTAJE P0A0D

El código de diagnóstico P0A0D se genera cuando el enchufe de seguridad que suministra energía a la batería de alto voltaje está desconectado o retirado, la barra colectora que conecta las celdas de la batería en serie se encuentra abierta o el fusible de 125A/DC450V ubicado

en el interior del enchufe de seguridad está fundido. Para prevenir la aparición de este código de diagnóstico, se lleva a cabo una evaluación del estado del enchufe de seguridad como parte del proceso de desconexión de alta tensión.

2.2.4 INICIO DEL PROCESO DEL DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA HV

Luego de confirmar que el circuito de alta tensión se encuentra en óptimas condiciones, se procede a encender el vehículo nuevamente y se utiliza un escáner para evaluar el estado de la batería. Se verifica que todas las partes críticas de la batería estén dentro de los rangos especificados por el fabricante. Además, se realizó una revisión de los códigos de diagnóstico de problemas (DTC) relacionados con el Sistema de Gestión de Batería (BMS). Este proceso es fundamental para garantizar que la batería HV y sus sistemas asociados estén funcionando correctamente y sin problemas detectados.

2.2.4.1 Desmontaje de la batería HV del vehículo

Una vez que se ha completado el proceso de desconexión de alta tensión en el vehículo y se inicia el procedimiento de diagnóstico de la batería, se procede al desmontaje seguro de la batería HV para evitar cualquier accidente o daño.

1. La cubierta frontal de alta tensión (A) es retirada en primer lugar.

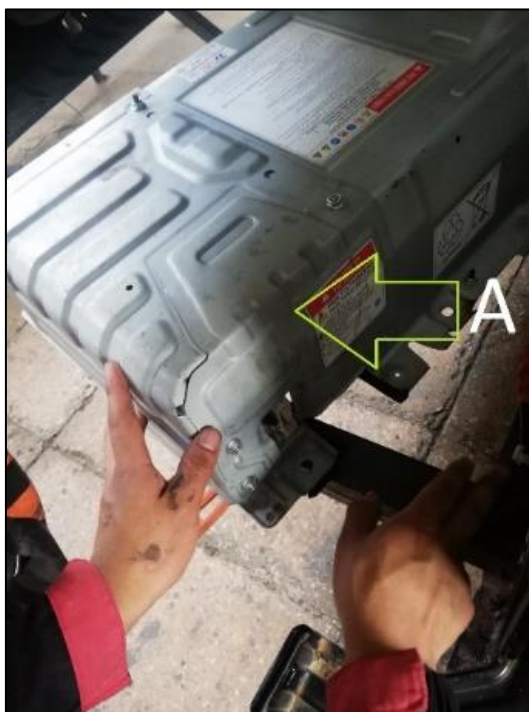


Figura 2.17 Desmontar la cubierta A

2. Luego, se procedió a desconectar la extensión de la BMS (A) y los terminales de alimentación (+) (B) y (-) (C) del cable del inversor al aflojar la tuerca de montaje.

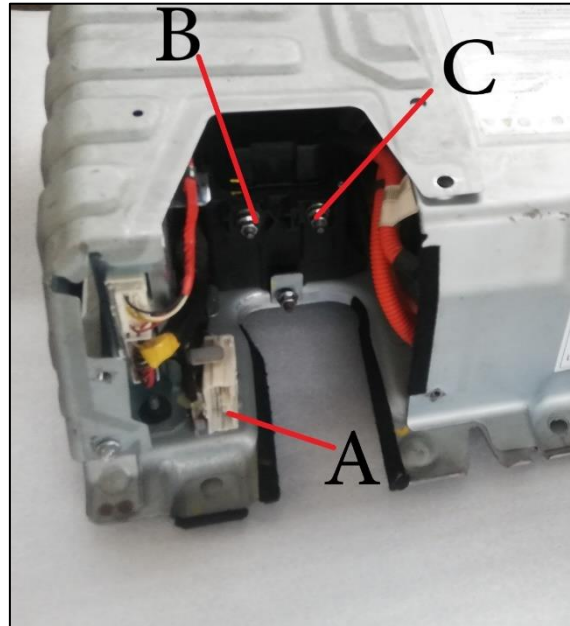


Figura 2.18 Desconexión del socket (A) y los terminales (B) y (C)

3. Se prosigue a desconectar el conector del ventilador de refrigeración (A).



Figura 2.19 Conector del ventilador (A)

4. Finalmente, se retiró el conjunto de la batería de alto voltaje de su estructura desenroscando los pernos de montaje (A).

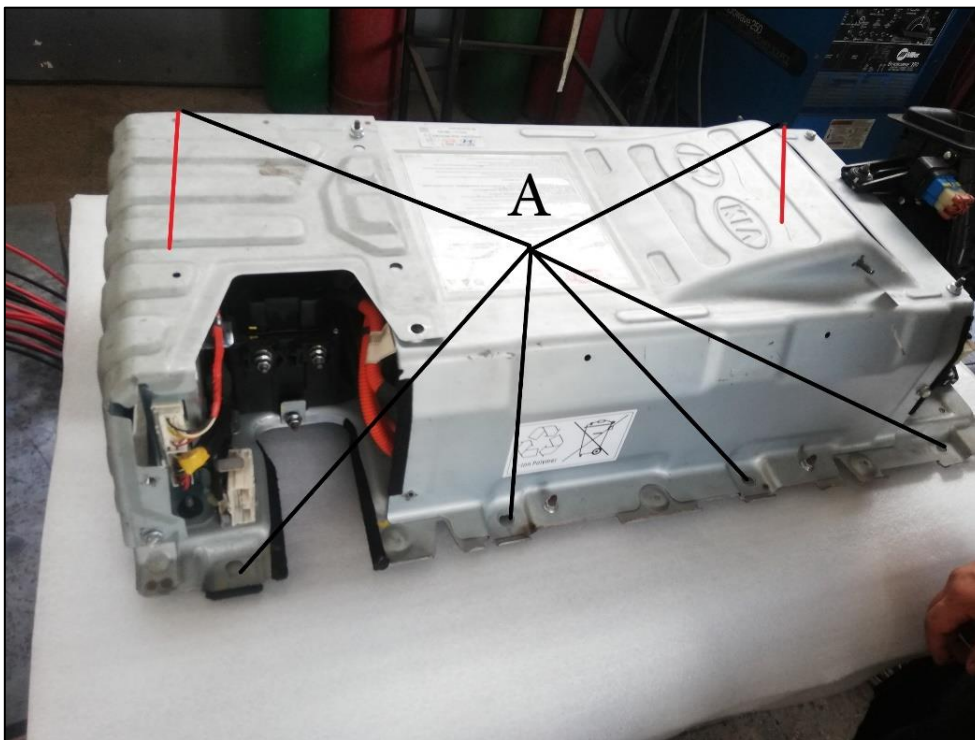


Figura 2.20 Retiro de pernos de montaje del vehículo

2.2.4.2 Inspección visual de la batería HV desmontada

Para llevar a cabo la inspección de la batería HV en el taller de manera segura y prevenir el contacto con superficies metálicas, es esencial establecer un entorno de trabajo aislado. Para lograrlo, se deben seguir una serie de procedimientos, que incluyen:

1. Se prepara el área de trabajo con un revestimiento aislante que evite la conducción de la electricidad y que esté libre de aceites u otros contaminantes. Además, se debe contar con un espacio limpio para colocar los componentes de la batería HV.

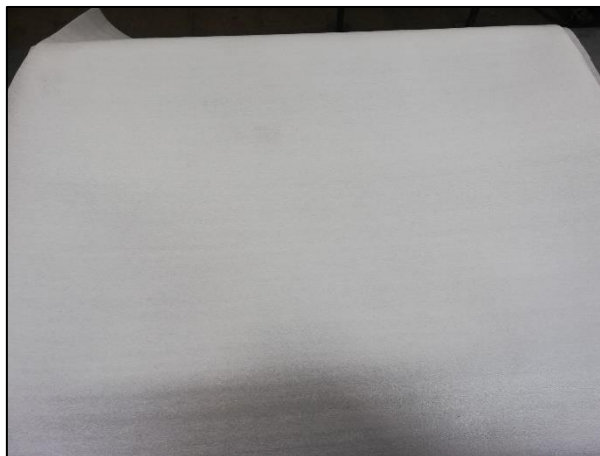


Figura 2.21 Estera aislante para el área de trabajo

2. Asegurarse de que todas las herramientas utilizadas en el desmontaje de la carcasa de la batería HV estén limpias y en buen estado de funcionamiento.
3. Siguiendo el proceso de desmontaje de la batería HV del vehículo, retire las carcasas (B) y (C) para llevar a cabo una inspección visual de los componentes.

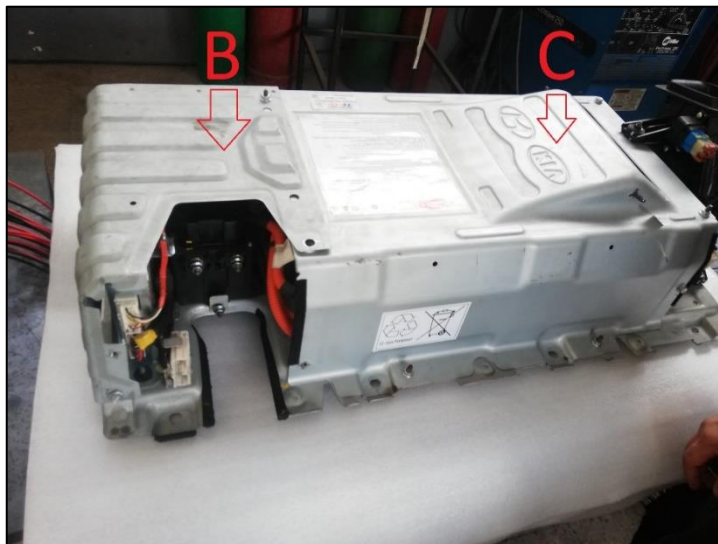


Figura 2.22 Desmontaje de las carcasas (B) y (C)

4. Realizar una inspección visual de la BMS para asegurarse de que no presente signos de golpes ni procesos de oxidación en su carcasa.



Figura 2.23 ECU BMS desarmada

5. Examinar los pines de los conectores de la BMS para verificar que no estén doblados, rotos ni oxidados, y asegurarse de que los cables y conectores estén en buen estado.

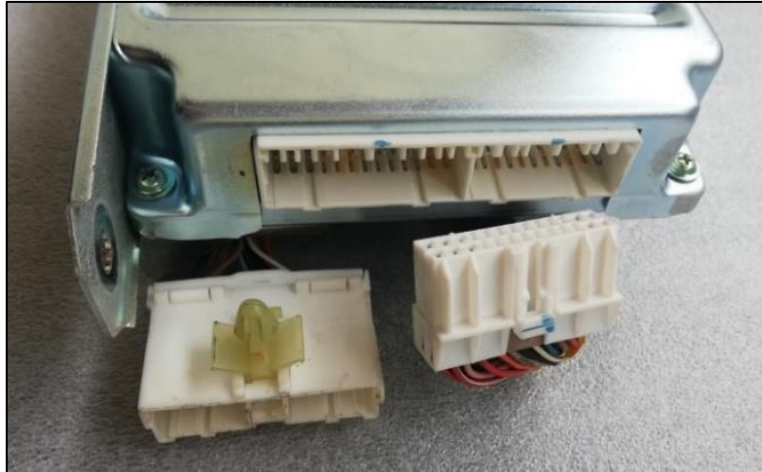


Figura 2.24 Pines y conectores de la BMS

6. Inspeccionar visualmente el mazo de cables de control de la BMS para asegurarse de que esté en perfecto estado, sin cortes en los cables ni conexiones defectuosas en los sockets de los sensores de temperatura de los módulos y el aire, así como en los sensores de control de cada módulo de la batería HV.



Figura 2.25 Mazo de cables de la BMS

7. Verificar que las terminales del conjunto del relé de potencia (PRA), donde se conectan los cables de alta tensión para el inversor y la batería HV, no presenten oxidación.

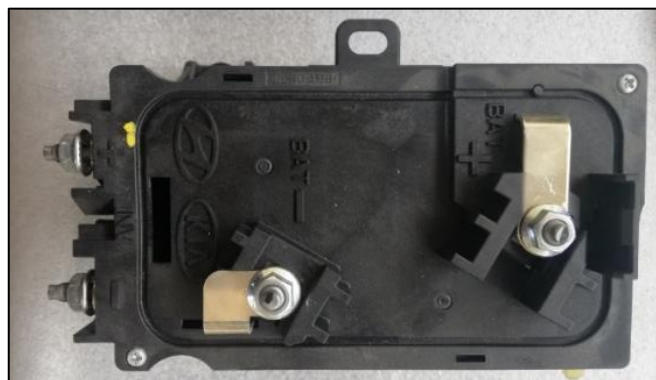


Figura 2.26 Terminales alta tensión del PRA

8. Analizar el estado de los cables de conexión del enchufe de seguridad para asegurarse de que no haya imperfecciones.



Figura 2.27 Conexiones del enchufe de seguridad

9. Realizar una inspección visual de los cables de alimentación positivo y negativo de la batería HV, y verificar que las terminales de conexión estén libres de oxidación.

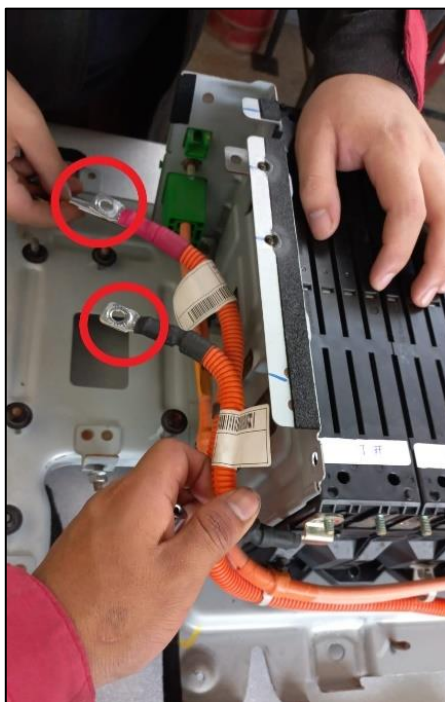


Figura 2.28 Cables de conexión de los módulos.

10. Comprobar visualmente el estado de las láminas metálicas internas que conectan los módulos en serie para asegurarse de que no haya oxidación en ellas.

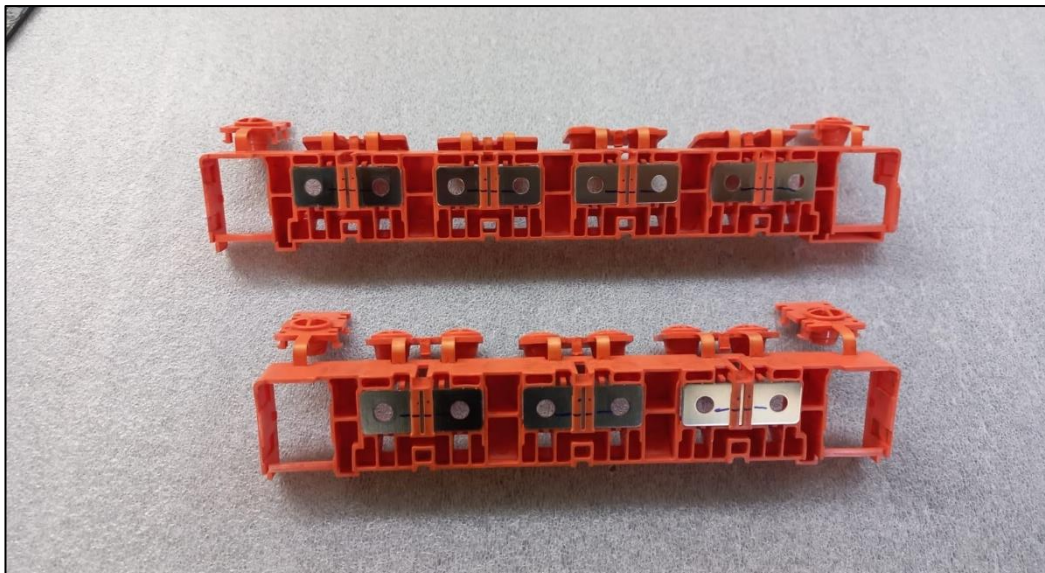


Figura 2.29 Láminas metálicas internas de la batería HV

11. Por último, examinar de manera visual los módulos de la batería para verificar que no presenten imperfecciones en su forma.

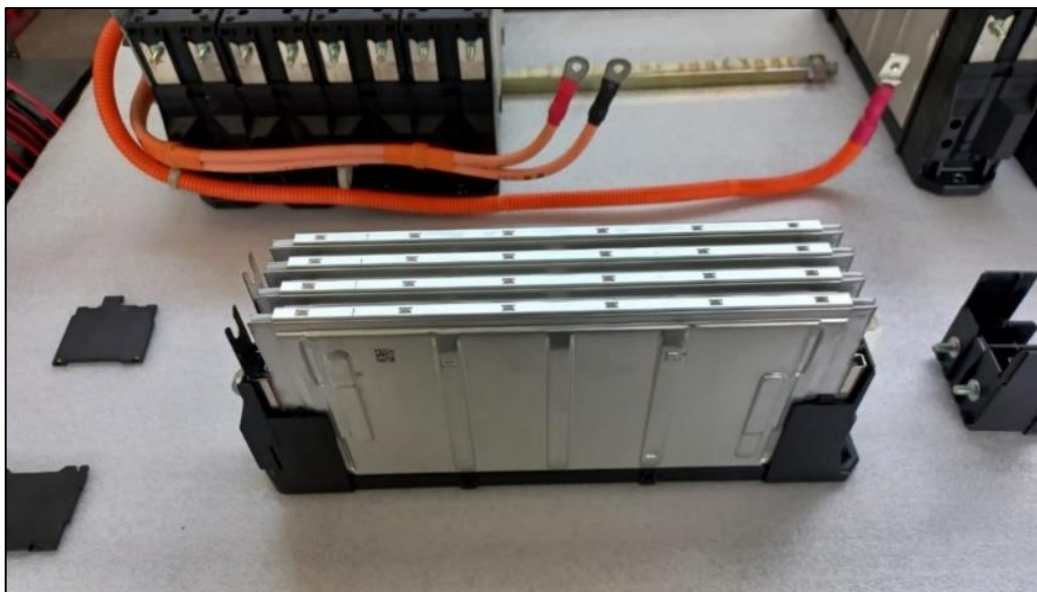


Figura 2.30 Módulos de la batería HV tipo sobre

2.2.4.3 Diagnóstico de los módulos de la batería HV

Una vez completada la inspección visual de los componentes de la batería HV, el siguiente paso implica realizar un diagnóstico de los módulos de la batería HV y comparar los datos con las especificaciones de fábrica. El proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Utilizando un multímetro, se verifica la tensión nominal de la batería en los terminales de conexión ubicados en el PRA.

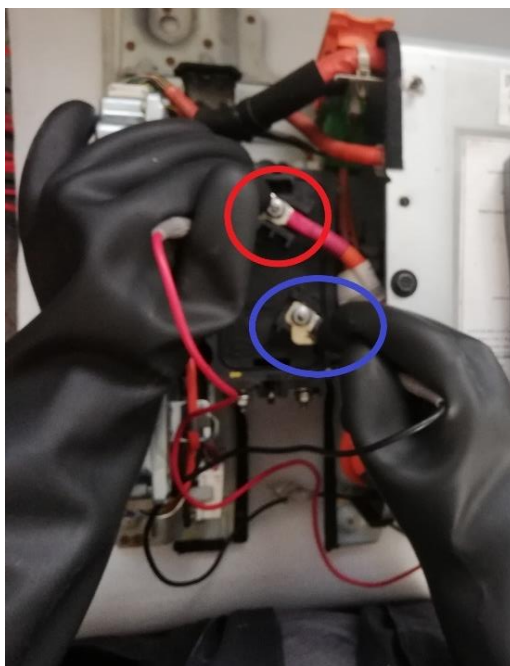


Figura 2.31 Medición de la tensión total de la batería HV

2. Luego, se analiza la tensión de cada módulo de la batería de manera individual, evaluando los terminales de conexión de cada uno de ellos.



Figura 2.32 Medición de la tensión individual de cada módulo de la batería HV

3. Para llevar a cabo un diagnóstico más completo de los módulos de la batería, se hace referencia al flujograma de la Figura 2.33 proporcionado en el manual de reparación del vehículo. Este flujograma ofrece una guía para el diagnóstico general de los módulos de la batería.

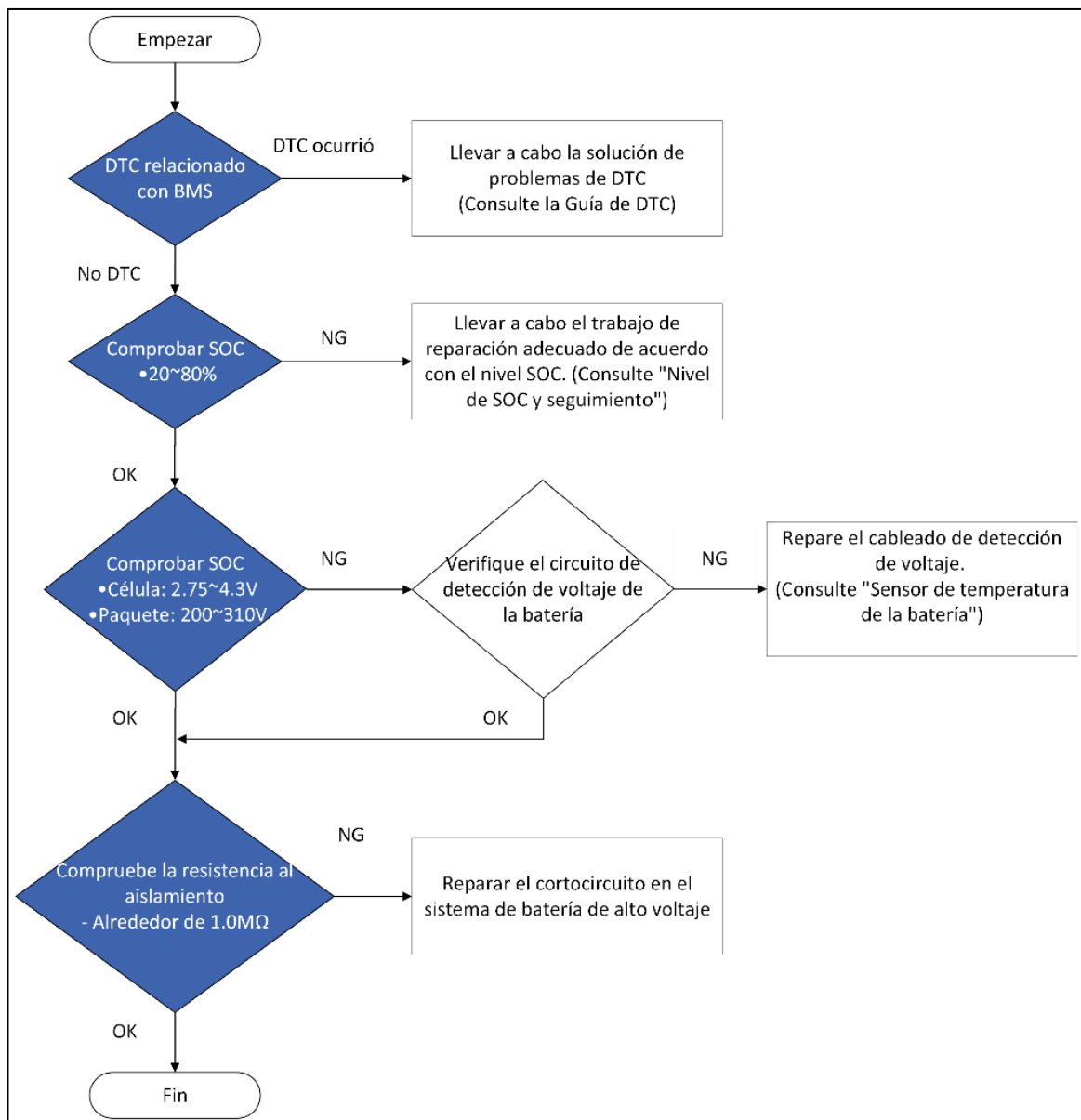


Figura 2.33 Flujograma de reparación del módulo de la batería HV

2.2.5 DIAGNÓSTICO DEL PRA (CONJUNTO DEL RELÉ DE POTENCIA)

El conjunto conocido como PRA tiene un papel fundamental en el control del circuito de alimentación de alto voltaje entre la batería HV y el inversor. Su estado óptimo es esencial para prevenir daños innecesarios en el sistema. El PRA se compone de tres partes principales: el relé positivo (+), el relé negativo (-) y el relé de precarga. Estos relés establecen las conexiones eléctricas y la conexión a tierra entre la batería de alto voltaje y el inversor, todo ello gestionado por la señal de control emitida por la ECU BMS. Es importante destacar que el PRA no puede desmontarse ni desarmarse.

2.2.5.1 Secuencia de operación de PRA

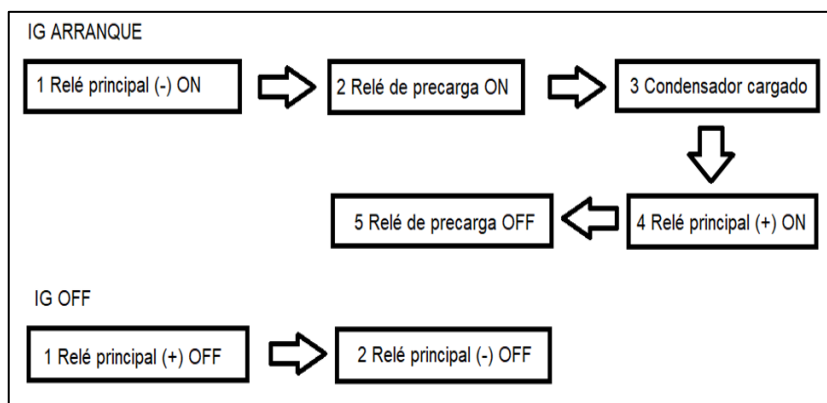


Figura 2.34 Secuencia de operación del PARA

Fuente: (KIA, 2015)

El relé principal negativo es el primero en activarse, el relé de precarga se activa permitiendo una rápida descarga por parte del condensador, esta descarga es controlada por la resistencia de precarga que se observa en la Figura 2.35, luego el relé principal positivo se activa para una carga o descarga continua y el relé de precarga se desactiva. Para el apagado el relé principal positivo y negativo se desactivan. La ECU BMS controla las salidas de señal para la activación de los 3 relés, las masas de la bobina están unidas y conectan a la ECU BMS y a la masa del vehículo, en caso de fallo del terminal 20 (relé de tierra) puede seguir funcionando con la descarga a masa.

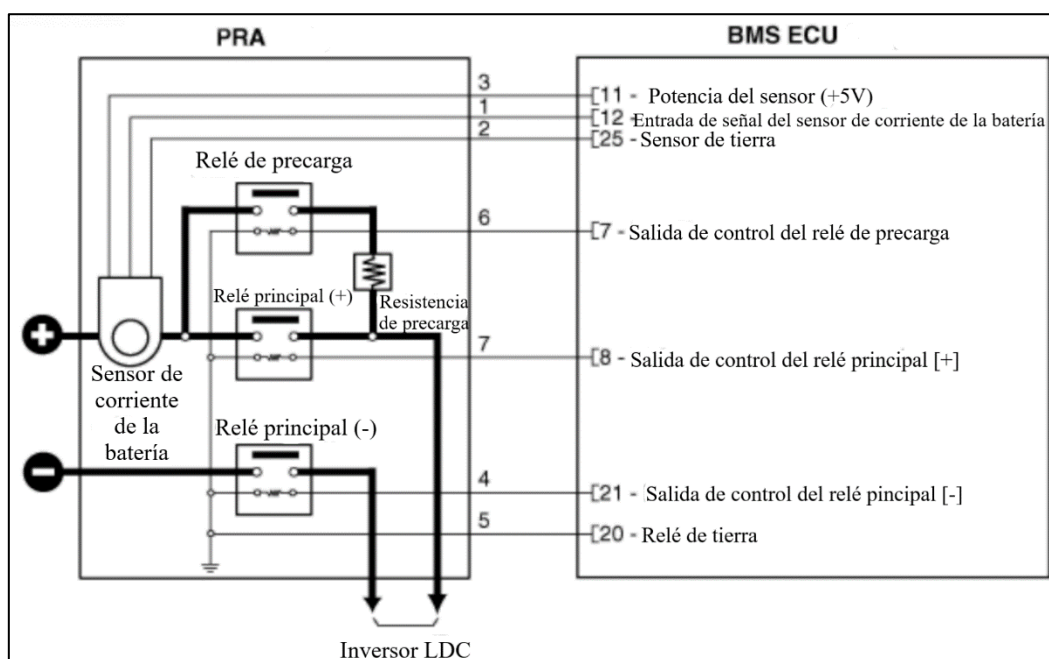


Figura 2.35 Diagrama interno del PRA

Fuente: (KIA, 2015)

2.2.5.2 Diagnóstico del relé principal negativo (-) (Relé OFF)

Durante el proceso de diagnóstico del componente, es esencial revisar y adherirse a las pautas de seguridad y precaución generales. Además, se prepara el equipo necesario antes de iniciar el proceso de diagnóstico.

1. El vehículo se apaga por completo.
2. Se desconecta el terminal negativo de la batería auxiliar.
3. Luego, se procede a desconectar el sistema de alta tensión, asegurándose de que las entradas del inversor no superen los 30 V, revise (Proceso de desconexión de alta tensión).
4. Para acceder al conjunto PRA, se retiran las cubiertas frontal y trasera de alto voltaje.
5. Además, se quita el protector de los cables de alto voltaje del PRA.
6. Finalmente, se utiliza un multímetro para medir la continuidad entre los terminales negativos (-) de la alimentación de alta tensión (1) y de la alimentación del inversor (2), tal como se muestra en la Figura 2.35.

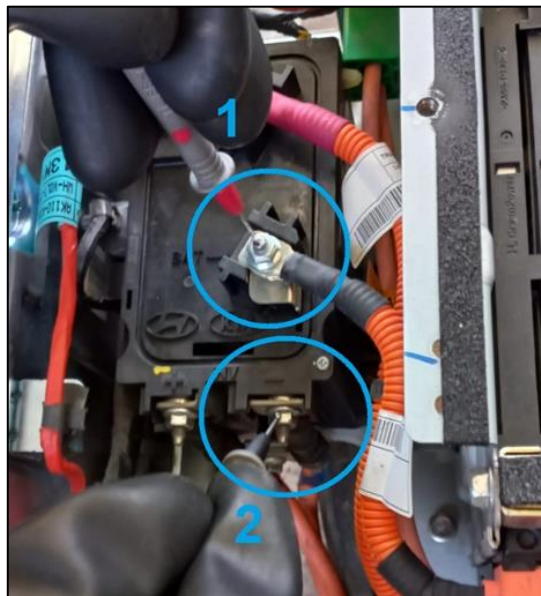


Figura 2.36 Terminales negativos de los módulos HV y el inversor

Especificación: Abierto, Si la continuidad no está dentro de las especificaciones, sustituya el PRA.

2.2.5.3 Diagnóstico del relé principal negativo (-) (Relé ON)

Para llevar a cabo el procedimiento, se utilizó el vehículo en un estado de contacto para permitir que todos los componentes se comuniquen entre sí. Antes de iniciar, se procedió al desmontaje de la batería del vehículo, siguiendo estos pasos:

1. Se retiraron el cojín del asiento trasero, el respaldo del asiento trasero y el embellecedor del maletero para dejar la batería accesible.
2. Las cubiertas frontal y trasera de alto voltaje se retiraron para acceder al conjunto PRA.
3. Se puso el vehículo en contacto.
4. A través del escáner, se activó la prueba del relé de precarga.
5. Se midió la resistencia entre los terminales negativos de alta tensión (1) y de alimentación del inversor (2), como se indica en la Figura 2.36.

Especificación: 1Ω o continuidad.

Cuando el relé está en ON, se oye un sonido de activación.

2.2.5.4 Diagnóstico del relé de precarga (+) (Relé OFF)

En el proceso de diagnóstico del componente, se garantiza el seguimiento de las precauciones necesarias antes de proceder de la siguiente manera:

1. Se procede a retirar el enchufe de seguridad.
2. Se desconecta la batería auxiliar.
3. Se lleva a cabo el desmontaje del cojín del asiento trasero, el respaldo del asiento trasero y el embellecedor del maletero para facilitar el acceso a la batería.
4. Se retiran las cubiertas frontal y trasera de alto voltaje para poder acceder al conjunto PRA.
5. Se realiza una medición de la continuidad entre los terminales positivos de la alimentación de alta tensión (1) y la alimentación del inversor (2), tal como se indica en la Figura 2.37.

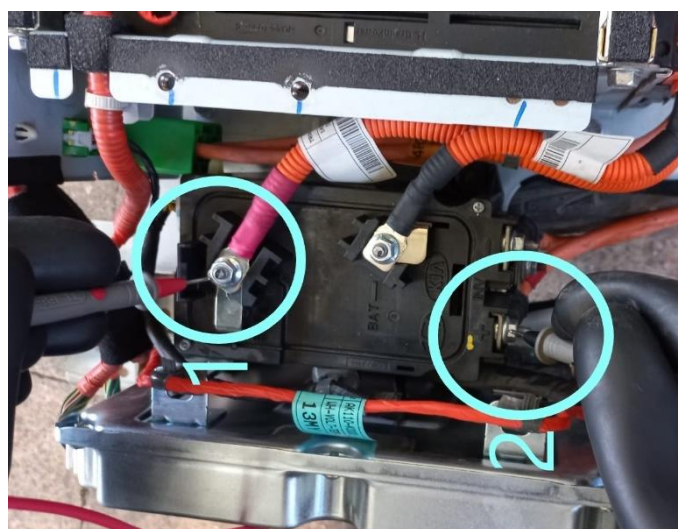


Figura 2.37 Bornes positivos del relé de precarga

Especificación: Abierto, Si la continuidad no está dentro de las especificaciones, sustituya el PRA.

2.2.5.5 Diagnóstico del relé de precarga (+) (Relé ON)

Para llevar a cabo el procedimiento, se habilitó el vehículo en modo de encendido para permitir que todos los elementos se comuniquen entre sí. Sin embargo, antes de comenzar, se procedió de la siguiente manera:

1. Seguido del desmontaje del cojín del asiento trasero, el respaldo del asiento trasero y el embellecedor del maletero, lo que permitió un acceso más conveniente a la batería.
2. Luego, se retiraron las cubiertas frontal y trasera de alto voltaje para poder acceder al conjunto PRA.
3. Posteriormente, se puso en marcha el vehículo en modo de encendido.
4. Utilizando un escáner, se procedió a activar la prueba del relé de precarga.
5. Finalmente, se llevó a cabo la medición de la resistencia entre los terminales positivos de la alimentación de alta tensión (1) y la alimentación del inversor (2), de acuerdo con lo representado en la Figura 2.36.

Especificación: $38 \Omega - 42 \Omega$

Cuando el relé está en ON, se escucha un sonido de activación.

2.2.6 CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DE FALLO DE PRECARGA DE ALTA

TENSIÓN P1B77

El código de diagnóstico P1B77 se genera cuando se identifica un fallo en la alimentación de alta tensión que afecta la precarga del condensador del inversor. Cuando este código de diagnóstico se establece, la unidad de control de la BMS activará la luz de servicio en el panel. Por lo tanto, en la sección de diagnóstico del conjunto del relé de potencia, se realiza un procedimiento específico para prevenir la aparición de este código de diagnóstico.

2.2.7 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO DEL VENTILADOR DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (P1BA1)

El código de diagnóstico (P1BA1) se genera en presencia de una falla en el relé del ventilador o un defecto en el módulo del ventilador, que incluye la unidad de control del motor del ventilador, el fusible del soplador y el propio ventilador.

2.2.7.1 Proceso de diagnóstico de falla del ventilador e información de las velocidades

Para detectar y abordar esta falla, se siguen los siguientes pasos:

1. Se realiza una inspección visual del cableado en busca de posibles problemas como bornes de conexión defectuosos, circuitos abiertos entre el ventilador y el BMS (Sistema de Gestión de la Batería) o cualquier obstrucción en las aspas del ventilador y conductos dañados.
2. Se llevan a cabo pruebas con las diferentes velocidades del ventilador, permitiendo un período de espera de 30 segundos para observar los cambios en la velocidad. Se verifica que las revoluciones se mantengan dentro del umbral especificado, es decir, que la frecuencia esté en el rango de 1 Hz a 300 Hz.

Tabla 2.2 Velocidad del ventilador

Estado del ventilador	Frecuencia (Hz)	Velocidad del ventilador (rpm)
1	24	768
2	36	1001
3	44	1234
4	54	1467
5	62	1700
6	70	2000
7	78	2300
8	84	2600
9	90	2900

Fuente: (KIA, 2015)

2.2.7.2 Inicio del diagnóstico en OFF

El proceso se comienza con la revisión utilizando elementos auxiliares que son esenciales para el funcionamiento del ventilador. Los pasos por seguir son los siguientes:

1. Se lleva a cabo una inspección exhaustiva de la batería auxiliar con el vehículo en posición de apagado.
2. Se empleó un multímetro durante el proceso con el fin de medir la tensión de la batería, garantizando que los valores se mantuvieron dentro del rango especificado de 9 V a 13 V, lo cual resulta fundamental para asegurar un funcionamiento adecuado.
3. Se repite la inspección de la batería auxiliar con el vehículo en modo de contacto.

- Se verifica nuevamente que los valores registrados en el multímetro permanezcan dentro del rango de 13 V a 16 V para asegurar un funcionamiento sin problemas del ventilador.

Especificación: Si el valor del voltaje cambia en ambas pruebas, significa que el sistema LDC (Convertidor de CC/CC bajo) está funcionando correctamente. Si los valores no cambian, se procede a inspeccionar tanto la batería auxiliar como el sistema LDC.

- Se continua con la evaluación del circuito de alimentación.



Figura 2.38 Socket del relé del ventilador

- Se desconecta el socket del relé.
- El vehículo se pone en posición de contacto.
- Se mide la tensión entre el borne #5 (alimentación de la bobina del relé) del socket y la masa del chasis.

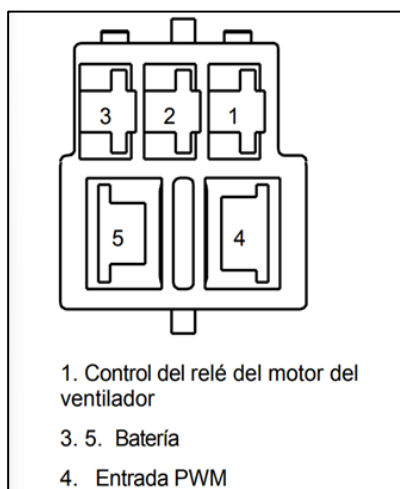


Figura 2.39 Estructura del relé del motor del ventilador de la ECU BMS

9. Luego, se mide la tensión entre el borne # 3 (alimentación del relé) del socket y la masa del chasis.

Especificación: Ambos bornes deben indicar el voltaje de la batería auxiliar. Si no se obtiene ningún valor, se debe revisar el cableado.

10. Se verifica la continuidad en el conjunto de cables que conectan el motor del ventilador con la BMS ECU.
11. Si es necesario, se reemplaza el conjunto de cables y se verifica el funcionamiento.
12. Si la anomalía persiste, se procede a sustituir el motor del soplador BMS y se comprueba su correcto funcionamiento. Si el problema continúa, se repiten los pasos proporcionados en la guía de soluciones.
13. Finalmente, se reemplaza la ECU BMS y se realiza una exhaustiva verificación de su funcionamiento. Si la falla persiste, se repiten los pasos detallados en la guía de soluciones.

2.2.8 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR EXCESO DE TEMPERATURA DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS (P0A7E)

El DTC se genera debido a la detección de lecturas inusuales procedentes de los sensores de temperatura que se encuentran en la batería HV. La ECU BMS emite el código DTC P0A7E cuando identifica que la temperatura máxima de la batería alcanza los 70 °C

2.2.8.1 Inicio de la simulación del DTC

La ECU BMS lleva a cabo la detección de DTC a través de un procedimiento que se inicia de la siguiente manera:

1. Se inicia desmontando la batería HV del vehículo, retirando el cojín del asiento trasero, el respaldo del asiento trasero y el embellecedor para asegurar un espacio de trabajo despejado.
2. Se procede a desconectar el enchufe de seguridad del vehículo.
3. Se siguen las instrucciones generales de seguridad y precaución relacionadas con los procedimientos de diagnóstico.
4. Se retiran las cubiertas protectoras de la batería para acceder a los sensores de temperatura, los cuales se encuentran ubicados dentro de la carcasa frontal y trasera del PRA.

5. Los sensores de temperatura situados en los módulos de la batería HV son desmontados para su posterior evaluación.



Figura 2.40 Desmontaje de los sensores de temperatura

6. Los sensores de temperatura se aíslan mediante el uso de un conducto diseñado específicamente para controlar los niveles de temperatura. Se recomienda utilizar materiales resistentes al calor, como aislantes térmicos, que no sufran deformaciones. El cartón es una opción adecuada debido a su estructura de ondulación, que proporciona mayor resistencia y rigidez.



Figura 2.41 Aislamiento de los 2 sensores de temperatura

- Se conecta una pistola de calor al extremo opuesto del conducto con el propósito de aumentar la temperatura de los dos sensores ubicados en los módulos de la batería HV.

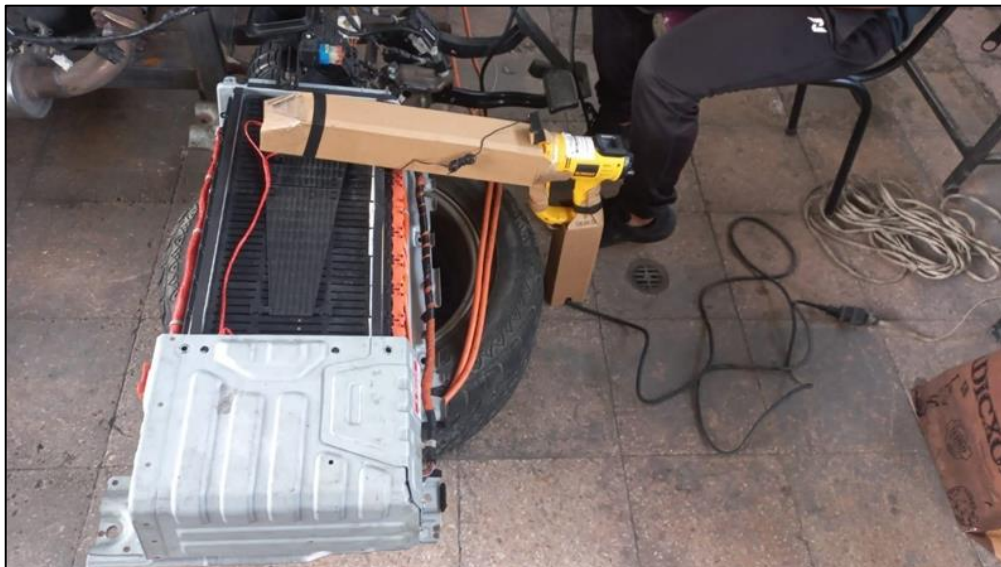


Figura 2.42 Conexión de una pistola de calor

- Se enciende el vehículo y se monitorea la temperatura de los dos sensores mediante el uso de un escáner hasta alcanzar el valor deseado.

2.2.8.2 Detección del DTC

El procedimiento mediante el cual se notifican al usuario los problemas detectados por la ECU a través del panel de instrumentos del vehículo se inicia de la siguiente manera:

- Se realiza una observación al tablero del vehículo para verificar si la luz de advertencia de la batería se encuentra encendida.



Figura 2.43 Luz de advertencia de la batería HV

2. A continuación, se procede a conectar el escáner para verificar los DTC que han sido detectados por la ECU.
3. Se inicia con la lectura de la ECU BMS utilizando un escáner para identificar el DTC.
4. Finalmente, se procede a verificar la información en tiempo real proporcionada por la ECU BMS, comparando los valores de temperatura registrados por los dos sensores y contrastándolos con los datos de referencia de fábrica.

Datos Congelados		
Congelar cuadro DTC	P0A7E	
Estado de carga de batería (BMS)	37.5	%
Fuerza de Carga Disponible	0	W
Fuerza de Descarga Disponible	0	W
Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ	
Estado controlable de BMS	NO	
Advertencia de BMS	SÍ	
Fallo de BMS	SÍ	
Bandera de soldadura de BMS	NO	
Bandera de protección de sobrecarga de BMS	NO	
Bandera ENCENDIDA de reintento de relé principal de BMS	NO	
Bandera temporal ENCENDIDA de relé principal de BMS	SÍ	
Corriente CC de la Batería	3.60	A
Tensión CC de la Batería	257.800	V
Temperatura del Módulo 1 de la batería	71	°C
Temperatura del Módulo 2 de la batería	71	°C

Figura 2.44 Datos en tiempo real de los sensores de temperatura

2.2.8.3 Reparación del DTC

Una vez identificado el DTC mediante el uso del escáner, se procede a abordar la corrección de la falla de los sensores de temperatura. El proceso de reparación de inicia de la siguiente manera:

1. Se apaga el vehículo.
2. Se desconecta el enchufe de seguridad y se verifica que la tensión en la terminal de alta tensión sea inferior a 30 V.



Figura 2.45 Medición de la tensión del condensador del inversor

3. Se inspecciona el estado de los cables que establecen la conexión entre los sensores de temperatura y la ECU BMS.
4. Se emplea un escáner para verificar la presencia de DTC detectados.

Códigos de errores	
1. P0A7E	Exceso de temperatura de batería de alto voltaje Activo
2. P1A6F	Circuito alto de la señal de despliegue de airbag Activo

Figura 2.46 Lectura de los DTC con el escáner

5. Se procede a eliminar los DTC previamente registrados en el escáner.
6. Luego, se realiza una segunda lectura de los DTC, y si el código de falla ya no está presente, se considera que la tarea se ha completado con éxito.

2.2.9 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA EN EL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (P1B97)

El DTC P1B97 se generaba cuando se detectaba una discrepancia de temperatura de al menos 30°C entre los dos sensores de temperatura ubicados en la batería de alta tensión. El

procedimiento para simular este DTC era similar al del P0A7E, con la distinción de que en este caso se aislaba un solo sensor en lugar de ambos para obtener el DTC deseado.

2.2.10 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS A CIRCUITO BAJO (P0AAE)

El código DTC hace referencia a la detección de lecturas inusuales del sensor de temperatura ambiente incorporado en la batería HV. La ECU BMS genera el código DTC P0AAE cuando detecta que la temperatura ambiente supera los 100 °C.

2.2.10.1 Inicio de la simulación

El procedimiento mediante el cual el vehículo detecta el código DTC para el usuario se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Con la batería desmontada, se retira el enchufe de seguridad del vehículo.
2. Luego, se procede a desmontar las carcasas de protección de la batería para acceder al sensor de temperatura del aire.
3. Se inicia el proceso de desmontaje del sensor de temperatura del aire y se aísla el sensor de temperatura ambiente ubicado en la entrada de aire, utilizando un cartón para comenzar la simulación.



Figura 2.47 Sensor de temperatura de aire

4. A continuación, se conecta una pistola de calor al otro extremo con el propósito de aumentar la temperatura del sensor de temperatura ambiente.

5. Se conecta el enchufe de seguridad.



Figura 2.48 Inicio de la simulación con la pistola de calor

6. Finalmente, se enciende el vehículo y se monitorea la temperatura del sensor de temperatura ambiente utilizando un escáner hasta alcanzar el valor deseado.

2.2.10.2 Detección del DTC

Cuando se detecta la luz de advertencia en el tablero del vehículo que indica un problema con la batería HV, se inicia el proceso de la siguiente manera:

1. Se utiliza el escáner para leer la información de la ECU BMS y detectar el DTC que se debe abordar.
2. Se examina la información en tiempo real de la ECU BMS y se verifica el valor del sensor de temperatura del aire de la batería HV, comparándolo con los datos de fábrica.

Temperatura del Módulo 1 de la batería	31	°C
Temperatura del Módulo 2 de la batería	26	°C
Temperatura del Módulo 3 de la batería	0	°C
Temperatura del Módulo 4 de la batería	0	°C
Temperatura del Módulo 5 de la batería	0	°C
Temperatura de la batería auxiliar	25	°C
Temperatura de admisión de batería	111	°C

Figura 2.49 Datos en tiempo real del sensor de temperatura de aire

2.2.10.3 Reparación del DTC

Se comienza a analizar el DTC que se ha detectado utilizando el escáner, con el objetivo de abordar la falla en los sensores de temperatura:

1. Se inicia apagando el vehículo y desconectando el enchufe de seguridad, verificando que la tensión en la terminal de alta tensión sea menor de 30V.
2. En segundo lugar, se procede a examinar el estado de conexión de los cables enlazan los sensores de temperatura con la ECU BMS.
3. Después, se utiliza un escáner para analizar los DTC detectados y se procede a borrar estos códigos del escáner.

Códigos de errores	
1. P0AAE	Circuito bajo del sensor 'A' de temperatura de aire de batería de alto voltaje PENDIENTE
2. P1A6F	Circuito alto de la señal de despliegue de airbag PENDIENTE

Figura 2.50 Lectura del DTC P0AAE

4. Finalmente, se realiza una segunda lectura de los DTC y si el código de falla ha desaparecido, se considera que el trabajo se ha realizado de manera satisfactoria.

2.2.11 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO POR VOLTAJE DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE DEMASIADO BAJO (P1B70)

Cuando la tensión de la celda de la batería híbrida cae por debajo de 1,5 V, la ECU BMS genera el DTC P1B70, lo que resulta en la activación de la luz indicadora MIL en el vehículo. Esta luz se apagará una vez que el problema se haya corregido.

2.2.11.1 Inicio de la simulación

El proceso de detección de DTC realizado por el vehículo y ejecutado por su ECU comienza de la siguiente manera:

1. Con la batería retirada del vehículo, se procede a desconectar el enchufe de seguridad de la batería HV.
2. Se retiran las cubiertas protectoras de la batería para inspeccionar las láminas metálicas que conectan los módulos de la batería HV en serie.

3. Se desconecta parcialmente una de las láminas metálicas y se aísla un módulo con cinta adhesiva para evitar que se conecte al circuito de la batería HV.

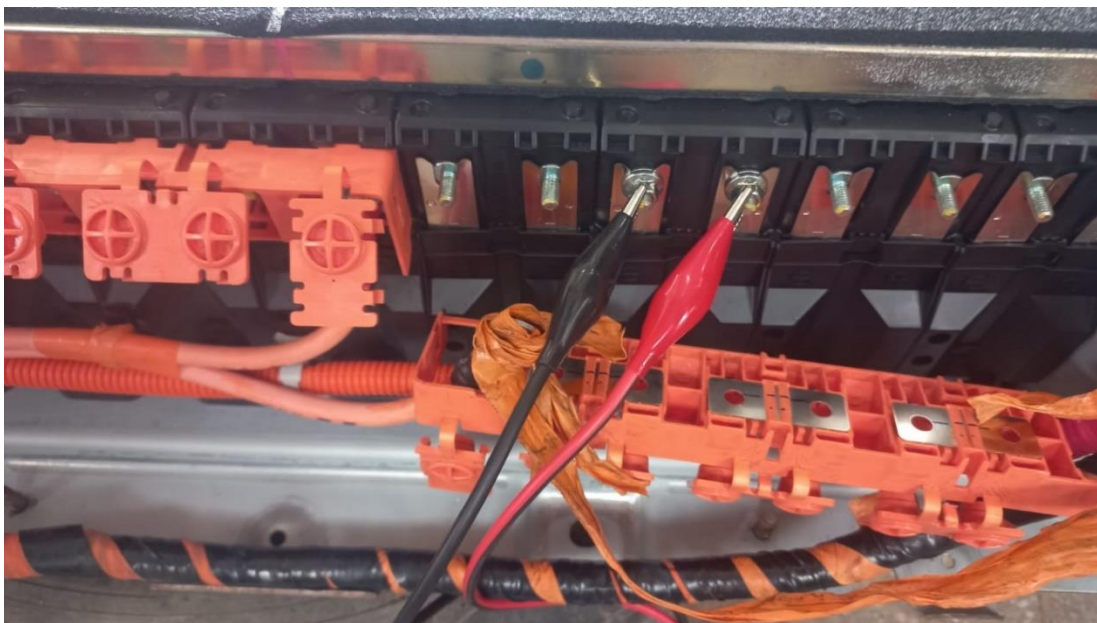


Figura 2.51 Obstrucción de un módulo con cinta adhesiva

4. Luego, se reconectan las láminas metálicas y se ensambla nuevamente la batería en el orden inverso al desmontaje original.
5. Finalmente, se enciende el vehículo para verificar su funcionamiento correcto.

2.2.11.2 Detección del DTC

Se verifica en el tablero del vehículo si la luz de advertencia de la batería está encendida como inicio del proceso de detección:

1. Se inicia el proceso conectando el escáner y eligiendo el tipo de vehículo para acceder a la ECU BMS y detectar el DTC correspondiente.

Códigos de errores	
1. P1A6F	Circuito alto de la señal de despliegue de airbag Activo
2. P1B70	Voltaje alto de voltaje de batería demasiado bajo Activo

Figura 2.52 Lectura del DTC P1B70

2. Luego, se examina la información en tiempo real de la ECU BMS y se verifica la tensión de los módulos de la batería HV.

2.2.11.3 Reparación del DTC

Utilizando el escáner, se comprueba la información en tiempo real de la ECU BMS relacionada con el DTC y se procede a solucionar el problema con los sensores de temperatura. El proceso comienza con:

1. El vehículo se apaga.
2. Se desconecta el enchufe de seguridad y se verifica que la tensión en la terminal de alta tensión sea inferior a 30 V.
3. Se inspecciona el estado de conexión de los cables que conectan los sensores de temperatura con la ECU BMS.
4. Se retiran las obstrucciones para evitar que se complete el circuito de la batería y se verifica que todas las conexiones estén correctamente establecidas. Luego, se ensambla nuevamente la batería HV.
5. Se utiliza el escáner para comprobar la presencia de DTC detectados.
6. Se procede a borrar los DTC que se leyeron con el escáner.
7. Se realiza una segunda lectura de los DTC, y si el código de falla ha desaparecido, se considera que se ha realizado un buen trabajo.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESCONEXIÓN DE ALTA TENSIÓN

Se procedió a realizar el proceso de desconexión de alta tensión como una medida de seguridad fundamental para evitar posibles incidentes relacionados con el circuito de alta tensión y salvaguardar la vida del operador frente a la manipulación de voltajes elevados. Todas las pautas y directrices descritas en el procedimiento de desconexión de alta tensión son rigurosamente seguidas.

3.1.1 TENSIÓN DE LOS BORNES EN EL CONDENSADOR DEL INVERSOR

La tensión que se registró en los bornes (A) del inversor después de un periodo de más de 5 minutos es de 0,026 voltios.



Figura 3.1 Medición del condensador del inversor

Se llevaron a cabo mediciones múltiples para garantizar la precisión de los datos recopilados y verificar la integridad del circuito, asegurándose de que los valores estuvieran dentro de los rangos especificados por el fabricante.

Tabla 3.1 Diferentes mediciones del condensador del inversor

Desconexión de alta tensión				
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
Tensión de los bornes (V)	0,026	0,025	0,026	0,026

Los resultados de las mediciones que se efectuaron en el condensador del inversor, tras un período de 5 minutos, indican que la descarga se ha llevado a cabo de manera adecuada. Como resultado, se concluyó que el circuito de alta tensión se encuentra debidamente cerrado y en buen estado.

3.1.2 RESISTENCIA DEL FUSIBLE PRINCIPAL

El fusible principal se encuentra situado en el enchufe de seguridad, y su función principal es garantizar la seguridad del vehículo al cortar el flujo de corriente cuando se supera un límite preestablecido, evitando así sobrecargas eléctricas.

Tabla 3.2 Valores de resistencia del fusible principal

Resistencia del fusible principal				
	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
Resistencia del fusible principal (Ω)	1	1	1	1

Se verificó que la resistencia del fusible principal esté dentro de los valores establecidos por el fabricante, lo que descarta la necesidad de reemplazarlo. Además, se inspeccionó el estado de los cables para asegurarse de no presentar problemas mecánicos o químicos. También se confirmó la continuidad en la entrada de señal de enclavamiento del enchufe de seguridad.

3.2 INSPECCIÓN VISUAL DE LA BATERÍA

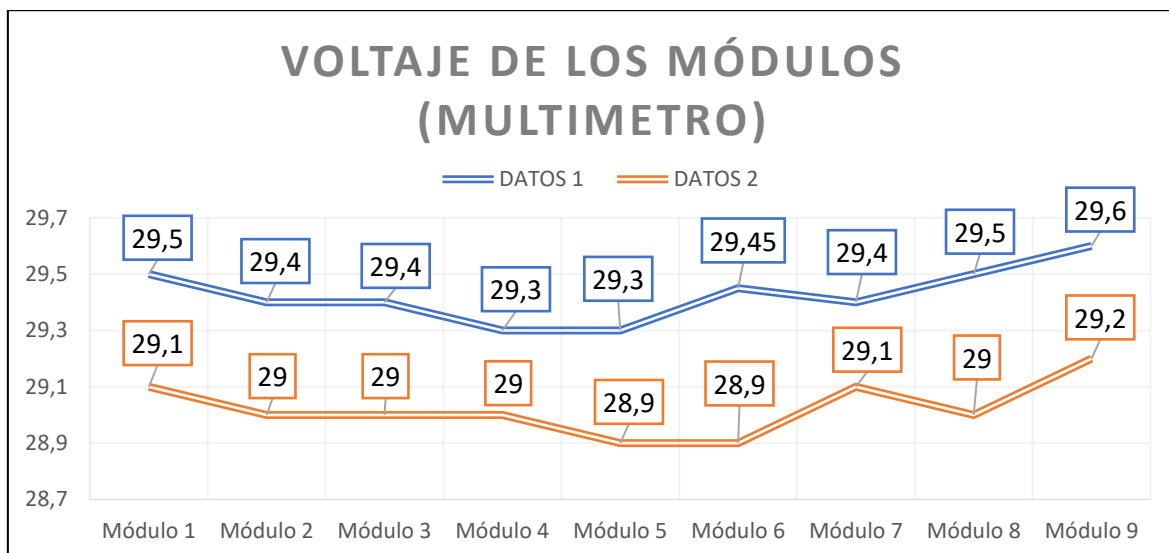
Se realizó una inspección visual de la batería para asegurarse de que estuviera en perfecto estado, sin señales de oxidación ni deformaciones. Se verificó que los terminales del socket estuvieran en condiciones óptimas y que no hubiera cables rotos. El módulo que se encuentra ubicado al lado del ventilador es el módulo 9, el número de los módulos aumenta a medida que se acercan al PRA.

Además, en la Tabla 3.3 se observaron los valores de los diferentes módulos medidos con un multímetro para obtener la tensión objetivo.

Tabla 3.3 Valores de los módulos

Voltaje de los módulos		
Número del módulo	Medida 1 (V)	Medida 2 (V)
Módulo 1	29,5	29,1
Módulo 2	29,4	29,0
Módulo 3	29,4	29,0
Módulo 4	29,3	29,0
Módulo 5	29,45	28,9
Módulo 6	29,45	28,9
Módulo 7	29,4	29,1
Módulo 8	29,5	29,0
Módulo 9	29,6	29,2
Voltaje total	264,85	261,2
Tensión objetivo= (Suma de las tres tensiones de los 3 módulos buenos) /3	29,43	29,03

En la Figura 3.2, se pueden apreciar las fluctuaciones en los voltajes de los módulos.

**Figura 3.2** Voltaje de los módulos

En la Figura 3.3, se presenta la medición de una celda individual que forma parte de un módulo conectado en serie, utilizando un multímetro como herramienta de medición.



Figura 3.3 Medición de una celda de Ion de Litio

Los valores de voltaje de los módulos se mantuvieron relativamente estables y dentro del rango objetivo, lo que indica que no hay ninguna falla significativa en los módulos. Los voltajes de los módulos permanecieron dentro de la franja de tensión especificada, que va desde 20 V a 34,4 V. Además, el Estado de Carga (SOC) del paquete de baterías se mantuvo dentro de los límites establecidos por el fabricante, que oscila entre el 20 % y el 90 %, y el voltaje del paquete de baterías se mantuvo dentro del rango permitido, que va desde 180 V a 300 V.

En la Tabla 3.4, se presentan los valores de voltaje para cada celda y su conexión en serie, las celdas son de Ion de Litio que conforma un módulo de la batería HV del Kia Óptima Híbrido 2015, los cuales fueron medidos utilizando un multímetro.

Tabla 3.4 Valores de las celdas de un módulo

Voltaje de las celdas			
Número de celda	Valor (V)	Celdas en serie	Valor (V)
Celda 1	3,6	Celda 1	3,6
Celda 2	3,7	Celda 1 - 2	7,3
Celda 3	3,7	Celda 1 - 3	11,0
Celda 4	3,7	Celda 1 - 4	14,7
Celda 5	3,7	Celda 1 - 5	18,4
Celda 6	3,7	Celda 1 - 6	22,1
Celda 7	3,7	Celda 1 - 7	25,8
Celda 8	3,7	Celda 1 - 8	29,5
Voltaje total	29,5		

Los voltajes de las celdas se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el fabricante, que van desde 2,75 V a 4,3 V. Es importante destacar que, si alguna celda hubiera mostrado un voltaje inferior a 1,5 V, esto habría generado un código de falla P1B70, indicando que la tensión de la batería era demasiado baja.

En la Tabla 3.5, se presenta los valores del voltaje de los módulos según el estado de carga, los cuales fueron evaluados utilizando un escáner.

Tabla 3.5 Voltaje de los módulos con diferente estado de carga.

Voltaje de las celdas			
Número de los módulos	Datos HV 1 (V)	Datos HV 2 (V)	Datos HV 3 (V)
Módulo 1	29,60	29,60	29,16
Módulo 2	29,52	29,56	28,96
Módulo 3	29,56	29,62	29,04
Módulo 4	29,60	29,66	29,12
Módulo 5	29,14	29,46	28,88
Módulo 6	29,60	29,60	28,96
Módulo 7	29,70	29,70	29,12
Módulo 8	29,60	29,60	29,12
Módulo 9	29,78	29,88	29,24
Voltaje total	266,10	266,68	261,60
SOC (%)	40,5	44,5	41,0

En la Figura 3.4, se realizó una representación del voltaje de los módulos, y se confirmó que estos se encontraban dentro de los parámetros permitidos por el fabricante. Además, los datos recopilados a través del escáner proporcionaron una precisión adicional, los módulos ubicados en el centro de la batería mostraron una menor eficiencia en la ventilación en comparación con los que se encontraban en los laterales. Esta falta de ventilación adecuada resultó en un aumento de temperatura como se muestra en la Figura 3.5, lo que a su vez provocó una disminución en la capacidad de carga del módulo 5, evidenciada por su voltaje más bajo.

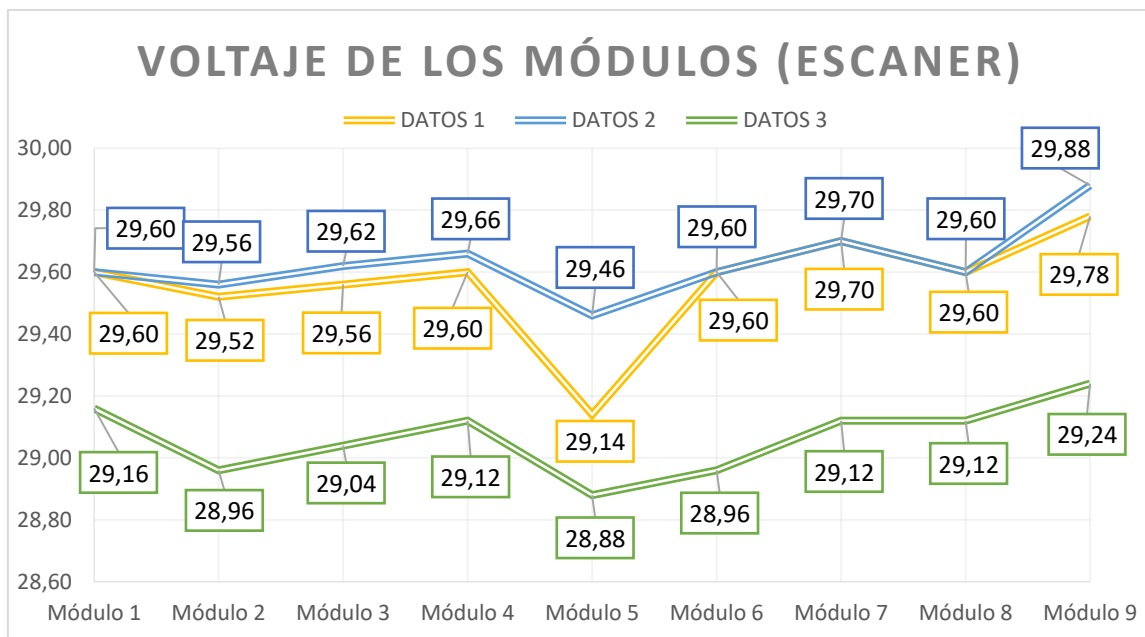


Figura 3.4 Voltaje de los módulos con escáner

La temperatura de los módulos varía según su ubicación, como se muestra en la sección “1.7.5.6 Módulos de la batería HV”. Por ejemplo, los módulos cercanos al ventilador (Módulo 9) disfrutaban de una mejor refrigeración, mientras que los módulos situados en el centro tienden a calentarse más (debido a su posición entre dos superficies que irradian calor, lo que reduce la eficiencia del sistema de ventilación). Este aumento de temperatura afecta negativamente a la vida útil de las celdas, ya que disminuye gradualmente su capacidad de almacenar energía. Para extender la vida útil de la batería, se optó por reorganizar la disposición de los módulos. Los módulos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 y 9 se trasladaron desde sus ubicaciones originales a una nueva disposición. Ahora, el módulo 6 ocupa la posición original del módulo 1, el 7 ocupa la del 2, el 8 la del 3, el 9 la del 4, el 1 la del 5, el 2 la del 6, el 3 la del 7, el 4 al del 8 y el 5 la del 9. De esta manera, se consigue una distribución donde las celdas más desgastadas se ubican junto al ventilador, las celdas con desgaste moderado cerca del PRA y las celdas con menor desgaste en el centro.

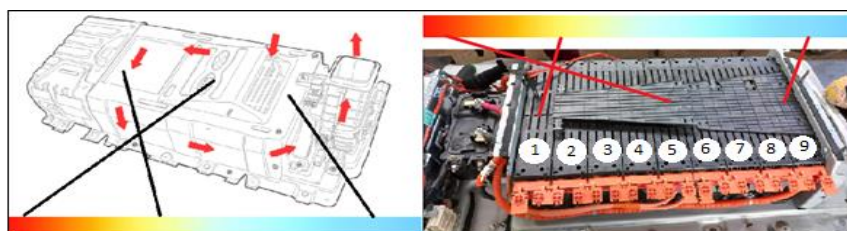


Figura 3.5 Temperatura del flujo de aire de ventilación

Tabla 3.6 Valores de las celdas antes de intercambiar la posición de los módulos y los valores actuales de las celdas en sus nuevas posiciones

	Número de celda	Datos antes (V)	Datos actuales (V)
Módulo 1	1	3,70	3,70
	2	3,70	3,70
	3	3,70	3,70
	4	3,70	3,70
	5	3,70	3,70
	6	3,70	3,70
	7	3,70	3,70
	8	3,70	3,70
Módulo 2	9	3,70	3,70
	10	3,68	3,72
	11	3,68	3,72
	12	3,70	3,70
	13	3,68	3,72
	14	3,70	3,70
	15	3,68	3,72
	16	3,70	3,72
Módulo 3	17	3,70	3,70
	18	3,70	3,70
	19	3,68	3,70
	20	3,70	3,70
	21	3,68	3,70
	22	3,70	3,70
	23	3,70	3,70
	24	3,70	3,70
Módulo 4	25	3,70	3,72
	26	3,70	3,72
	27	3,70	3,72
	28	3,70	3,72
	29	3,70	3,72
	30	3,70	3,72
	31	3,70	3,72
	32	3,70	3,74

Tabla 3.6 Valores de las celdas antes de intercambiar la posición de los módulos y los valores actuales de las celdas en sus nuevas posiciones (Continuación)

	Número de celda	Datos antes (V)	Datos actuales (V)
Módulo 5	33	3,58	3,70
	34	3,58	3,70
	35	3,58	3,70
	36	3,60	3,70
	37	3,64	3,70
	38	3,72	3,70
	39	3,72	3,70
	40	3,72	3,70
Módulo 6	41	3,70	3,70
	42	3,70	3,68
	43	3,70	3,68
	44	3,70	3,70
	45	3,70	3,68
	46	3,70	3,70
	47	3,70	3,68
	48	3,70	3,70
Módulo 7	49	3,70	3,70
	50	3,72	3,70
	51	3,72	3,68
	52	3,70	3,70
	53	3,72	3,68
	54	3,70	3,70
	55	3,72	3,70
	56	3,72	3,70
Módulo 8	57	3,70	3,70
	58	3,70	3,70
	59	3,70	3,70
	60	3,70	3,70
	61	3,70	3,70
	62	3,70	3,70
	63	3,70	3,70
	64	3,70	3,70

Tabla 3.6 Valores de las celdas antes de intercambiar la posición de los módulos y los valores actuales de las celdas en sus nuevas posiciones (Continuación)

	Número de celda	Datos antes (V)	Datos actuales (V)
Módulo 9	65	3,72	3,58
	66	3,72	3,58
	67	3,72	3,58
	68	3,72	3,60
	69	3,72	3,64
	70	3,72	3,72
	71	3,72	3,72
	72	3,74	3,72

La Figura 3.5 representa los valores de la Tabla 3.6 antes del cambio de posición, se observa que las celdas del centro presentan valores de voltaje más bajos debido al aumento de temperatura, mientras que las celdas del lado derecho muestran una ventilación deficiente debido a la influencia de la ECU BMS y el PRA. Las celdas del lado derecho experimentan un desgaste mínimo debido a su menor exposición al calor.

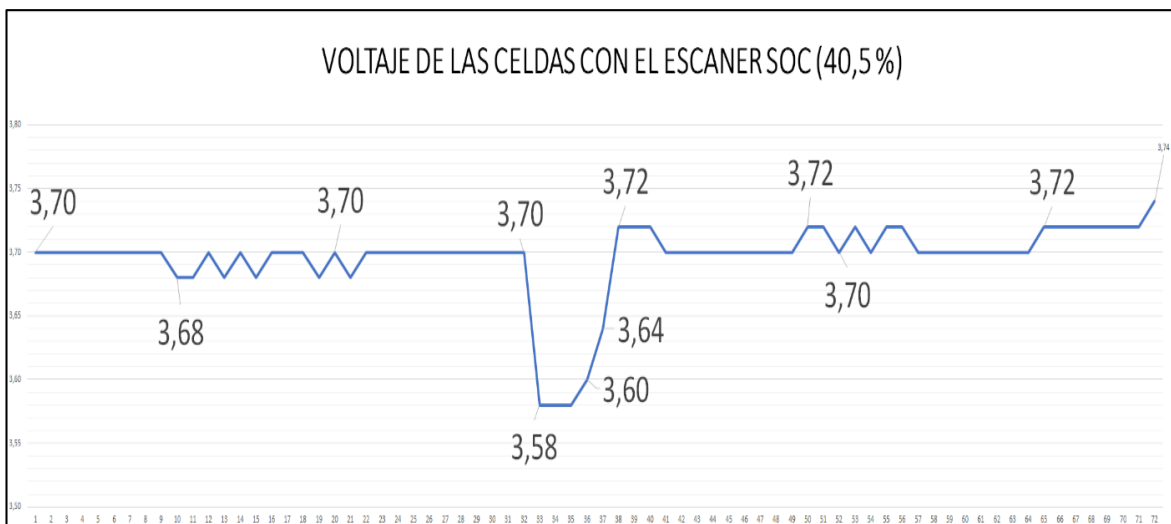


Figura 3.6 Voltaje de las celdas con el escáner

Los datos recopilados en la Tabla 3.7 se utilizaron para examinar cómo influyó el intercambio de posición de los módulos en el rendimiento general de la batería. Este intercambio implicó mover los módulos que originalmente se encontraban en los extremos hacia la posición central y viceversa. El análisis de estos datos proporciona información

valiosa sobre como la distribución de los módulos puede afectar la temperatura y el rendimiento de la batería.

Tabla 3.7 Comparación de los datos anteriores y actuales de los módulos, después de los cambios de posición

	Datos HV antes (V)	Datos HV actuales (V)
Módulo 1	29,60	29,60
Módulo 2	29,52	29,70
Módulo 3	29,56	29,60
Módulo 4	29,60	29,78
Módulo 5	29,14	29,60
Módulo 6	29,60	29,52
Módulo 7	29,70	29,56
Módulo 8	29,60	29,60
Módulo 9	29,78	29,14
Voltaje total	266,10	266,10
SOC (%)	40,5	40,5

Se procedió a realizar un cambio en la disposición de los módulos de la batería, ya que la distribución anterior mostraba una tendencia donde las celdas más afectadas se encontraban en el centro, mientras que las que se mantenían en mejor estado estaban cerca del ventilador.

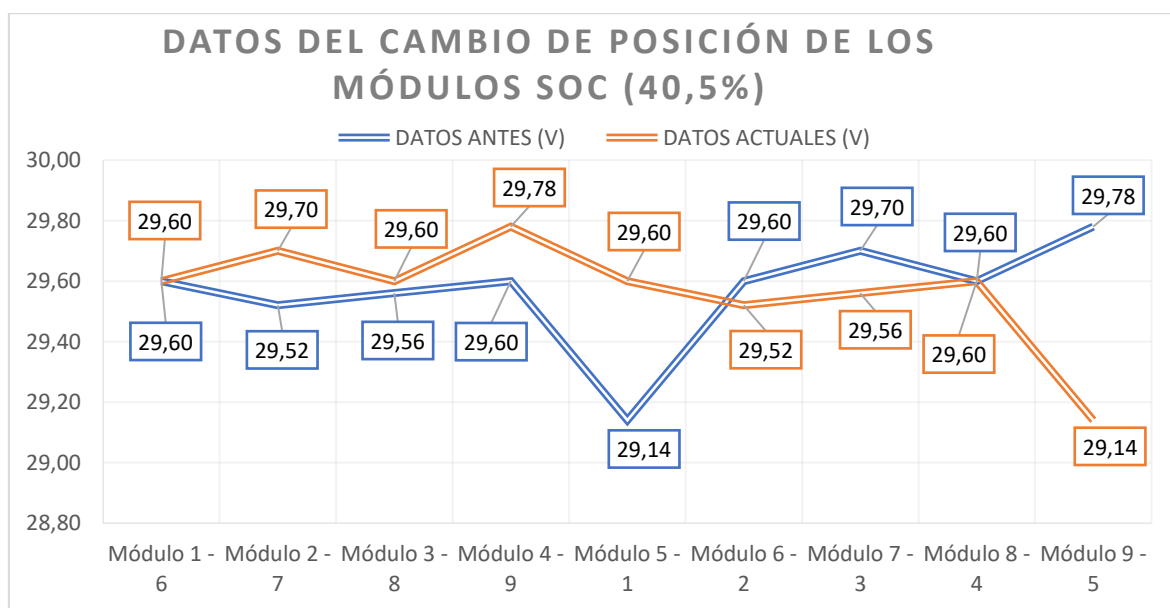


Figura 3.7: Voltaje de los módulos antes y después.

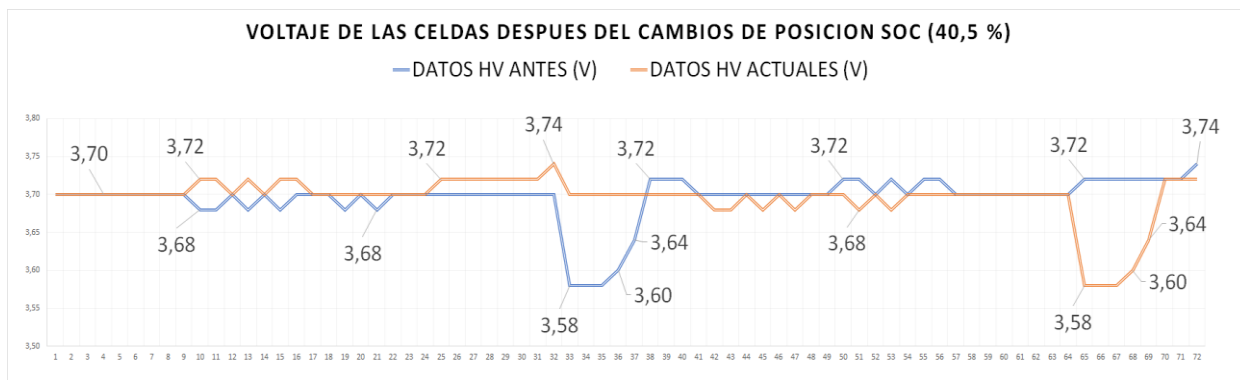


Figura 3.8 Voltaje celdas en escáner con SOC 40,5 %

El gráfico de las celdas que se basó en la Tabla 3.6 resultó ser un indicador más representativo del nivel de desgaste de estas. Se trabajó en estabilizar la línea de voltaje de manera que el desgaste de las celdas fuera uniforme y progresivo. El objetivo principal de este enfoque era prolongar la vida útil de la batería al reducir las disparidades en el desgaste entre las celdas.

3.3 DIAGNÓSTICO DEL PRA

Se realizaron dos pruebas en el PRA con el objetivo de evaluar el estado del componente y prevenir posibles complicaciones relacionadas con la batería y el circuito de alta tensión.

3.3.1 RELÉ PRINCIPAL NEGATIVO (-) (RELÉ OFF) = ABIERTO

Se empleó un multímetro para verificar la continuidad del circuito de alta tensión con el vehículo apagado, con el fin de identificar posibles problemas en dicho circuito.



Figura 3.9 Continuidad del relé principal

Relé principal OFF: Abierto o no marca continuidad.

Si el circuito muestra continuidad (los terminales del relé están unidos) en la posición de apagado, esto va en contra de las especificaciones del fabricante y representa un riesgo tanto para el vehículo como para el técnico, ya que significa que el sistema no puede cortar la alta tensión. En tal caso, es necesario reemplazar el PRA. Por otro lado, si el circuito no muestra continuidad (los terminales del relé no se unen) en la posición de apagado, cumple con las normas de seguridad establecidas por el fabricante.

3.3.2 RELÉ PRINCIPAL NEGATIVO (-) (RELÉ ON) = CERRADO

Al encender el vehículo, se verificó la continuidad del relé principal para evaluar el estado del componente en el PRA.



Figura 3.10 Continuidad del relé principal

Resistencia del relé principal (relé ON) = 1 Ω o continuidad

Cuando el relé principal se activa, cierra el circuito y, como resultado, debe mostrar continuidad o una resistencia cercana a 1 Ω . Si el relé principal no se cierra o no muestra el valor especificado por el fabricante, está en mal estado, y se requiere la sustitución del PRA.

3.3.3 RELÉ DE PRECARGA (RELÉ OFF)

Cuando el relé de precarga está en la posición OFF, no se registra continuidad, lo que indica que el relé se encuentra en excelente estado.



Figura 3.11 Continuidad del relé de precarga

3.3.4 RELÉ DE PRECARGA (RELÉ ON)

Al activar el relé de precarga en la posición ON, se aprecia claramente el sonido de su activación, y al realizar la medición, se observa continuidad y se registra un valor de resistencia de 40 Ω . Estos resultados se encuentran dentro de los rangos establecidos por el fabricante, lo que indica que no es necesario efectuar un reemplazo del PRA.



Figura 3.12 Diagnóstico del relé de precarga

En la Tabla 3.13, se establece una comparación entre los datos de funcionamiento normal del vehículo (DATOS 1) y las condiciones que desencadenan la generación del código de

falla P1B77 (Fallo de precarga de alta tensión). Cuando el vehículo se encuentra en esta situación, con el motor apagado, se producen una serie de eventos que afectan significativamente su operatividad. En primer lugar, la ECU BMS deja de enviar la señal de arranque, lo que impide que el sistema híbrido se active. El relé principal permanece inactivo, resultando en una pérdida de la capacidad de carga y descarga de la batería, al mismo tiempo que se registra una señal de error del BMS. La batería se desconecta, lo que imposibilita la medición de la corriente eléctrica, y el convertidor de CC/CC bajo se desactiva, evitando la carga de la batería auxiliar. Si el vehículo se encuentra encendido en esta situación, el motor de combustión interna seguirá funcionando hasta que se agote la energía de la batería auxiliar. Para abordar esta falla, se debe llevar a cabo un diagnóstico del PRA y, si se encuentra defectuoso, se debe reemplazar.

Tabla 3.8 Comparación de los datos normales (DATOS 1) y un DTC (P1B77)

NO.	Nombre	DATOS 1		P1B77	
		Valor	Unidad	Valor	Unidad
2	Potencia de Carga Disponible	39730	W	0	W
3	Potencia de Descarga Disponible	44350	W	0	W
4	Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ		NO	
5	Estado controlable de BMS	SÍ		NO	
7	Fallo de BMS	NO		SI	
12	Corriente CC de la Batería	1,60	A	0	A
26	Voltaje de batería aux.	14,0	V	11,4	V
27	Corriente de Carga Acumulativa	30,5	Ah		
28	Corriente de Descarga Acumulativa	30,4	Ah		
29	Fuerza de Carga Acumulativa	6,5	kWh		
30	Fuerza de Descarga Acumulativa	6,5	kWh		
32	MCU Listo	SÍ		SI	
34	MCU Controlable	SÍ		NO	
37	MCU (GCU) Controlable	SÍ		NO	
38	HCU Listo	SÍ		SI	
39	Señal de arranque del motor HCU	NO		NO	
40	Bandera de habilitación desactivada de relé principal de HCU			NO	
41	Bandera de habilitación activada de relé principal de HCU			NO	
42	Voltaje del condensador del convertidor	270	V	6	V

3.4 CÓDIGO DE FALLO P1BA1 (FALLO DEL VENTILADOR DE LA BATERIA DE ALTO VOLTAJE)

Los cables no mostraron signos de estar flojos, mal conectados, doblados, corroídos, contaminados, deteriorados o dañados. Además, los conductos no presentaban obstrucciones ni roturas. El ventilador operaba a diferentes RPM dependiendo de su estado y se mantenía dentro de los valores umbral.

En la Figura 3.8 se analizó el valor de la entrada de la batería auxiliar, que se encontraba dentro de las especificaciones. Con el interruptor apagado (OFF), se registraron 12.5 V, mientras que con el interruptor de encendido activado (ON) se midieron 14.5 V. La tensión entre el borne #5 y el chasis se mantuvo en 12.5 V, lo que indicaba la integridad del cableado de la batería auxiliar y el funcionamiento adecuado del relé del ventilador, ya que la bobina generaba un campo magnético para cerrar el relé. La tensión entre el borne #3 y el chasis también fue de 12.5 V, lo que sugería que no había interrupciones en el cableado de la batería auxiliar ni en la alimentación del relé. Durante una prueba del ventilador iniciada desde el escáner, se pudo escuchar el sonido de activación del relé, lo que confirmaba su funcionamiento.

Si el código de falla se activa el sistema híbrido seguía funcionando normalmente y los datos del DTC P1BA1 no varían a los datos del funcionamiento normal, aunque el ventilador presentara un fallo, siempre y cuando no se detectara un aumento en la temperatura. Si la ECU BMS enviaba una señal de activación y el ventilador no respondía, se generaba un código de error. El ventilador desempeñaba un papel crucial en la regulación de la temperatura del conjunto de baterías, por lo tanto, mantener su funcionamiento era fundamental para prevenir posibles daños adicionales.

Tabla 3.9 Comparación de datos normales con un DTC P1B97

NO.	Nombre	P1B97				U
		DATOS 1	DATOS 2	DATOS 3	DATOS 4	
2	Potencia de Carga Disponible	39730	3115	0	0	W
3	Potencia de Descarga Disponible	44350	3275	0	0	W
5	Estado controlable de BMS	SÍ	SÍ	NO	NO	
16	Temperatura del Módulo 1 de la batería	28	30	29	30	°C
17	Temperatura del Módulo 2 de la batería	27	57	64	67	°C
24	Estado del ventilador	0	9	9	9	
25	Vent Feedback Frecuencia	0	0	90	90	Hz
26	Voltaje de batería aux.	14,0	14,0	14,0	13,9	V
27	Corriente de Carga Acumulativa	30,5	31,3			
28	Corriente de Descarga Acumulativa	30,4	31,7			
29	Fuerza de Carga Acumulativa	6,5	6,7			
30	Fuerza de Descarga Acumulativa	6,5	6,8			
32	MCU Listo	SÍ	SÍ	SI	SI	
34	MCU Controlable	SÍ	SÍ	SI	SI	
39	Señal de arranque del motor HCU	NO	SÍ	SI	SI	

3.5 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLO P1B97 (FALLO DEL CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE BATERÍA DE ALTO VOLTAJE)

El código de falla se genera por la ECU BMS en situaciones en las que existe una diferencia de temperatura de 30 °C entre los dos sensores. Si ambos sensores no registran un valor

elevado de temperatura, se puede concluir que la batería no está experimentando un exceso de calor, sino que posiblemente uno de los sensores está dañado.

La ECU BMS implementa medidas de protección para evitar daños potenciales en la batería. Cuando detecta que el BMS no está en un estado controlable, desactiva la capacidad de carga, desconectando los módulos y dejando de recibir información sobre su estado de carga. En caso de detectar un posible sobrecalentamiento, el ventilador de la batería se activa al máximo. El convertidor de CC a CC sigue funcionando para alimentar el ventilador, la bomba de refrigerante, el motor de combustión interna y otros componentes. En estas circunstancias, el generador de arranque híbrido intenta reiniciarse y mantiene una señal de arranque.

3.6 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P0AAE (FALLO POR SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DEL PAQUETE DE BATERÍAS A CIRCUITO BAJO)

El incremento anormal de la temperatura del aire puede resultar de obstrucciones en los conductos o bloqueo de las aspas del ventilador. En esta situación, el problema se atribuye a un sensor de temperatura de aire defectuoso, ya que los sensores presentan lecturas notoriamente diferentes. Se genera un DTC cuando la lectura del sensor supera los 110 °C. La ECU BMS no bloquea el sistema híbrido debido a la falla del sensor de temperatura de aire, como se puede observar en la figura, ya que la fuerza de descarga se mantiene y el relé principal permanece activo. No se emite una solicitud de apagado del relé principal por parte de la ECU BMS, y el convertidor de CC/CC bajo sigue operativo, lo que garantiza la carga de la batería auxiliar. Aunque el ventilador no funciona a su máxima capacidad debido a la presencia de códigos de DTC que afectan la visualización de algunos valores, el vehículo continúa funcionando normalmente.

Tabla 3.10 Comparación de datos del DTC P0AAE

NO.	Nombre	P0AAE					
		DATOS 1	DATOS 2	DATOS 3	DATOS 4	DATOS 5	
2	Potencia de Carga Disponible	39730	44500	41570	43870	22190	W
3	Potencia de Descarga Disponible	44350	46300	39170	42230	22335	W
5	Estado controlable de BMS	SÍ	SI	SI	SÍ	SÍ	
12	Corriente CC de la Batería	1,60	0,00	0	17,70	-17,70	A
16	Temperatura del Módulo 1 de la batería	28	37	31	33	33	°C
17	Temperatura del Módulo 2 de la batería	27	37	26	31	32	°C
19	Temperatura de admisión de batería	27	61	111	111	117	°C
26	Voltaje de batería aux.	14,0	13,6	13,5	14,0	14,1	V
39	Señal de arranque del motor HCU	NO	NO	NO	NO	NO	

3.7 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P0A7E (FALLO POR EXCESO DE TEMPERATURA DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS)

El código de error se desencadena cuando la ECU BMS detecta lecturas de los sensores de temperatura que exceden los 70 °C.

La ECU BMS toma una serie de medidas en caso de un aumento de temperatura. En los datos 2 y 4, se enciende una alerta por un fallo en el BMS, lo que provoca un cambio en el estado del sistema a uno no controlable. Cuando la temperatura supera los 70 °C, se registra una alerta de desconexión del relé principal. El convertidor de CC/CC bajo continúa funcionando en esta etapa, pero el sistema híbrido deja de operar, lo que mantiene el vehículo en marcha mediante el motor de combustión interna. En los datos 5 y 6, la comunicación con la computadora se mantiene, y se genera una alerta para el relé principal, lo que resulta en la desactivación completa del sistema híbrido. En consecuencia, el convertidor de CC/CC bajo deja de operar, y el motor de combustión continúa funcionando, utilizando la energía de la batería auxiliar. La batería auxiliar tiene una duración limitada en esta situación al no recibir energía del convertidor.

Tabla 3.11 Comparación de los datos del exceso de temperatura

		P0A7E								
		DATOS								
NO.	Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	U
2	Potencia de Carga Disponible	39730	0	0	0	0	0	0	0	W
3	Potencia de Descarga Disponible	44350	0	0	0	0	0	0	0	W
4	Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ	NO	NO	SÍ	SI	SÍ	SÍ	SÍ	
5	Estado controlable de BMS	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
7	Fallo de BMS	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SI	NO	NO	NO	
11	Bandera temporal ENCENDIDA de relé principal de BMS				SÍ	SI				
12	Corriente CC de la Batería	1,60	0,00	-0,30	1,80	3,6	0,00	0,00	0,10	A
16	Temperatura del Módulo 1 de la batería	28	58	86	68	71	119	113	69	°C
17	Temperatura del Módulo 2 de la batería	27	59	86	71	71	118	110	67	°C
19	Temperatura de admisión de batería	27	29	29	29	28	104	109	82	°C
24	Estado del ventilador	0	9	4	9	9	9	9	9	
25	Vent Feedback Frecuencia	0	0	0	90	90	0	0	0	Hz
26	Voltaje de batería aux.	14,0	12,0	13,8	12,7	12	11,9	11,8	11,8	V
32	MCU Listo	SÍ	SI	SÍ	SÍ	SI	SÍ	SÍ	SÍ	
34	MCU Controlable	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SI	NO	NO	NO	
37	MCU (GCU) Controlable	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SI	NO	NO	NO	
39	Señal de arranque del motor HCU	NO	SÍ	NO	SÍ	SI	NO	NO	NO	
40	Bandera de habilitación desactivada de relé principal de HCU				SÍ	SI				
42	Voltaje del condensador del convertidor	270	97	257	262	258	6	6	6	V

3.8 SIMULACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLA P1B70 (BAJO VOLTAJE DEL PAQUETE DE BATERÍAS HÍBRIDAS)

La ECU BMS generó el código de diagnóstico P1B70 en respuesta a una lectura de voltaje inferior a 1.5 V en la celda de la batería híbrida. Se enciende la luz indicadora MIL, que permanecerá encendida hasta que se solucione el problema.

El código de error P1B70 señala una discrepancia en el suministro de voltaje de la batería, a pesar de que el voltaje del paquete es de 248.3 V. La posible causa podría ser una contaminación en los terminales de la batería que impide el cierre del circuito en serie. En el caso de que el voltaje del paquete estuviera significativamente bajo, podría indicar un mal funcionamiento de las celdas en uno de los paquetes. Además, la apertura del relé principal resulta en la ausencia de lecturas elevadas en el condensador del convertidor y la inactividad del sistema híbrido. Esto, junto con la disminución del voltaje de la batería auxiliar debido a la falta de suministro de energía del convertidor de CC/CC, contribuye al diagnóstico.

Tabla 3.12 Comparación de datos por tensión de la batería baja

NO.	Nombre	DATOS 1	P1B70	Unidad
2	potencia de Carga Disponible	39730	0	W
3	Potencia de Descarga Disponible	44350	0	W
4	Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ	NO	
5	Estado controlable de BMS	SÍ	NO	
6	Advertencia de BMS	SÍ	SI	
7	Fallo de BMS	NO	SI	
12	Corriente CC de la Batería	1,60	0	A
26	Voltaje de batería aux.	14,0	11,8	V
38	HCU Listo	SÍ	SI	
42	Voltaje del condensador del convertidor	270	6	V

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Los valores nominales de los módulos se encontraban dentro de las especificaciones del fabricante, situándose en un rango de 20 a 34 V. El voltaje registrado fue de 29,43 V, y el estado de carga (SOC) se ubicó en un 44,5%. Cabe destacar que la diferencia máxima de voltaje entre los módulos se limitó a 0,3 V, lo cual se considera una variación aceptable. Esto es particularmente relevante teniendo en cuenta el kilometraje total del vehículo, que ascendía a 89,183 Km. Al analizar los valores de voltaje de los módulos y celdas, se identificó un mayor desgaste en aquellos ubicados en el centro de la batería. Con el propósito de extender la vida útil de la batería, se tomó la decisión de modificar la disposición de los módulos, reubicando los del centro hacia los laterales. Dado que el módulo 1 se encontraba más próximo al PRA, se realizó una reconfiguración, pasando de la secuencia 1-2-3-4-5-6-7-8-9 a 6-7-8-9-1-2-3-4-5. Se enfocó especialmente en el desplazamiento del módulo 5, ya que este presentaba un mayor deterioro debido a su posición central en el paquete de baterías, donde la ventilación era menos eficiente. Por ende, se procedió a su reubicación más cercana al ventilador para lograr un mejor enfriamiento.
- El paquete de la batería de alta tensión cuenta con dos sensores de temperatura y un sensor de temperatura de aire, cuya función es regular la temperatura operativa de la batería en un rango de -30 °C a 55 °C mediante la activación del ventilador. Si uno de los sensores detecta una diferencia de temperatura entre ellos superior a 30 °C, se genera el DTC P1B97, señalando un posible fallo en uno de los sensores de temperatura. En tal situación, el sistema híbrido se detiene, y el vehículo continúa funcionando con el motor de combustión interna. El convertidor (CC/CC) de bajo voltaje sigue operativo para mantener el motor de combustión en funcionamiento. Si ambos sensores registran un aumento de temperatura que excede los 70 °C, se genera el DTC P0A7E, indicando un sobrecalentamiento de la batería híbrida. Este sobrecalentamiento puede ser resultado de situaciones como cortocircuitos, sobrecargas o el desgaste de las celdas de la batería. En estas circunstancias, el sistema híbrido se desactiva, y el vehículo continúa operando únicamente con la

batería auxiliar. El convertidor CC/CC de bajo voltaje no recarga la batería auxiliar y se mantiene por debajo de 13 V.

El sensor de temperatura de aire, encargado de monitorizar la temperatura del aire que fluye a través del paquete de baterías, genera un DTC P0AAE cuando detecta una temperatura superior a los 110 °C. Sin embargo, si los otros sensores no indican un aumento significativo de temperatura, el vehículo mantiene su operación normal. En resumen, estos sensores desempeñan un papel vital en el control térmico de la batería híbrida y aseguran un funcionamiento seguro del vehículo.

- El ventilador de refrigeración funciona bajo el control de señales emitidas por la ECU BMS, lo que le permite operar a diferentes velocidades en un rango que va desde 1 Hz a 300 Hz, adaptándose a las necesidades del momento. Su operación incluye la extracción de aire desde el compartimiento del habitáculo, lo que contribuye a mantener una temperatura de funcionamiento de la batería dentro del rango de -30 °C a 55 °C. Uno de los desafíos destacados en este sistema es la posible obstrucción de las aspas y conductos del ventilador. El diseño del sistema de ventilación del Kia Óptima Híbrido presenta dificultades para mantener una temperatura uniforme en todos los módulos de la batería. Esta disparidad en la temperatura puede ocasionar un desgaste prematuro en los módulos localizados en la región central de la batería, lo que hace necesario abordar esta cuestión para garantizar una vida útil óptima de la batería.
- El estado de carga (SOC) de la batería oscila en un rango que va desde el 20% hasta el 80%. Cuando la carga de la batería disminuye por debajo del 20%, se encuentra en dificultades para arrancar, lo que a su vez desencadena la desactivación del sistema híbrido. En este punto, el convertidor CC/CC de bajo voltaje cesa su operación, lo que implica que la batería auxiliar no puede recargarse y el motor de combustión sigue en funcionamiento hasta que la energía de la batería auxiliar se agote. En esta situación, la ECU BMS genera el DTC P1B70 debido al bajo voltaje. El paquete de batería híbrida se compone de 9 módulos, y cada uno de estos módulos alberga 8 celdas, lo que totaliza 72 celdas en la batería. Cada celda mantiene un voltaje nominal que se encuentra en el rango de 2,75 a 4,3 V. Cualquier celda que registre un voltaje inferior a 1,5 V se considera dañada. El voltaje del paquete de batería varía entre 180 y 300 V. Para cargar la batería, el motor de combustión interna

proporciona un 55% de su capacidad, y el restante de la carga se completa mediante el freno regenerativo.

- El escáner descompone y analiza los códigos de falla (DTC) vinculados al sistema de gestión de la batería híbrida de alta tensión, considerando los valores registrados en el momento en que se generó la falla. A través de los datos obtenidos en las simulaciones, se investigó el comportamiento del vehículo en situaciones de falla relacionadas con diversos aspectos, como los sensores de temperatura, el sobrecalentamiento (P0A7E, temperatura superior a 70 °C), el ventilador (P1BA1, fallo del ventilador), el conjunto de relé de potencia (P1B77, fallo de precarga), el enchufe de seguridad (P0A0D, fallo del enchufe) y el bajo voltaje (P1B70, voltaje de la celda inferior a 1,5 V).
- La guía se ha desarrollado con el propósito de simplificar la comprensión de las baterías de alta tensión y proporcionar directrices para el diagnóstico de las fallas más frecuentes en los vehículos híbridos. Entre los aspectos abordados, se incluye la evaluación de los voltajes apropiados de los módulos (dentro de un rango de 20 a 34 V) y de las celdas (cuyos valores varían entre 2,75 y 4,3 V, dependiendo del nivel de desgaste, siendo las celdas centrales más susceptibles para dañarse). La guía también se centra en la identificación de códigos de falla de los sensores, la verificación de un correcto funcionamiento del conjunto de relé de potencia (PRA), la realización de pruebas con el ventilador y la interpretación de los datos asociados a los códigos de falla (DTC). Además de estas pautas, la guía enfatiza la importancia de priorizar la seguridad al llevar a cabo estas tareas, proporcionando un protocolo de seguridad que debe seguirse rigurosamente antes de manipular la batería.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es esencial que el operador lea y aplique rigurosamente las normas de seguridad para prevenir posibles descargas eléctricas que puedan poner en peligro su integridad. Esto incluye el uso de equipo de protección personal adecuado, como botas dieléctricas, guantes con capacidad para 1000 V y 300 A, y ropa aislante. Esto es particularmente crucial dado que algunas pruebas involucran trabajar con un voltaje de alto nivel, alcanzando hasta 270 V, especialmente cuando se trabaja con el fusible de seguridad en su lugar. La seguridad del operador debe ser una prioridad en todo momento.
- Se sugiere encarecidamente llevar a cabo un análisis de los valores de carga de los módulos cada 100,000 kilómetros, y considerar la reubicación de los módulos como una medida para estabilizar el voltaje de la batería y prolongar su vida útil. Como parte del mantenimiento periódico, es importante realizar la limpieza de las canalizaciones de ventilación y verificar regularmente que las aspas del ventilador no estén obstruidas, garantizando así un óptimo rendimiento de la ventilación. Estas prácticas son fundamentales para el cuidado y la eficiencia de la batería de alto voltaje.
- Es esencial realizar una revisión minuciosa y un mantenimiento preventivo de las conexiones internas de la batería de alto voltaje. En ocasiones, las conexiones pueden perder contacto debido a cables dañados, terminales doblados o contaminación que conduce a la oxidación. Por tanto, es fundamental llevar a cabo un mantenimiento preventivo para asegurar un funcionamiento óptimo y confiable de la batería.
- El estado de carga de la batería puede deteriorarse con el tiempo y el uso, sin embargo, en ocasiones, el problema se limita a un solo módulo defectuoso. En estos casos, se puede prolongar la vida útil del paquete de baterías reemplazando únicamente el módulo dañado. Es importante destacar que, al realizar esta sustitución (utilizando un módulo con las mismas especificaciones), la batería no recupera por completo sus condiciones de fábrica, ya que los demás módulos también pueden haber experimentado cierto desgaste con el tiempo.
- En caso de avería en el relé de precarga, relé principal negativo o relé principal positivo, se recomienda sustituir todo el conjunto del PRA. Durante el diagnóstico

de las baterías de alta tensión, es fundamental abstenerse de manipular los componentes electrónicos sin la debida información y conocimientos técnicos.

- Se sugiere considerar una mejora en el diseño del sistema de refrigeración de la batería de alta tensión para lograr una mayor eficiencia en la disipación del calor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A., C., Padmanaban, S., Holm-Nielsen, J. B., & Himavathi, S. (2020). *Artificial Intelligent Techniques for Electric and Hybrid Electric Vehicles*. John Wiley & Sons, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/utn/detail.action?docID=6261123>
- Ahmadian, S., Tahmasbi, M., & Abedi, R. (2023). Q-learning based control for energy management of series-parallel hybrid vehicles with balanced fuel consumption and battery life. *Energy and AI, 11*, 100217.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egyai.2022.100217>
- Alamoudi, Y. A., Ferrah, A., Panduranga, R., Althobaiti, A., & Mulolani, F. (2019). State-of-the Art Electrical Machines for Modern Electric Vehicles. *2019 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, 1–8.
<https://doi.org/10.1109/ICASET.2019.8714343>
- Benajes, J., García, A., Monsalve-Serrano, J., & Martínez-Boggio, S. (2019). Optimization of the parallel and mild hybrid vehicle platforms operating under conventional and advanced combustion modes. *Energy Conversion and Management, 190*, 73–90.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.04.010>
- Brentnall, H., Ronzio, F., Di Marco, F., & Wang, L. (2020). Methods and Solutions for the Integration of the HV Battery into the NVH Development of a BEV. In W. Siebenpfeiffer (Ed.), *Automotive Acoustics Conference 2019* (pp. 28–46). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Camacás, J. O. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE DIAGNÓSTICO PARA MÓDULOS DE BATERÍA DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10870>
- Chong, Y. (2018). *Análisis De La Batería De Alta Tensión Del Toyota Prius 4G*.
<http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2558>
- Costas, J. (2020). *Microhíbridos, semihíbridos e híbridos, ¿cómo se conducen?*
<https://www.motor.es/noticias/microhibridos-semihibridos-e-hibridos-como-se-conducen-202063997.html>
- Deshmukh, S. R., Balaji, K. N. S., Saharabudhe, S., Khubalkar, S., & Parameswaran, A. P. (2019). Designing of Control Strategy for High Voltage Battery Isolation in an Electric Vehicles. *2019 IEEE 5th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/I2CT45611.2019.9033891>

- Domínguez, E. J., & Ferrer, R. J. (2022). CFGB Electricidad del vehículo. In *Editex*.
https://books.google.com.ec/books?id=_yZ1EAAAQBAJ&dq=vehiculos+hibridos+bateria+de+alta+tensi%C3%B3n&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Donado, A. (2021, May 18). *ECU de Batería en Vehículo Híbrido: Funciones*. Autosoporte. <https://autosoporte.com/ecu-de-bateria-en-vehiculo-hibrido-funciones/#:~:text=La%20ECU%20de%20la%20Bater%C3%ADa%20utiliza%20sensores%20de,la%20bater%C3%ADa%20HV%20alcanza%20un%20nivel%20previamente%20determinado.>
- Espinoza, J., & Flores, J. (2019). *INVESTIGACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INVERSOR PARA VEHÍCULOS HÍBRIDOS A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO*.
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/15623>
- Girodmedical, M. (2021, April 8). *Los mejores modelos de termómetros láser infrarrojos 2021*. https://www.girodmedical.es/blog_es/como-funciona-un-termometro-infrarrojo/
- Gómez, J., Hernán, C., Kaul, V., & Isla, L. (2016). *La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina*.
<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-incorporaci%C3%B3n-de-los-veh%C3%ADculos-el%C3%A9ctricos-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>
- Grupo Ferre-Max. (2022, November 11). *¿Qué es una pistola de calor?*
<https://distribuidortruper.mx/que-es-pistola-calor/>
- Hamza, K., Chu, K.-C., & Laberteaux, K. (2022). A Study on the Impact of Driving in Charge Mode on Well-to-Wheels Greenhouse Gas Emissions of Plug-In Hybrid Electric Vehicles. *SAE Technical Papers, 2022*. <https://doi.org/10.4271/2022-01-0668>
- Hu, H., Baseley, S., & Song, X. (2021). *Advanced Hybrid Powertrains for Commercial Vehicles*. SAE International.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/utn/detail.action?docID=28983822>
- Huang, C.-C., & Lin, C.-L. (2021). *Coherent Wireless Power Charging and Data Transfer for Electric Vehicles*. Bentham Science Publishers.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/utn/detail.action?docID=6886036>
- Jeon, S., Lee, G. S., Kang, D.-W., Kim, W.-H., & Bae, S. (2021). Belt-Driven Integrated Starter and Generator Using Planetary Gears for Micro Hybrid Electric Vehicles. *IEEE Access, 9*, 56201–56213. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072054>

- KIA. (2015). *Manual de reparación del Óptima Híbrido 2015(TF HEV)*.
<https://www.kiatechinfo.com/main.aspx>
- KIA. (2021). *¿Qué es un auto híbrido y cómo funciona?*
<https://www.kia.com/pe/util/news/que-es-vehiculo-hibrido.html>
- LEY ORGÁNICA DE RÉGIMEN TRIBUTARIO INTERNO-LORTI. (2016).
<https://www.sri.gob.ec/o/sri-portlet-biblioteca-alfresco-internet/descargar/70575a5b-9c26-4ef4-9cd6-97e2de3285ce/160429+LORTI.pdf>
- Linkedin. (2022, August 4). *¿Qué son las Botas Dieléctricas?: Características y Certificaciones*. <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-son-las-botas-diel%C3%A9ctricas-caracter%C3%ADsticas-y-certificaciones--1e>
- Lizarralde, E., Markel, B., Directora, /, & Lizarralde Bilbao, M. (2020). *TRABAJO FIN DE MÁSTER BMS (BATTERY MANAGEMENT SYSTEM) PARA UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA RESUMEN TRILINGÜE*. <http://hdl.handle.net/10810/47707>
- Marcos, D., Garmendia, M., Crego, J., & Cortajarena, J. A. (2021). Functional safety bms design methodology for automotive lithium-based batteries. *Energies*, 14(21).
<https://doi.org/10.3390/en14216942>
- Mateos, J. P. (2020, March 31). *¿Cómo es la refrigeración de las baterías en un coche híbrido?* Autofácil. <https://www.autofacil.es/coches-electricos-e-hibridos/refrigeracion-baterias-coche-hibrido/190158.html>
- Muñoz, J. (2023, January 20). *SCANNER AUTOMOTRIZ: ¿QUÉ ES Y CÓMO FUNCIONA?* Autofact. <https://www.autofact.cl/blog/mi-auto/tecnologia/scanner-automotriz>
- Rebelo, S., & Erazo, G. (2018). *INVESTIGACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA ECUALIZACIÓN DE PACKS PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN HV DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS TERCERA GENERACIÓN*. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14147>
- Sáez, M. M. (2021). *Diseño y simulación paso a paso de un inversor didáctico*.
<http://hdl.handle.net/10835/13441>
- Secretaria Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*.
- Solano, E., & Tituaña, K. (2022). *Análisis comparativo del impacto causado por las alternativas de reciclaje de baterías de alta tensión de los vehículos híbrido-*

eléctricos después de cumplir su vida útil.

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13475>

Tecsa. (2020, February 28). *¿QUÉ ES UN MULTÍMETRO Y CÓMO FUNCIONA?* Tecsa.

<https://www.tecsagro.com.mx/blog/que-es-un-multimetro/>

Tigse, C. E. (2019). *ESTUDIO DEL DISEÑO DE UN INVERSOR SEMIPUENTE PARA COCINAS DE INDUCCIÓN.* <http://hdl.handle.net/2117/173641>

Toyota. (2022). *HISTORIA DE LA TECNOLOGÍA HÍBRIDA.*

<https://www.toyotaperu.com.pe/toyotahibridos/historia-de-la-tecnologia-hibrida.html>

Vallejo, M. (2022). *Estudio de la implementación de un sistema híbrido pila de combustible-batería en un vehículo para personas con movilidad reducida.*

<https://riunet.upv.es:443/handle/10251/185724>

Wang, X., Yan, Y., & Li, Y. (2023). Study on high-speed electric motor cooling with oil spray. *E-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 100170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prime.2023.100170>

ANEXOS

CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA



Figura A.I.1: Motor de la maqueta.



Figura A.I.2: Construcción de la base.



Figura A.I.3: Ubicación de los componentes.



Figura A.I.4: Conjunto de cables de la maqueta.



Figura A.I.5: Soldadura de la estructura.

ANEXOS 2

PRUEBAS



Figura A.II.1: Voltaje total.

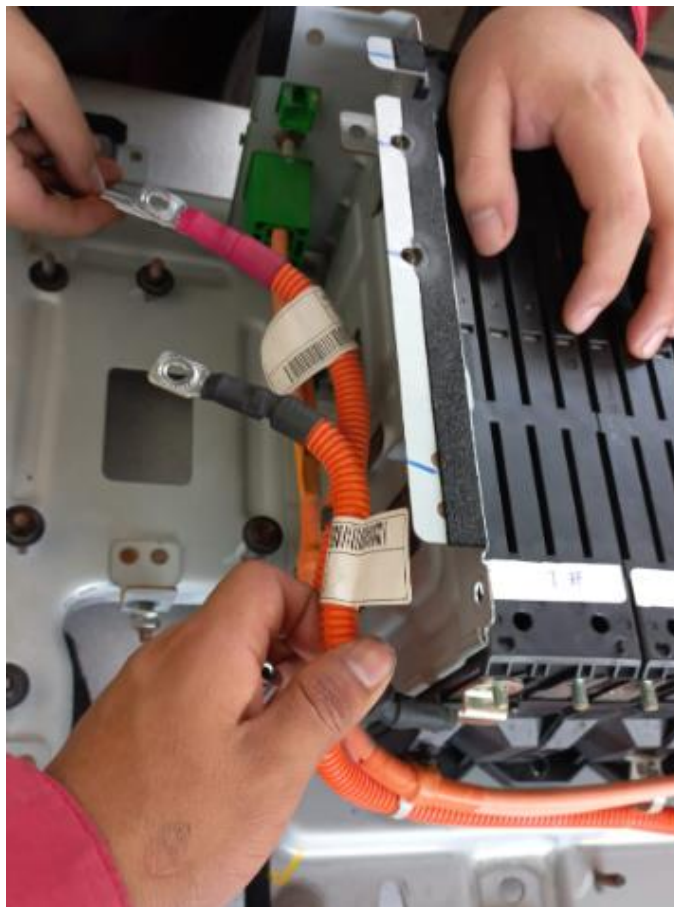


Figura A.II.2: Conexión de alta tensión.

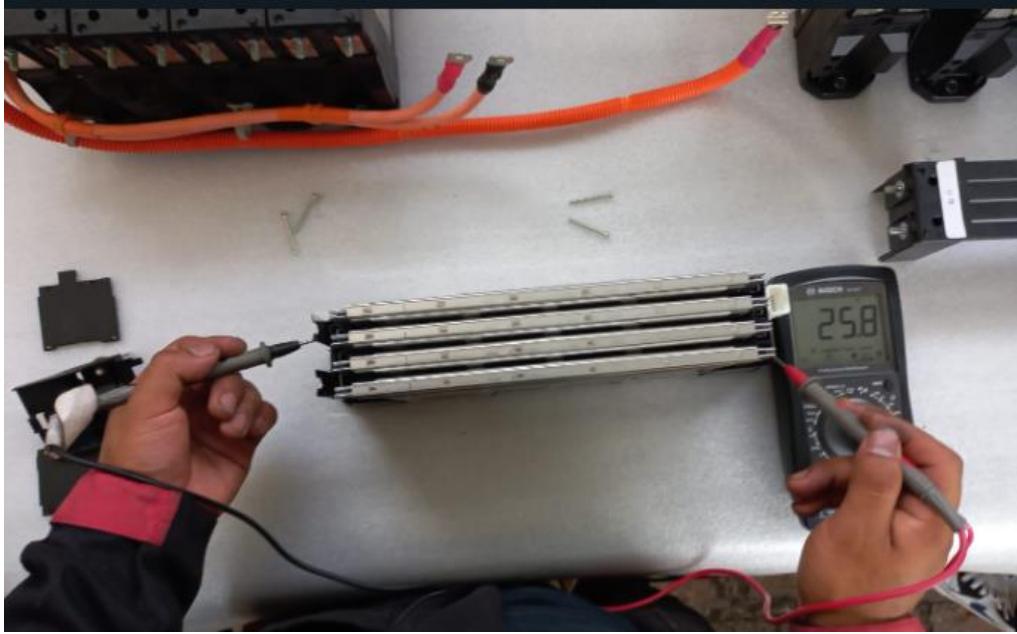


Figura A.II.3: Módulo de la batería.

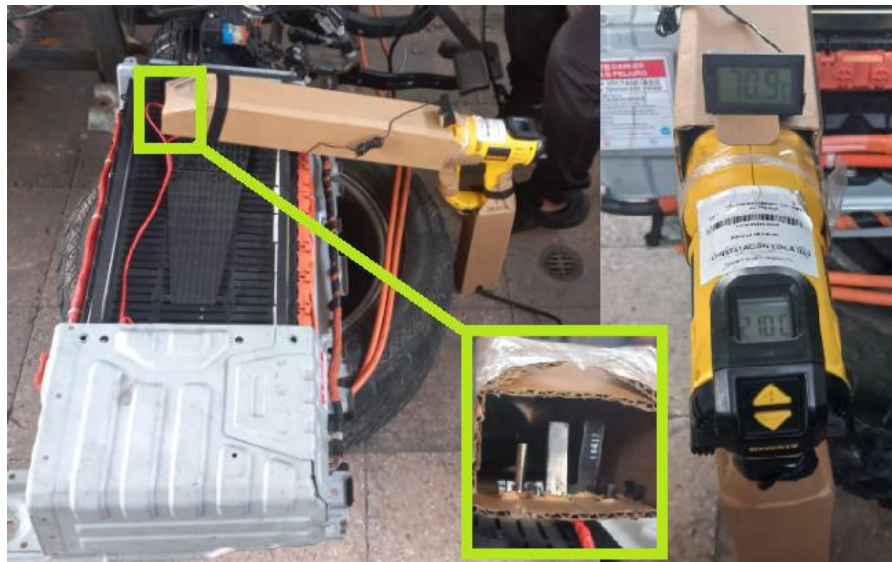


Figura A.II.4: Simulación de sensores de temperatura.

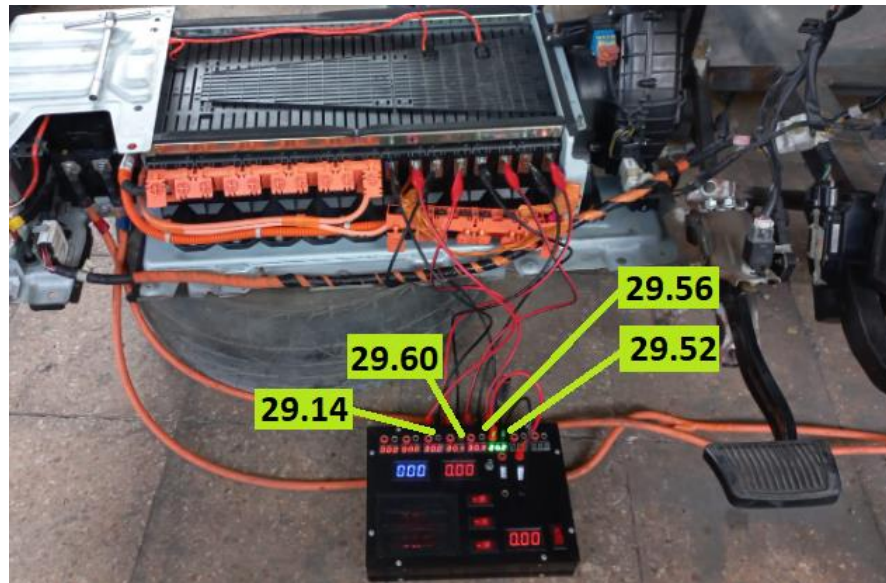


Figura A.II.5: Voltaje de los módulos.

MANUAL DEL DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL KIA ÓPTIMA HÍBRIDO 2015

Descripción general

El sistema de baterías de alto voltaje está compuesto de una unidad de control del sistema de gestión de batería de baterías (BMS – ECU), un conjunto de relés de potencia (PRA) y un ventilador de refrigeración.

- **Batería de alto voltaje:** suministra energía eléctrica para el movimiento del vehículo y recibe/almacena energía eléctrica durante la desaceleración.
- **ECU BMS:** Controla la batería de alto voltaje monitorizando el voltaje, la corriente, la temperatura y la velocidad del ventilador.
- **El PRA:** Conjunto de relés de potencia que enlazan y cortan la alta tensión, además cuenta con un sensor de corriente que controla la corriente de la batería.
- **Un enchufe de seguridad:** Corta el flujo de alta tensión de forma mecánica para proteger a los técnicos y tiene un fusible de seguridad como protección a la sobre corriente.
- **Ventilador de refrigeración:** mantiene la temperatura adecuada de la batería de alto voltaje.

Nota: Por seguridad asegúrese de leer y seguir la información de equipos de seguridad, además tome en cuenta las precauciones recomendadas antes de realizar cualquier trabajo relacionado al sistema de alta tensión, el incumplimiento de las instrucciones de seguridad puede provocar lesiones eléctricas graves. Aislé el espacio de trabajo para evitar accidentes generados por tensiones eléctricas elevadas.

Ropa aislante: protege al operador de las chispas y descargas eléctricas.

Guantes aislantes: protege las manos del operador (clase 0, capacidad de aislamiento 1000V / 300A)

Calzado dieléctrico: protege al operador de descargas eléctricas causadas por la manipulación de objetos con corriente eléctrica.

El proceso de trabajo y diagnóstico de la batería se iniciará con:

DESPEJE DEL ÁREA DE TRABAJO

ENCHUFE DE SEGURIDAD

1. Abra la tapa de servicio del tapón de seguridad (A)

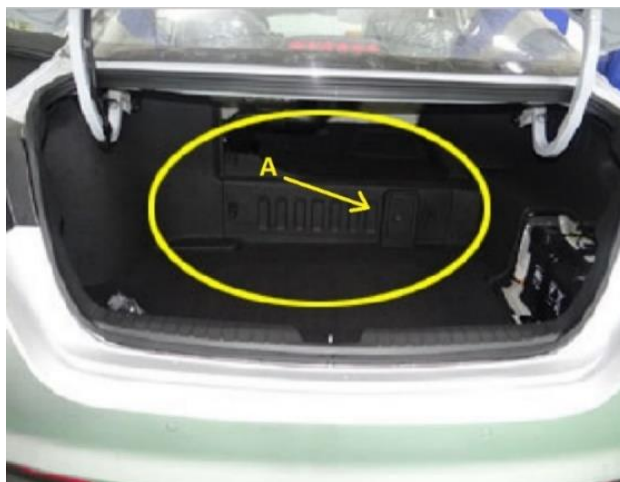


Figura A.III: Tapón de seguridad

2. Afloje el gancho de bloqueo (A) y, a continuación, retire el tapón de seguridad (C) tirando de la palanca (B) en la dirección de la flecha.

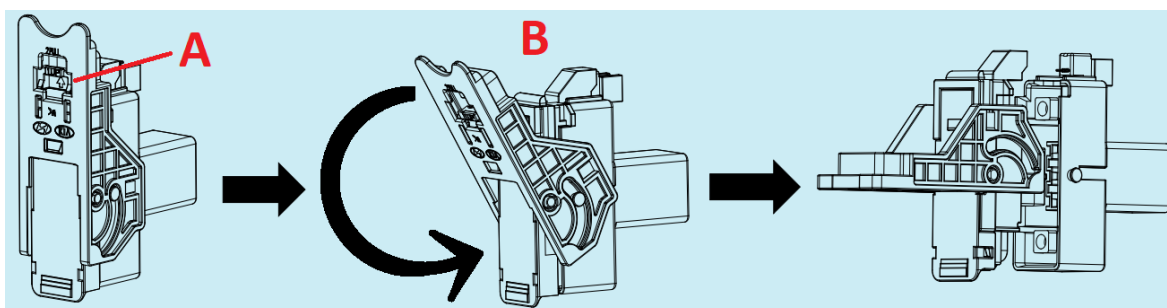


Figura A.III: Afloje del gancho de bloqueo

CARCASA

1. Desmonte el cojín del asiento trasero y el respaldo del asiento trasero.
2. Retire la bolsa del equipaje.
3. Retire la carcasa frontal de alta tensión (B).

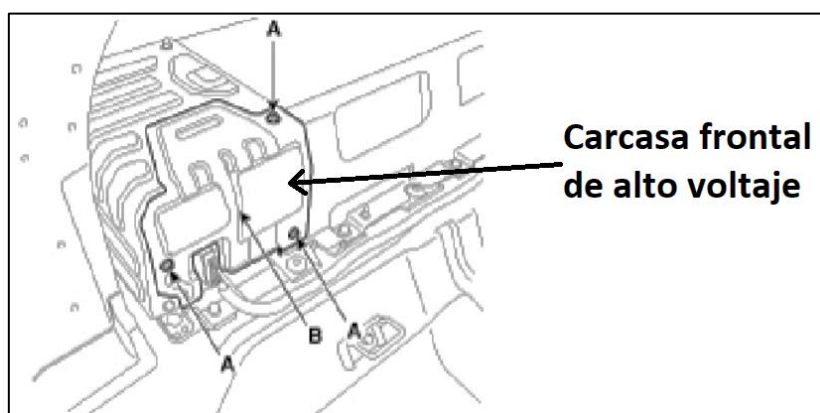


Figura A.III: Carcasa frontal de alta tensión

4. Retire la cubierta trasera de alta tensión (C) quitando los pernos de montaje (A) y la tuerca (B).

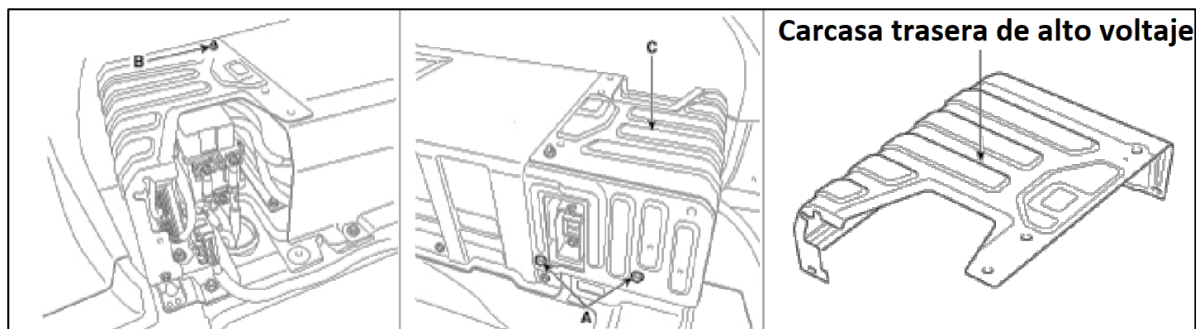


Figura A.III: Carcasa trasera de alto voltaje

5. Retire el ventilador de refrigeración removiendo las tuercas (A).

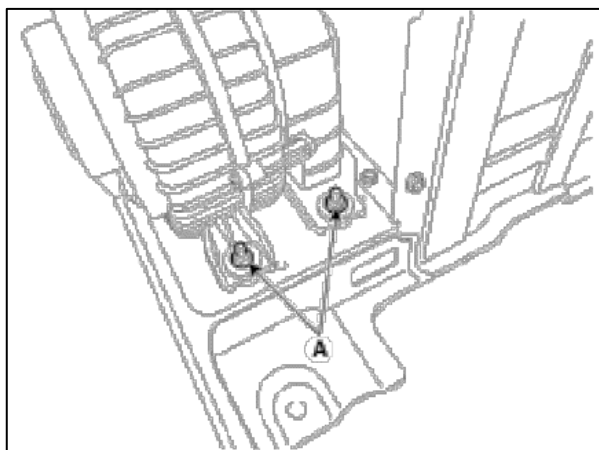


Figura A.III: Tuercas del ventilador de refrigeración

6. Retire los tornillos y las tuercas de instalación y enseguida se retiró la tapa de la batería de alto voltaje (B).

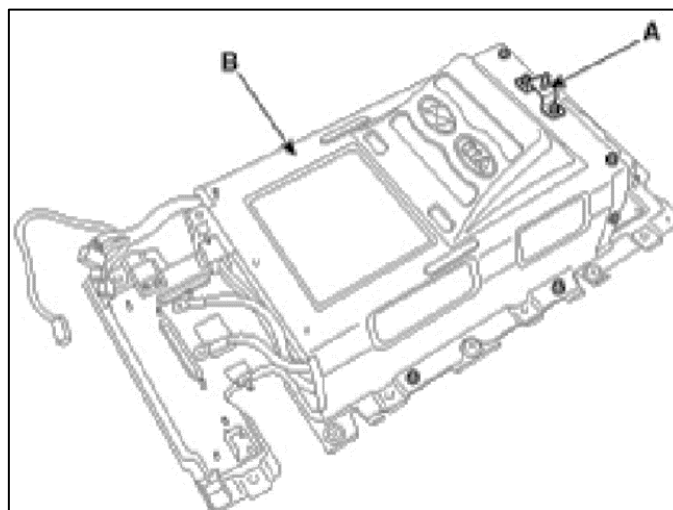


Figura A.III: Tapa de la batería de alto voltaje

DESCONEXIÓN Y EXTRACCIÓN DEL VENTILADOR

1. Desconecte el conector del ventilador de refrigeración (A).

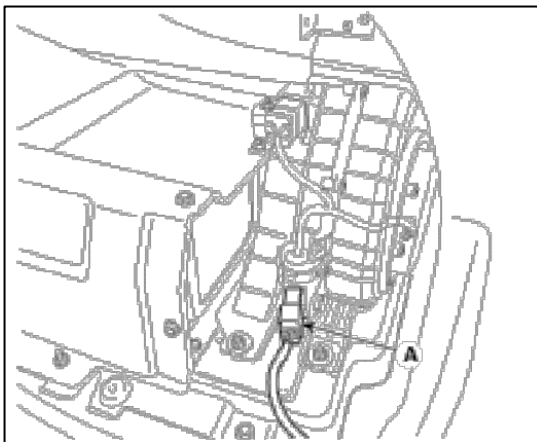


Figura A.III: Socket del ventilador

2. Retire el ventilador de refrigeración removiendo las tuercas (A).

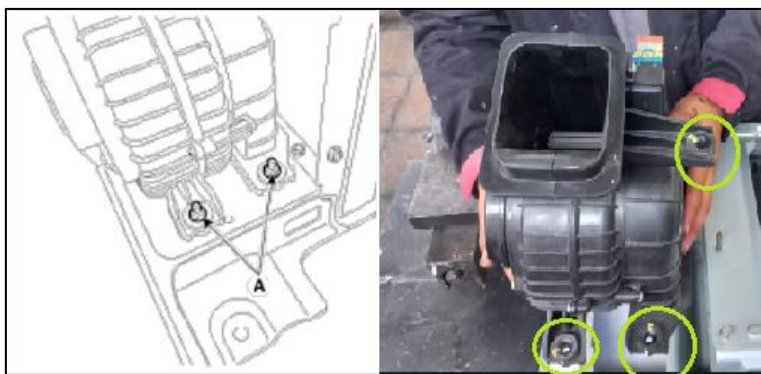


Figura A.III: Tuercas del ventilador de refrigeración

DESCONEXIÓN Y EXTRACCIÓN DEL PRA

1. Desconecte el conector PRA (A).
2. Retire la cubierta de protección de alta tensión (B).

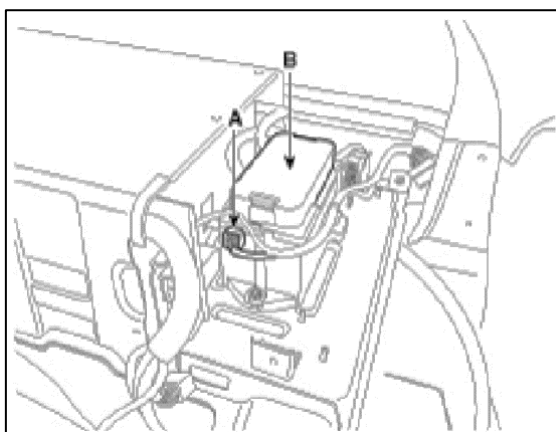


Figura A.III: Cubierta del PRA

3. Retire el terminal positivo (+) (A) y el terminal negativo (-) (B) del cable de alimentación del inversor quitando las tuercas de apriete.
4. Retire el terminal positivo (+) (C) y el terminal negativo (-) (D) del cable de alimentación de alta tensión quitando las tuercas de apriete.

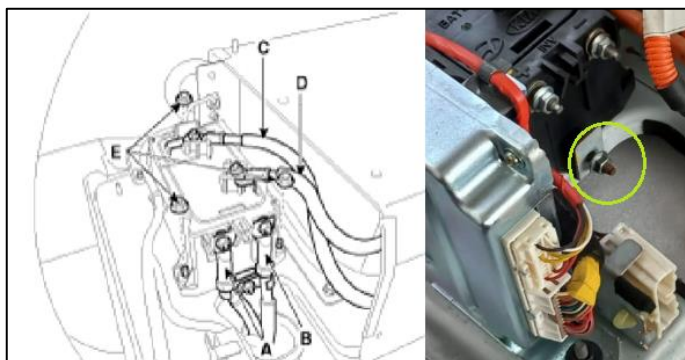


Figura A.III: Conectores del PRA

5. Retire el PRA del conjunto de la batería de alto voltaje quitando las tuercas de montaje (E).

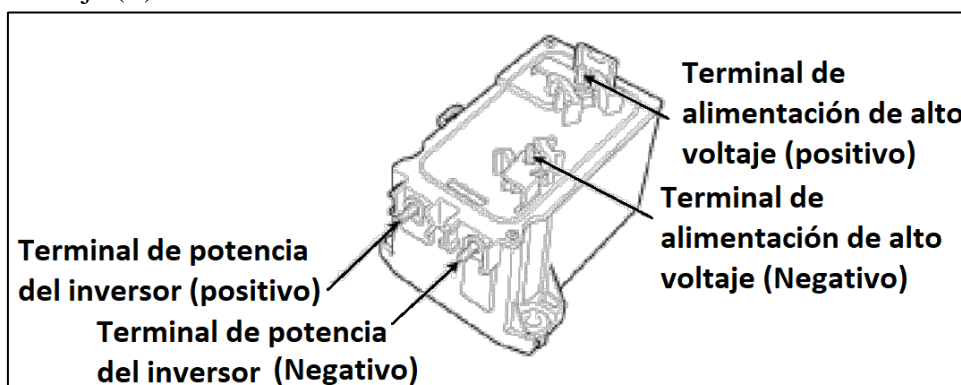


Figura A.III: Partes del PRA

DESCONEXION Y EXTRACCION DE LA ECU BMS

1. Desconecte el conector de señal de temperatura de la batería (A), el conector de control (B) y desconecte los conectores de los módulos de la batería.

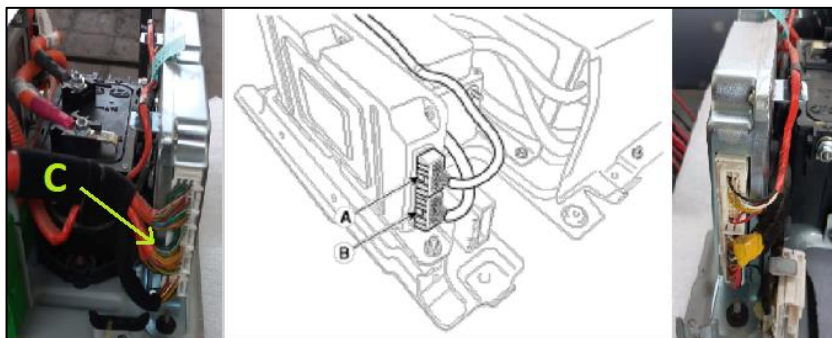


Figura A.III: Conectores de la ECU BMS

- Desconecte el conector PRA (A) y el conector de interbloqueo del enchufe de seguridad (B) y, a continuación, retire el mazo de cables del BMS.

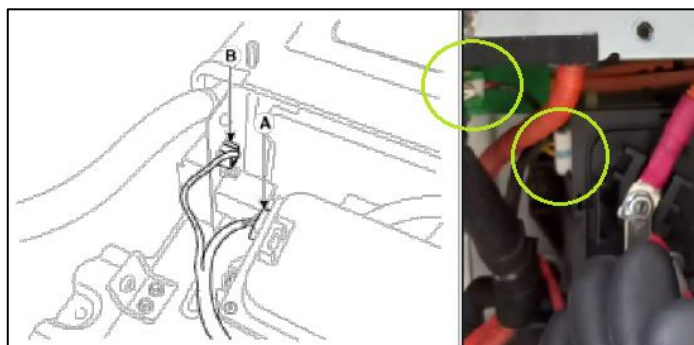


Figura A.III: Conectores de la ECU BMS, PRA y Enchufe de seguridad

- Retire las tuercas de instalación (D) y, a continuación, extraiga la ECU BMS del conjunto de la batería de alto voltaje.

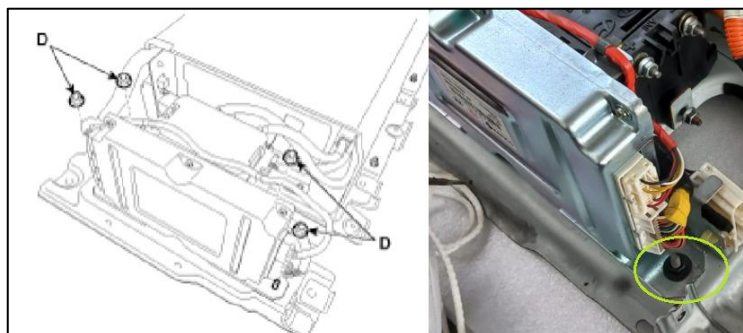


Figura A.III: ECU BMS

DESCONEXIÓN Y EXTRACCIÓN DEL PAQUETE DE BATERÍAS

- Desconecte el circuito de alta tensión (Consulte “Despeje del área de trabajo - Enchufe de seguridad”).
- Desmonte el cojín del asiento trasero y el respaldo del asiento trasero.
- Retire la bolsa de equipaje.
- Retire la carcasa frontal de alta tensión (A).

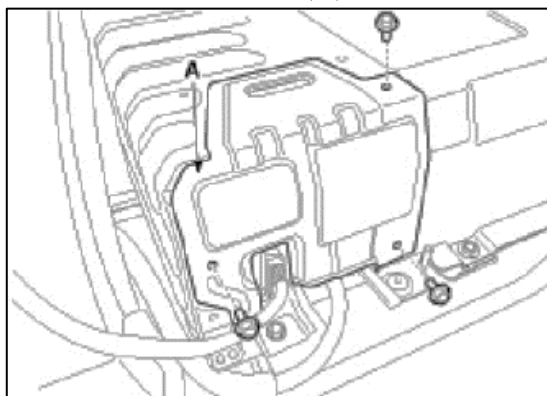


Figura A.III: Carcasa frontal

5. Desconecte el conector de extensión BMS (A).
6. Desconecte los terminales (+) (B) y (-) (C) del cable de alimentación del inversor retirando las tuercas de montaje.

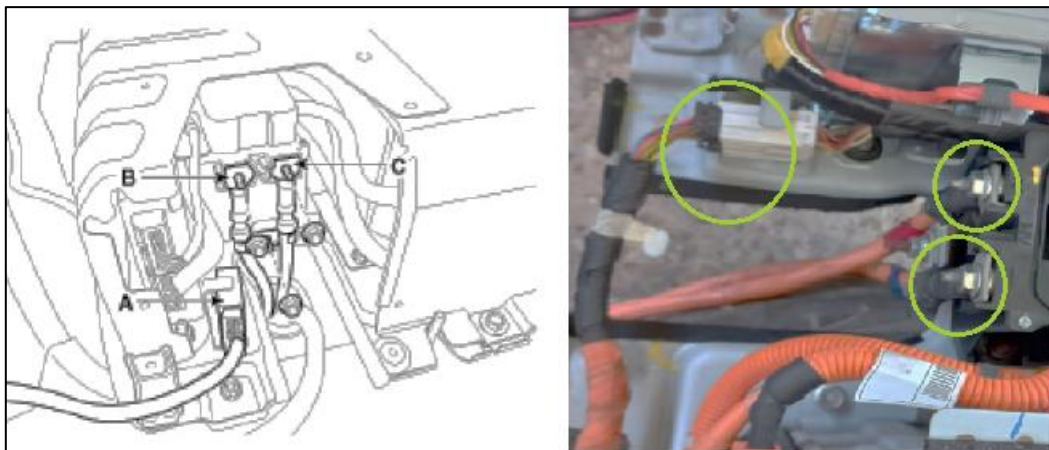


Figura A.III: Desconexión del paquete de baterías

7. Se retira los conductos de refrigeración y se empieza a quitar las tuercas de montaje (A) y el soporte y, a continuación, retire el conducto de refrigeración de entrada (B).

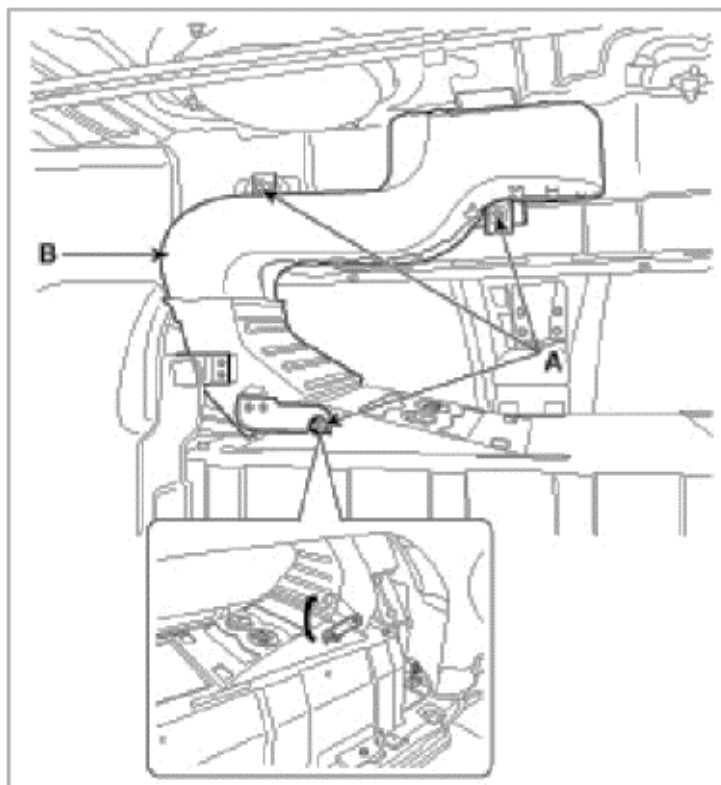


Figura A.III: Cañerías de ventilación

8. Retire el conjunto de la batería de alto voltaje del vehículo quitando los pernos de montaje (A).

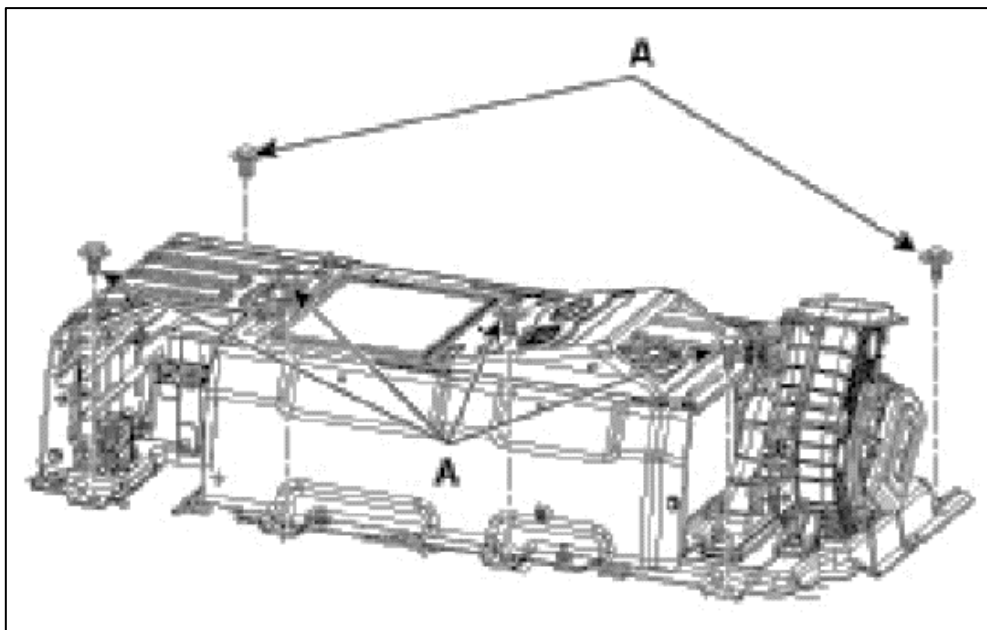


Figura A.III: Pernos de fijación de la batería de alta tensión

9. Instálelo en el orden inverso al desmontaje.

DIAGNÓSTICO DEL ENCHUFE DE SEGURIDAD DE LA BATERÍA HV

Se instala en la parte posterior de la batería de alto voltaje y puede desconectar mecánicamente el circuito de alto voltaje cuando se realiza el mantenimiento del sistema de alto voltaje (Al retirar el enchufe deja de funcionar la batería de alto voltaje, el conjunto de relés de potencia (PRA), la HPCU (Unidad de control de potencia híbrida), la ECU BMS (Sistema de gestión de la batería ECU), el motor de accionamiento híbrido, el inversor, el HSG (Generador de arranque híbrido), el LDC (Convertidor de CC/CC bajo), el cable de alimentación, etc.). Incluye un fusible para evitar sobrecorrientes en el sistema de alto voltaje.

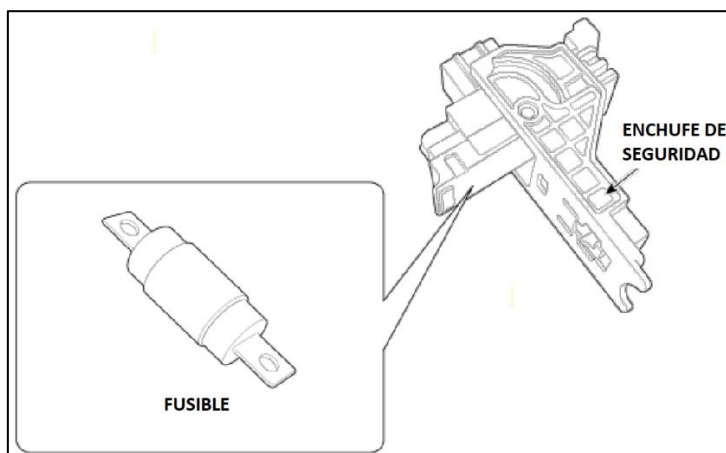


Figura A.III: Enchufe de seguridad

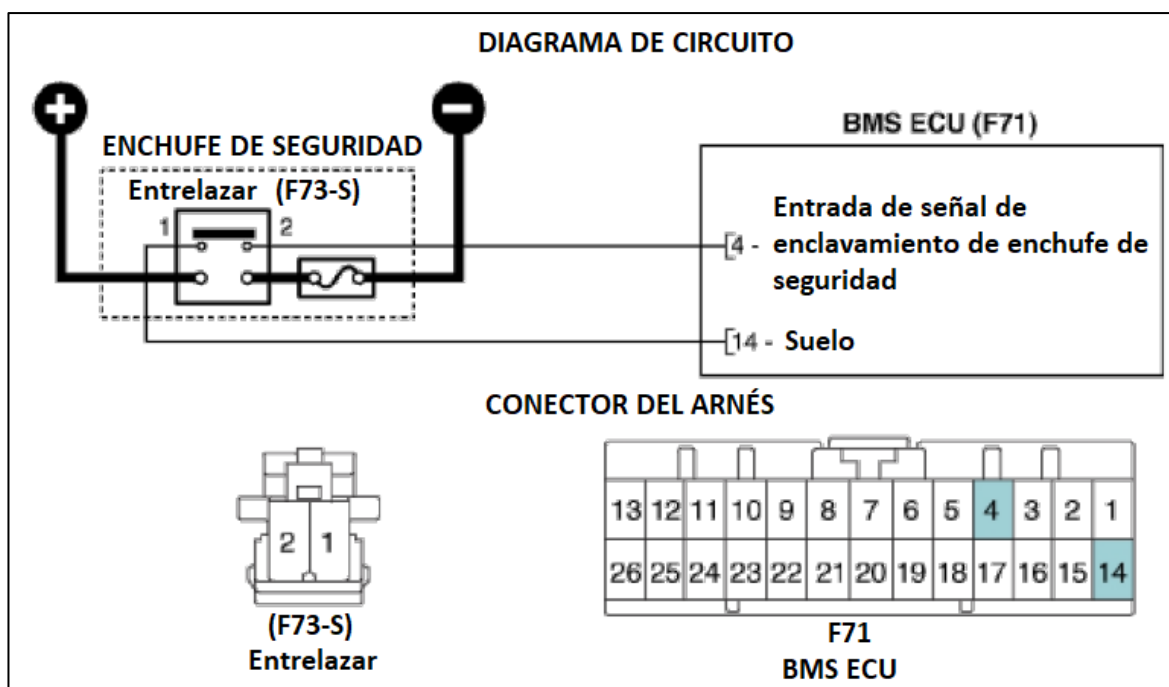


Figura A.III: Diagrama del circuito del enchufe de seguridad

La ECU del BMS genera P0A0D cuando el enchufe de seguridad esta apagado o retirado, el fusible que conecta las celdas está abierto o el fusible de 125A/DC450V instalado en el interior del enchufe de seguridad este fundido.

Tabla A.III Condiciones de detección del DTC

Condiciones de detección del DTC		
ARTÍCULO	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	POSIBLE CAUSA
Estrategia de DTC	<p>Detecta que el fusible principal está abierto, bloque de la alimentación de una alta tensión Debido a que la línea se relé se corta en la conducción.</p> <p>Debido a un control anormal del sistema.</p>	<p>El fusible principal del enchufe de seguridad de la batería híbrida</p> <p>El enchufe de seguridad de la batería híbrida</p> <p>El relé principal de la batería híbrida</p> <p>ECU BMS</p>
Método de detección	Detecta si la condición dura 50mseg.	
Valor umbral	Enchufe de seguridad abierto	
Condición de liberación del DTC	El enchufe de seguridad está instalado normalmente	
Modo Seguridad	<p>La parada que suministra alta tensión (parada HEV): Mantenga el relé principal apagado</p> <p>Potencia disponible BMS: 0kW</p>	

Desconexión del enchufe de seguridad

1. Ponga la llave de contacto en OFF y desconecte el cable negativo (-) de la batería auxiliar de 12 V.
2. Retire el enchufe de seguridad de la batería de alta tensión (Consulte “Despeje del área de trabajo-Enchufe de seguridad”).
3. Retire la cubierta del enchufe de seguridad (A) y, a continuación, retire el fusible principal (B) quitando los pernos de montaje.

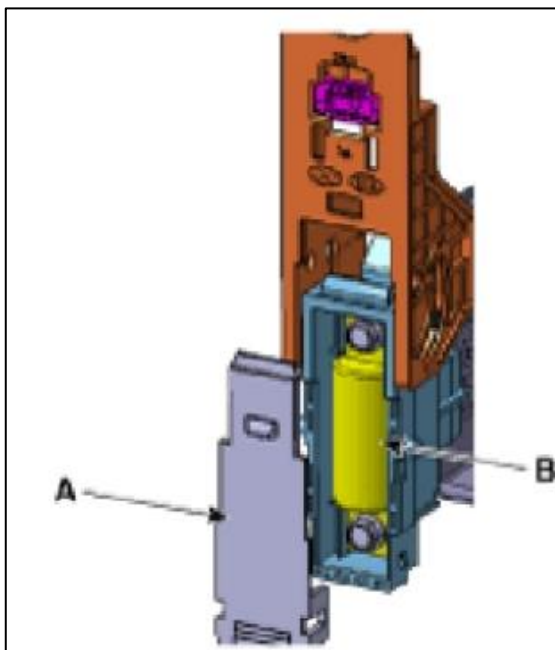


Figura A.III: Enchufe de seguridad

4. Retire el fusible principal.
5. Mida la resistencia del fusible principal.

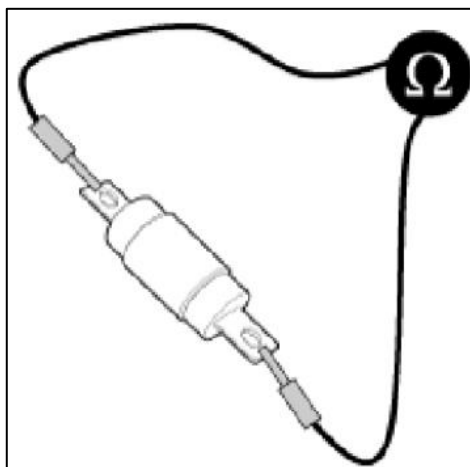


Figura A.III: Fusible principal

Especificación: 1 Ω o menos

Si la resistencia medida no está dentro de la especificación, sustituya el fusible principal.

6. Instálelo en el orden inverso al desmontaje.

SUPERVISAR EL ESTADO DEL DTC

1. Conecte el GDS al conector de enlace de datos (DLC).
2. Encendido “ON”.
3. Monitorizar con un escáner.

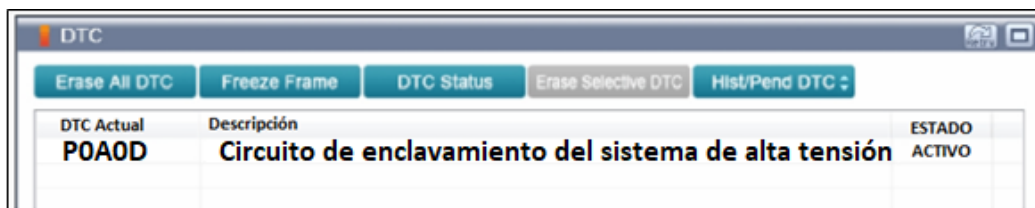


Figura A.III: Código de falla POA0D

4. El fallo es intermitente causado por un mal contacto en el conector de la pieza y/o del BMS o fue reparado y no se borró la memoria del BMS. Compruebe minuciosamente que los conectores no estén sueltos, mal conectados, doblados, corroídos, doblados, contaminados, deteriorados o dañados.

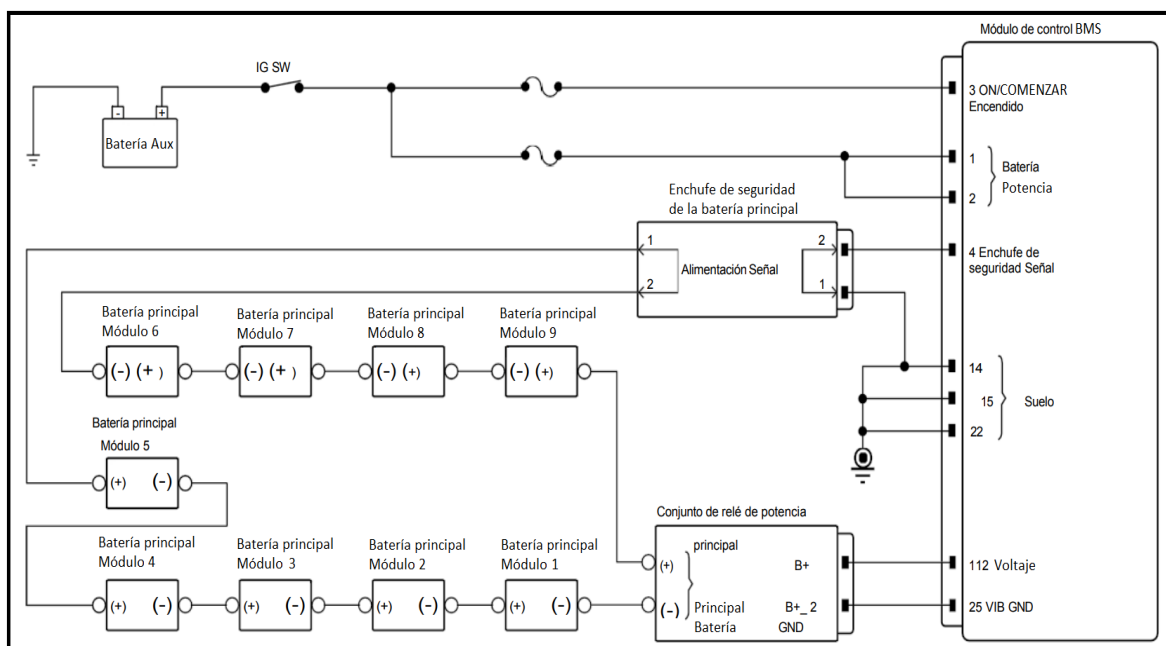


Figura A.III: Diagrama eléctrico

INSPECCION DEL VOLTAJE DE LA BATERIA HV

1. Encendido “OFF”.
2. Conecte un voltímetro entre el terminal (+) y el terminal (-) del conjunto del relé de alta tensión.

3. Enciende el interruptor principal.
4. Compruebe la tensión del conjunto de alta tensión entre el terminal (+) y el terminal (-).

Especificación: Alrededor de 270 V.

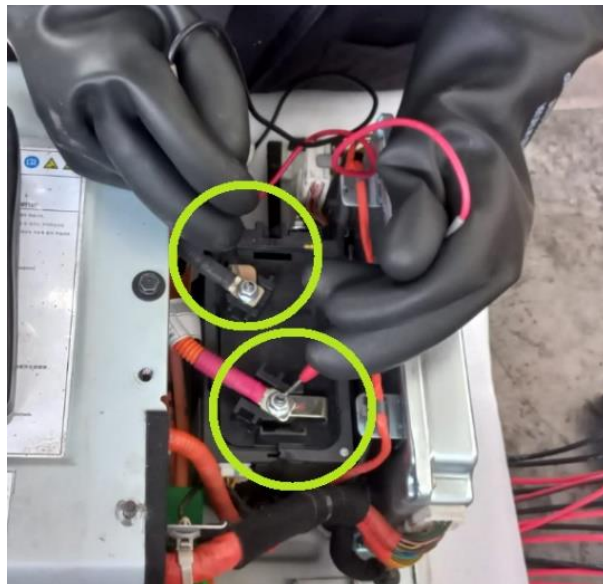


Figura A.III: Medición del valor total de las celdas

5. Si el valor está dentro de las especificaciones se trata de un fallo de la propia ECU BMS o de un DTC de historial intermitente que no se borra, reinicie los DTC para comprobar si el código persiste.
6. Revise continuidad de la entrada de señal de enclavamiento de enchufe de seguridad, si el valor es diferente al especificado sustituya el enchufe de seguridad.
7. Sustituya una RCU BMS conocida y compruebe que funcione correctamente, de ser el caso sustituya la ECU BMS.
8. Verificación de la reparación del vehículo, revisar con el escáner que el código ya no se presente.

INTERCAMBIO DE POSICIÓN DE MÓDULOS DE LA BATERÍA

El paquete de baterías de alto voltaje suministra de energía al motor eléctrico, el HSG (Generador de arranque híbrido), al compresor de aire acondicionado, a la bomba de líquido refrigerante y también reserva la energía eléctrica generada durante el frenado regenerativo. La batería es de iones de litio (LiB) tipo bolsa y tiene 72 celdas (8 celdas \times 9 módulos). El voltaje de cada celda es de 3,75 V CC, por lo que el voltaje nominal de este pack de baterías es de 270 V CC.

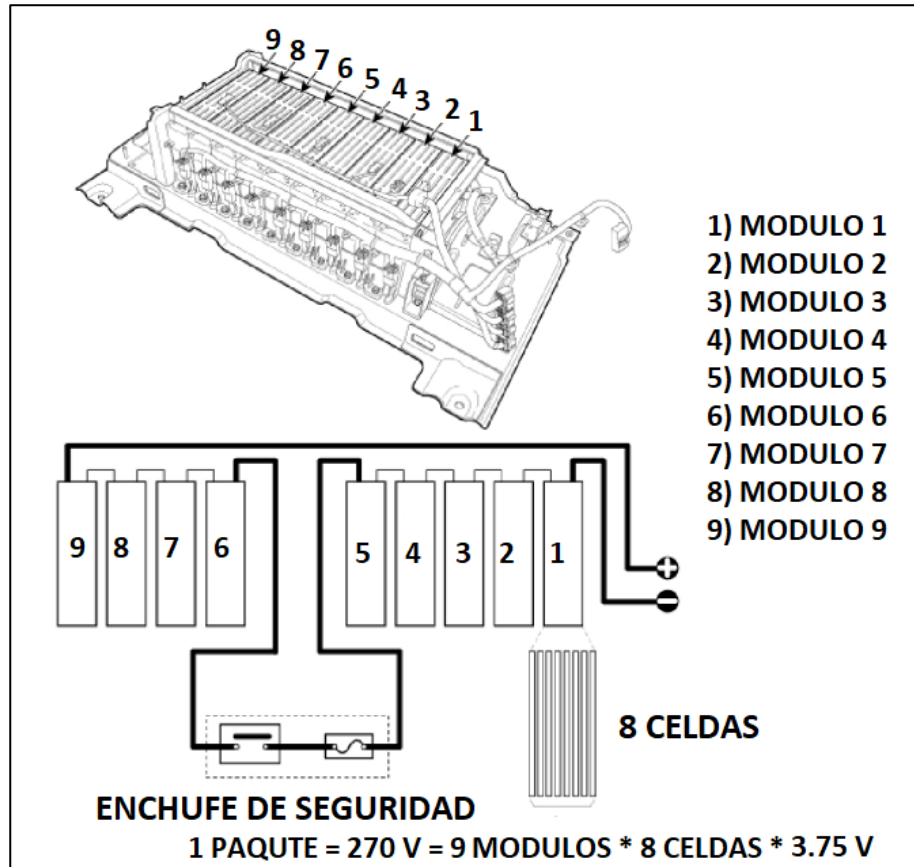


Figura A.III: Módulos de la batería

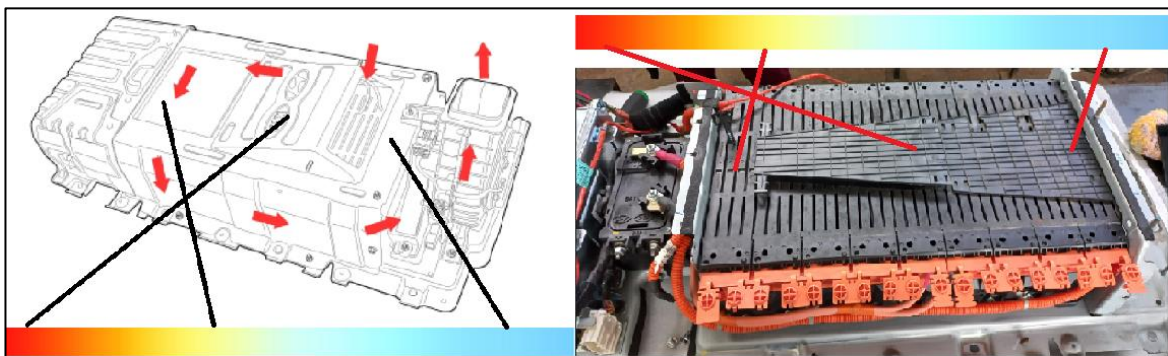


Figura A.III: Flujo de aire de refrigeración

La temperatura de los módulos varía dependiendo de su ubicación, los módulos que se encuentran ubicados cerca del ventilador (Modulo 9) tiene mejor refrigeración, los módulos producen calor mientras están en funcionamiento por lo tanto los que están en el centro se calientan mucho más que el resto (Están rodeados por dos superficies que irradian calor, lo que vuelve al sistema de ventilación ineficiente), los módulos que están cerca del PRA también se calienta pero mantienen una temperatura menor que las del centro. El aumento de temperatura reduce la vida útil de las celdas, las cuales pierden gradualmente la capacidad

de acumular energía. Se intercambia la posición de los módulos con la finalidad de alargar la vida útil de la batería.

1. Desconecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – enchufe de seguridad”).
2. Extraiga el paquete de baterías y ubíquelo en una mesa con una manta aislada para poder trabajar (Consulte “Despeje del área de trabajo – Desconexión y extracción del paquete de baterías”).
3. Retire la carcasa, el ventilador, la ECU BMS y el PRA (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa, Desconexión y extracción del ventilador, la ECU BMS y el PRA”).
4. Desconecte los conectores del módulo de la batería (A).
5. Retire los sensores de temperatura de la batería (B).

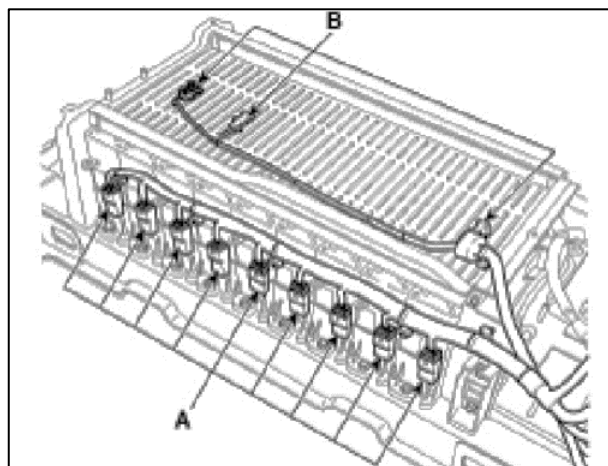


Figura A.III: Conectores del módulo de la batería y sensores de temperatura

6. Retire el cable de alta tensión (A) después de quitar las tuercas.

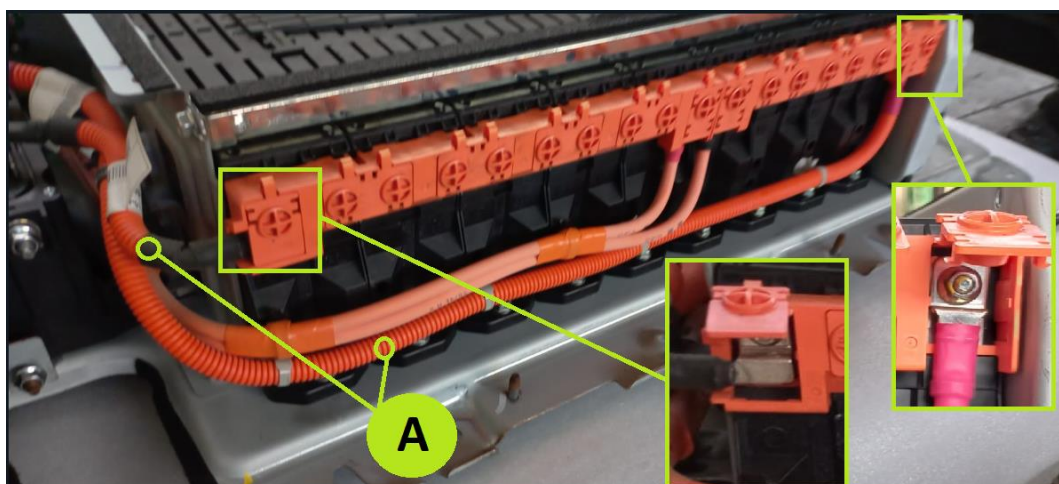


Figura A.III: Cable de alta tensión

7. Separe el cable de alta tensión (A) después de retirar las tuercas.

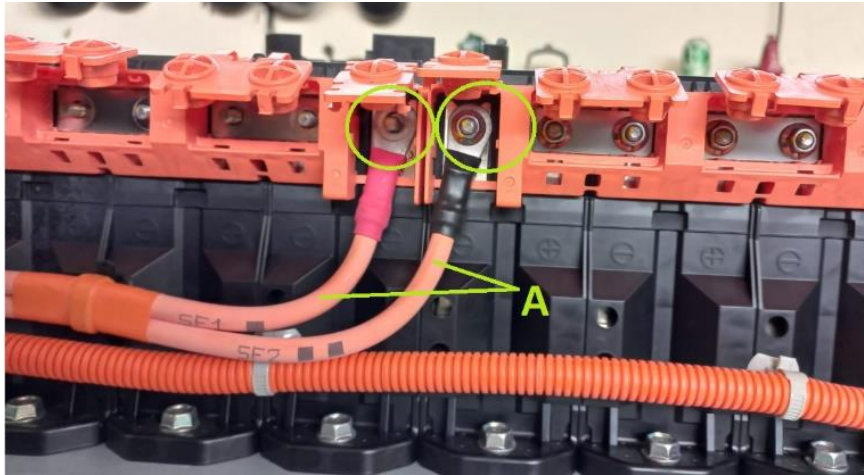


Figura A.III: Cable del enchufe de seguridad

8. Retire el conjunto del enchufe de seguridad (A) después de retirar los pernos (B).

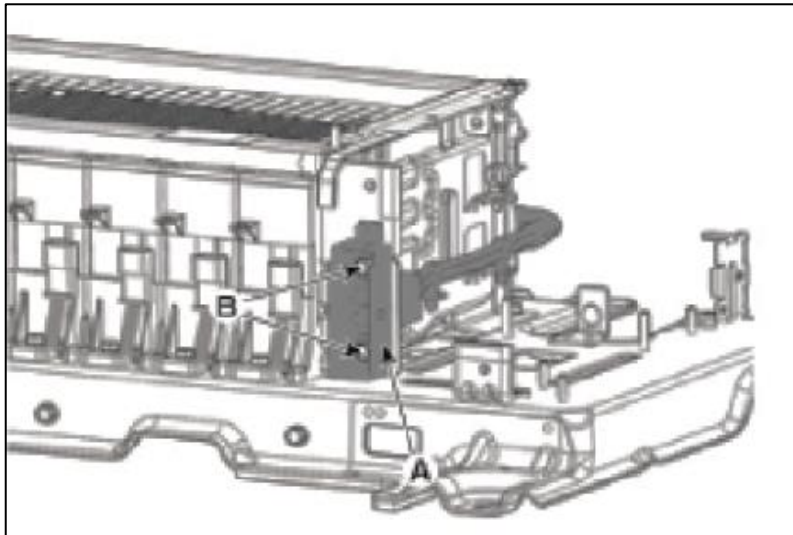


Figura A.III: Conjunto del enchufe de seguridad

9. Retire las tapas laterales de la batería (A).

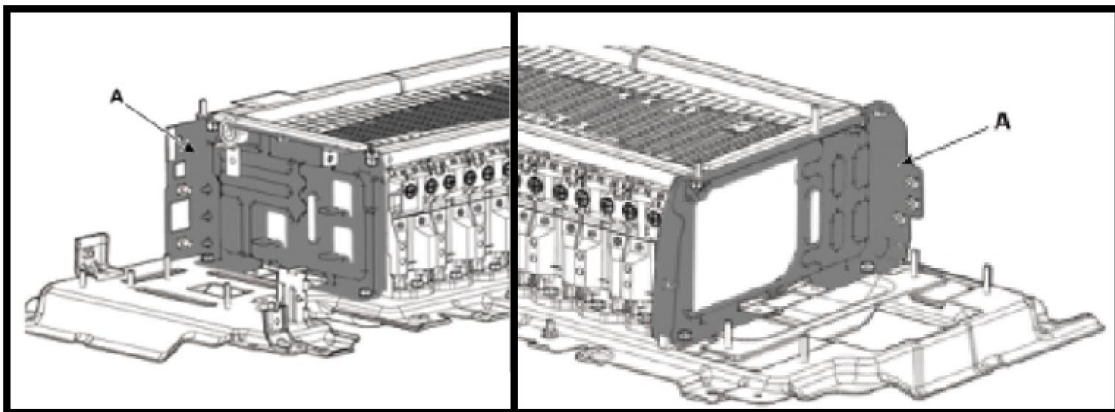


Figura A.III: Tapas laterales de la batería

10. Retire la barra colectora del módulo de batería (A).



Figura A.III: Conectores de los módulos

11. Retire los módulos de la batería (A) después de quitar los tornillos, enumere los módulos empezando desde el PRA hacia la derecha.

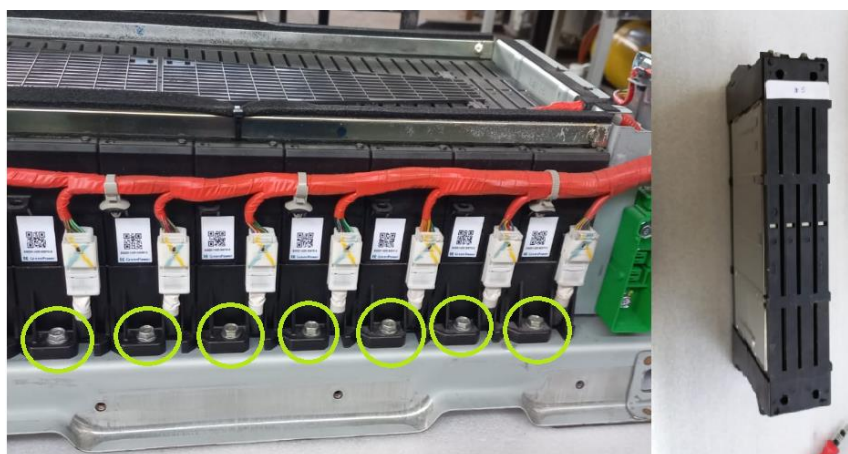


Figura A.III: Módulos de la batería

12. Mida los valores de los módulos.

Tabla A.III Valores de los módulos

Datos HV antes	Valor (V)	Valor (V)	Datos HV después
Módulo 1	29,60	29,60	Módulo 6
Módulo 2	29,52	29,70	Módulo 7
Módulo 3	29,52	29,60	Módulo 8
Módulo 4	29,52	29,78	Módulo 9
Módulo 5	29,14	29,60	Módulo 1
Módulo 6	29,60	29,52	Módulo 2
Módulo 7	29,70	29,52	Módulo 3
Módulo 8	29,60	29,52	Módulo 4
Módulo 9	29,78	29,14	Módulo 5
Voltaje total	266,10	266,10	Voltaje total
SOC (%)	40,5	40,5	SOC (%)

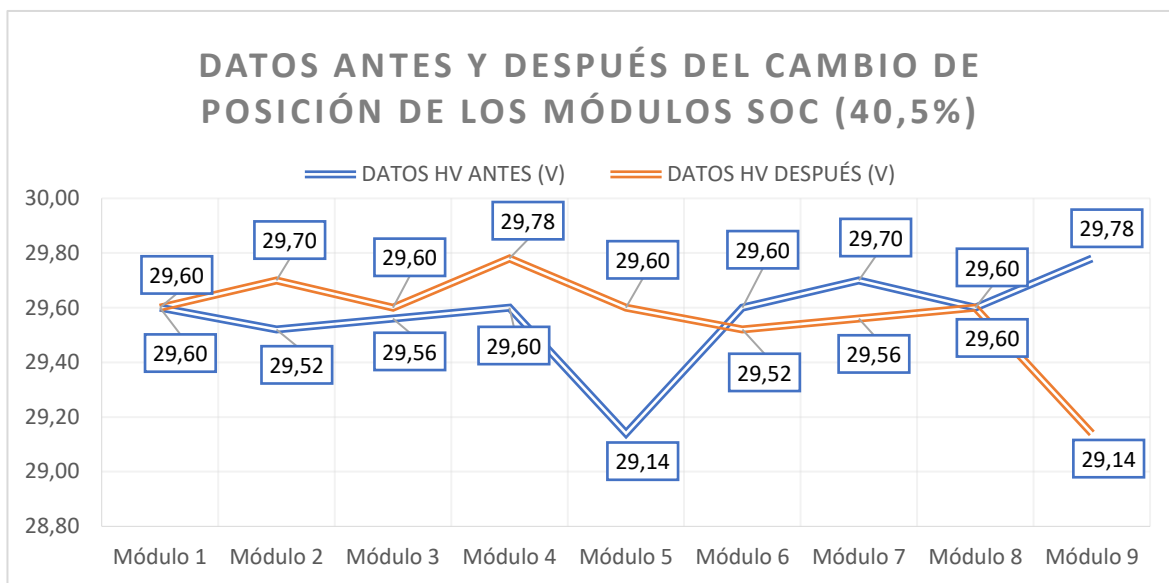


Figura A.III: Valores del voltaje de los módulos

Compare los voltajes de los módulos para identificar que módulos presentan una caída de voltaje e intercambie sus posiciones (el módulo 6 pasa a la posición del módulo 1, el 7 al 2, el 8 al 3, el 9 al 4, el 1 al 5, el 2 al 6, el 3 al 7, el 4 al 8 y el 5 al 9) con la finalidad de alargar la vida útil de la batería de alta tensión.

13. Instálelo en el orden inverso al desmontaje.

PROCESO DE DIAGNÓSTICO DEL PRA (P1B77)

El PRA ayuda a controlar el circuito de alimentación de alto voltaje entre la batería HV y el inversor. Se necesita que este en buen estado para evitar daños innecesarios. Este se divide en relé positivo (+) y relé negativo (-), conecta las líneas de alimentación la línea de tierra entre la batería de alto voltaje y el inversor de acuerdo con la señal de control de la ECU BMS. El PRA no se puede desmontar.

Secuencia de operación del PRA

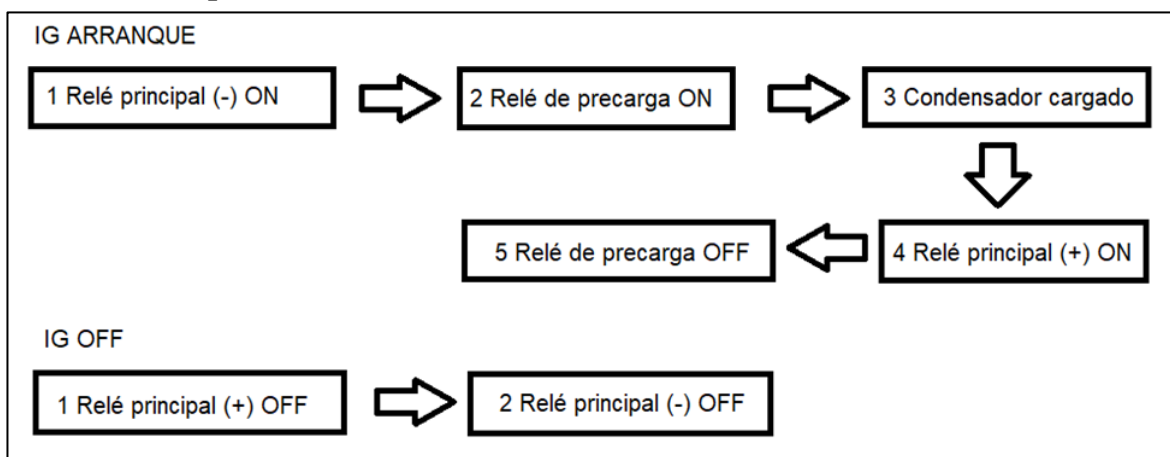


Figura A.III: Secuencia de operación del PRA

DIAGNÓSTICO DEL RELÉ PRINCIPAL NEGATIVO

Inspeccionar el circuito del relé principal negativo (-) (Relé OFF)

1. Asegúrese de leer y seguir la información general de seguridad y precaución.
2. Desconecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – enchufe de seguridad”).
3. Despeje el área de trabajo y retire la carcasa frontal y trasera (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa”).
4. Retire la cubierta de protección de alta tensión (B).

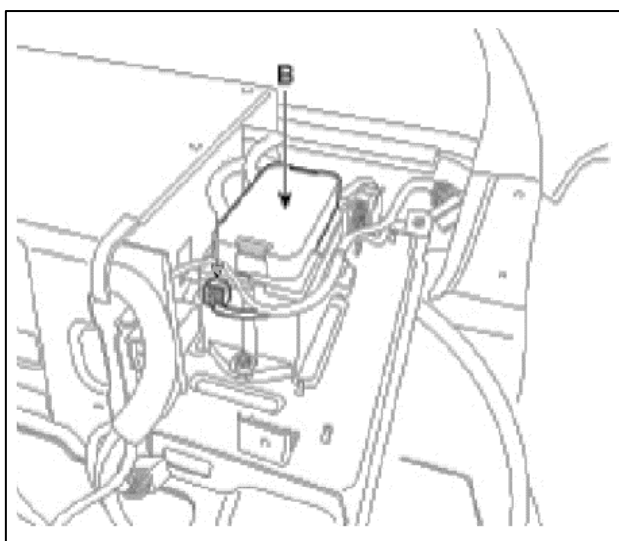


Figura A.III: Carcasa de protección de alta tensión

5. Mida la continuidad entre los terminales negativos (-) de la alimentación de alta tensión y la alimentación del inversor.



Figura A.III: Relé principal

Especificación: Abierto. Si la continuidad no está dentro de las especificaciones, sustituya el PRA.

Inspección del circuito del relé principal negativo (-) (Relé ON)

1. Conecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – Enchufe de seguridad”).
2. Ponga el vehículo en contacto.
3. Con el escáner active la prueba del relé de precarga
4. Mida la resistencia entre los terminales negativos observados en la Figura 3.55.

Especificación: 1 Ω

Cuando el relé está en ON, se escucha un sonido de activación.

5. Ponga la cubierta de protección de alta tensión.

DIAGNÓSTICO DEL RELÉ DE PRECARGA

Inspección del circuito del relé de precarga (+) (Relé OFF)

1. Desconecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – enchufe de seguridad”).
2. Despeje el área de trabajo y retire la carcasa frontal y trasera (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa”).
3. Retire la cubierta de protección de alta tensión (B) observado en la Figura 3.54.
4. Mida la continuidad entre los terminales positivos (+) de la alimentación de alta tensión y la alimentación del inversor.



Figura A.III: Relé de precarga OFF

Especificación: Abierto. Si la continuidad no está dentro de las especificaciones, sustituya el PRA.

Inspección del circuito del relé de precarga (+) (Relé ON)

1. Conecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – Enchufe de seguridad”).
2. Ponga el vehículo en contacto.
3. Retire la cubierta frontal y trasera de alto voltaje para acceder al PRA como se indica en la Figura 2.16.
4. Ponga el vehículo en contacto.
5. Con el escáner active la prueba del relé de precarga.
6. Mida la resistencia entre los terminales positivos (+) de la alimentación de alta tensión y la alimentación del inversor.

Especificación: 38 Ω – 42 Ω

Cuando el relé está en ON, se escucha un sonido de activación.

PROCESO DE DIAGNÓSTICO DEL VENTILADOR DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE (P1BA1)

El código (P1BA1) se genera cuando el relé del ventilador esta averiado, módulo del ventilador defectuoso, módulo del ventilador comprende la unidad de control del motor del ventilador o soplador fusible del ventilador.

Determinar la falla

1. Inspección visual del cableado (Fallos de los bornes de conexión, circuito abierto entre el ventilador y el BMS) u obstrucción de las aspas del ventilador y conductos rotos.
2. Realizar pruebas con las diferentes velocidades del ventilador (esperar 30 segundos para poder apreciar el cambio de velocidad) y que las revoluciones se mantengan dentro del umbral (la frecuencia sea mayor a 1 Hz y menor a 300 Hz).

Tabla A.III Velocidad del ventilador

Estado del ventilador	Frecuencia (Hz)	Velocidad del ventilador (rpm)
1	24	768
2	36	1001
3	44	1,234
4	54	1467

Tabla A.III Velocidad del ventilador (Continuación)

5	62	1700
6	70	2000
7	78	2300
8	84	2600
9	90	2900

3. Inspección de entrada de batería auxiliar
4. Interruptor de encendido: OFF
5. Mida tención de la batería auxiliar entre los bornes positivos (+) y negativos (-), el valor debe estar entre 9 V a 16 V.
6. Interruptor de encendido: ON.
7. Mida tención entre los bornes positivos (+) y negativos (-), el valor debe estar entre 9 V a 16 V.

Especificación: Si el valor del voltaje cambia en las dos pruebas el sistema LDC (Convertidor de CC/CC bajo) está funcionando correctamente, si los valores no cambian Inspeccione la batería auxiliar y el sistema LDC.

8. Inspección del circuito de alimentación.

**Figura A.III** Socket del relé del ventilador

9. Desconecte el socket del relé.

10. Poner en contacto.
11. Mida la tensión entre el borne # 5 (alimentación de la bobina del relé) del socket y la masa del chasis.

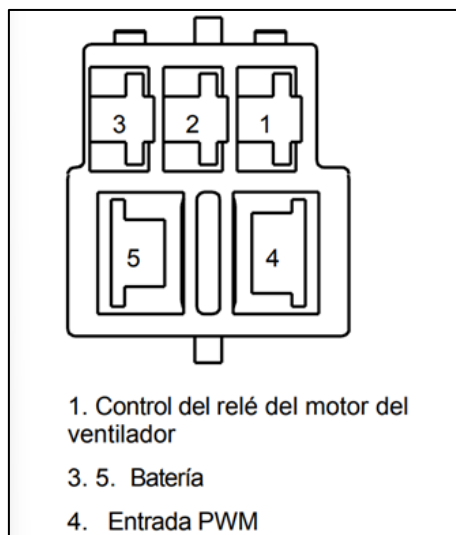


Figura A.III Relé del motor del ventilador BMS

12. Mida la tensión entre el borne # 3 (alimentación del relé) del socket y la masa del chasis.

Especificación: Los dos bornes debe indicar el voltaje de la batería auxiliar, si no se obtiene ningún valor revisar el cableado.

13. Mida la continuidad del conjunto de cables que conectan al motor del ventilador y la BMS ECU.
14. Reemplace el conjunto de cables y verifique el funcionamiento.
15. Reemplace el motor del soplador BMS y verifique el funcionamiento, si la falla continua repita los pasos de la guía de soluciones.
16. Reemplace la ECU BMS y verifique el funcionamiento, si la falla continua repita los pasos de la guía de soluciones.

DIAGNÓSTICO DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA

Sensores de temperatura de la batería de alto voltaje (P1B97)

La ECU BMS recibe lecturas de 2 sensores de temperatura instalados en la Batería de Alto Voltaje. La ECU BMS genera el código P1B97 cuando la diferencia de temperatura entre los 2 sensores es superior a 30 °C (86 °F). P1B97 es un código de diagnóstico de fallas que indica que hay un problema con el sistema de enfriamiento de la batería

Tabla A.III Condición de detección del DTC P1B97

ARTÍCULO	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	POSIBLES CAUSAS
Estrategia DTC	Evita la detonación de la batería por exceso de temperatura	<p>Batería híbrida defectuosa</p> <p>Mala conexión o abierto en el arnés o conector entre el módulo de la batería y BMS</p> <p>Sensores de temperatura defectuosos nº 1~2</p> <p>Abierto en el circuito de los Sensores de Temperatura No. 1~2</p> <p>Cortocircuito a masa en el circuito de los sensores de temperatura nº 1~2</p> <p>Ventilador de refrigeración defectuoso</p> <p>ECU BMS defectuosa</p>
Método de detección	La diferencia de temperatura entre 2 sensores de temperatura es superior a 30°C(86°F) durante más de 5 segundos.	
Activar condición	Encendido ON	
Condición de liberación del DTC	La diferencia de temperatura entre Mín. y Máx. es inferior a 5°C(41°F) entre 5 Sensores de Temperatura	
Modo Seguridad	Normal Alta tensión: Relé principal ON	
	Potencia disponible del BMS: Reducción de potencia	

Tabla A.III Condición de detección del DTC P1B97

Temperatura °C	Resistencia en (kΩ)
-50	351.1 ~ 385.
-40	196.6 ~ 213.1
-30	114.4 ~ 122.7
-20	68.94 ~ 73.15
-10	42.59 ~ 44.76
0	27.14 ~ 28.27
10	17.78 ~ 18.36
20	11.96 ~ 12.25
30	8.202 ~ 8.399
40	5.721 ~ 5.901
50	4.069 ~ 4.226
60	2.945 ~ 3.078
70	2.169 ~ 2.280
80	1.622 ~ 1.715
90	1.228 ~ 1.306

Los valores de la resistencia son proporcionales a la temperatura, si el sensor de temperatura marque fuera de estos rangos especificados el sensor esta defectuoso y tener que sustituirlo.

1. Asegúrese de leer y seguir la información general de seguridad y precaución.
2. Conecte el escáner al conector de enlace de datos.
3. Encendido "ON"

DTC		
Eraser All DTC Freeze Frame DTC Status Eraser Selective DTC Hist/Pend DTC :		
DTC Actual	Descripción	ESTADO
P1B97	Fallo del circuito del sensor de temperatura de la batería de alto voltaje	ACTIVO

Figura A.III: Código DTC P1B97

4. Monitorizar los datos del escáner buscando el sensor defectuoso.

Datos Congelados		
Congelar cuadro DTC	P1B97	
Estado de carga de batería (BMS)	39.0	%
Fuerza de Carga Disponible	0	W
Fuerza de Descarga Disponible	0	W
Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ	
Estado controlable de BMS	NO	
Advertencia de BMS	SÍ	
Fallo de BMS	NO	
Bandera de soldadura de BMS	NO	
Bandera de protección de sobrecarga de BMS	NO	
Bandera ENCENDIDA de reintento de relé principal de BMS	NO	
Bandera temporal ENCENDIDA de relé principal de BMS	NO	
Corriente CC de la Batería	1.80	A
Tensión CC de la Batería	260.800	V
Temperatura del Módulo 1 de la batería	29	°C
Temperatura del Módulo 2 de la batería	64	°C

Figura A.III Datos del DTC P1B97

5. Desconecte el circuito de alta tensión (Consulte “Despeje del área de trabajo – Enchufe de seguridad”).
6. Desconecte la masa de la batería auxiliar.
7. Despeje el área de trabajo y retire la carcasa (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa”) y desconecte los cables de alimentación al inversor.
8. Desconecte los conectores del sensor de temperatura de la ECU BMS.

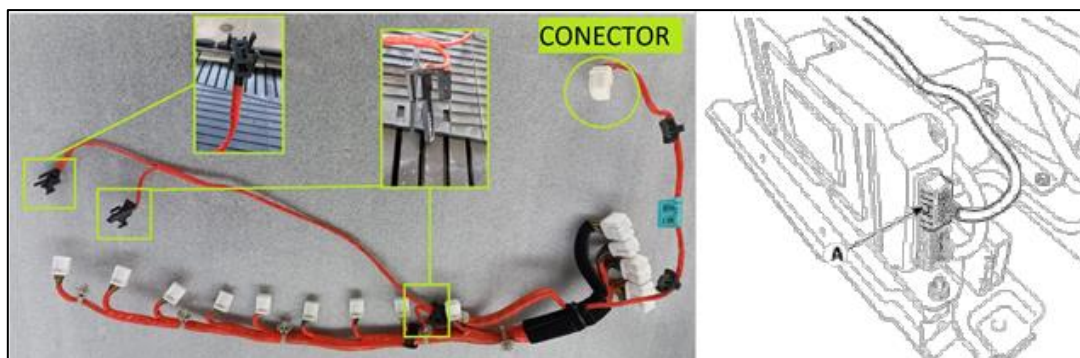


Figura A.III: Conectores del sensor de temperatura

9. Mida la resistencia entre el Pin No.1 (SENSORES DE TEMPERATURA 1) y el Pin No.12 (SENSORES DE TEMPERATURA 1) del conector del arnés del Módulo de Control BMS.

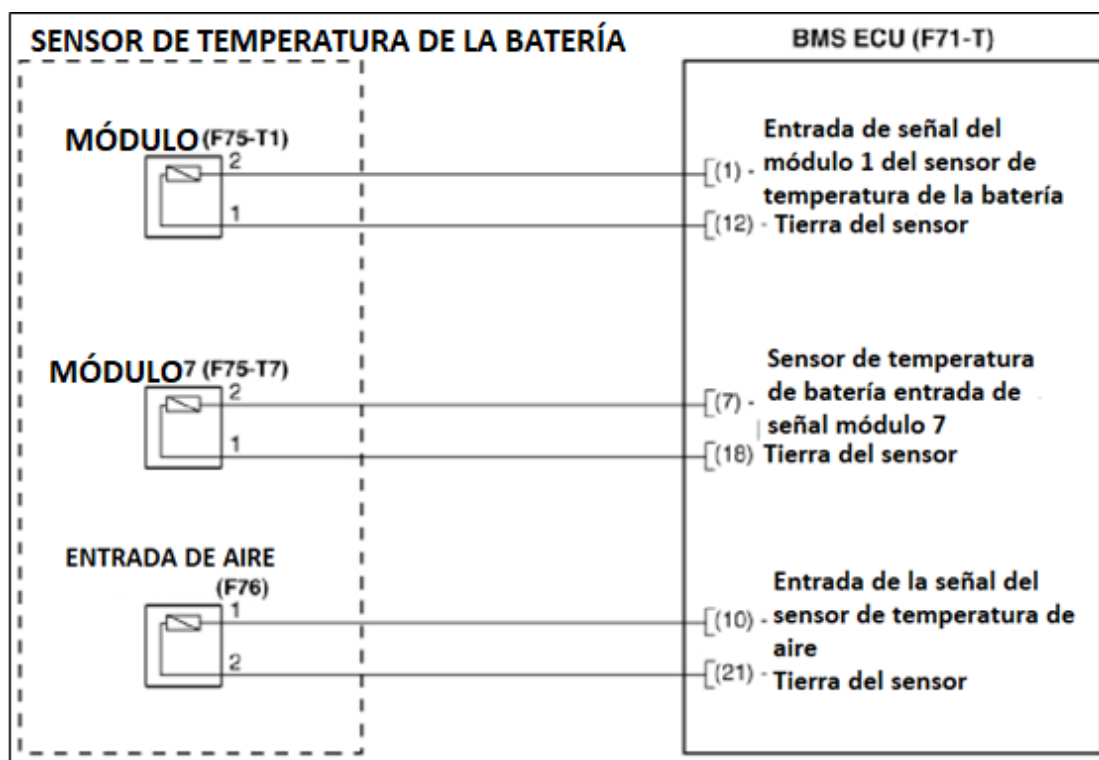


Figura A.III: Diagrama de los sensores de temperatura

10. Mida la resistencia entre la clavija nº 7 (SENSORES DE TEMPERATURA 2) y la clavija nº 18 (SENSORES DE TEMPERATURA 1) del conector del arnés del módulo de control BMS.
11. Utilice la tabla de especificaciones de temperatura para comprobar que los valores sean correctos, con ayuda de un termómetro y una pistola de calor pueden ir variando

la temperatura del sensor. Si los datos no son los especificados por el fabricante cambien los sensores de temperatura.

12. Inspección de terminales y conectores, compruebe minuciosamente que los conectores y cables no estén flojos, mal conectados, doblados, corroídos, contaminados, deteriorados o dañados. Si presenta daños cambien el conjunto de cables.
13. Si no encontró fallas en los casos anteriores cambien la ECU BMS y compruebe el funcionamiento, si no presenta fallas la ECU BMS es el problema y tendrá que sustituirla.
14. Revise los datos con el escáner para verificar la reparación.

Sensor de temperatura de aire de la batería de alto voltaje (P0AAE)

La ECU BMS recibe la temperatura de detección del sensor de temperatura ambiente instalado en los conductos que pasan entre los módulos de la batería híbrida de alto voltaje. La ECU BMS genera el DTC P0AAE cuando detecta que la temperatura ambiente es superior a 110 °C. también se produce cuando hay un cortocircuito.

Tabla A.III Condiciones de detección del DTC P0AAE

Condiciones de detección del DTC		
ARTÍCULO	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	POSIBLE CAUSA
Estrategia de DTC	Evita el deterioro de la batería, causado por las altas temperaturas Evitar accidentes causados por la alta temperatura de la batería	Batería híbrida defectuosa
Método de detección	La diferencia de temperatura entre los sensores de temperatura y el sensor de temperatura de aire	Mala conexión o abierto en el arnés o conector entre el módulo de la batería y BMS
Valor umbral	El sensor "A" de temperatura del aire de la batería híbrida es superior a 110°C(230°F)	Sensor de temperatura del aire de la batería híbrida defectuoso
Condición de liberación del DTC	El sensor "A" de temperatura del aire de la batería híbrida es inferior a 110°C(230°F)	Cortocircuito a masa en el sensor de temperatura del aire de la batería híbrida
Modo Seguridad	Normal Alta tensión: Relé principal ON Potencia disponible del BMS: Reducción de potencia	ECU BMS

Tabla A.III Especificaciones del sensor de temperatura de aire

Temperatura °C	Resistencia kΩ
-50	314.9 ~ 344.6
-40	181.1 ~ 196.0
-30	107.5 ~ 115.2
-20	65.82 ~ 69.77
-10	41.43 ~ 43.52
0	26.74 ~ 27.83
10	17.67 ~ 18.25
20	11.94 ~ 12.24
30	8.214 ~ 8.411
40	5.738 ~ 5.918
50	4.082 ~ 4.239
60	2.954 ~ 3.087
70	2.172 ~ 2.284
80	1.621 ~ 1.715
90	1.227 ~ 1.305
100	0.941 ~ 1.006
110	0.731 ~ 0.785

1. Asegúrese de leer y seguir la información general de seguridad y precaución.
2. Conecte el escáner al conector de enlace de datos.
3. Encendido "ON"

DTC Actual	Descripción	ESTADO
P0AAE	Sensor de temperatura del aire del paquete de batería híbrida "A" Circuito bajo	ACTIVO

Figura A.III: Código DTC P0AAE

Monitorizar los datos del escáner buscando el sensor defectuoso.

10	Corriente CC de la Batería	-17.70	A
11	Tensión CC de la Batería	267.4	V
12	Temperatura Máxima de la Batería	34	°C
13	Temperatura Mínima de la Batería	32	°C
14	Temperatura del Módulo 1 de la batería	33	°C
15	Temperatura del Módulo 2 de la batería	32	°C
16	Temperatura de admisión de batería	117	°C

Figura A.III Datos del DTC P1B97

1. Desconecte el circuito de alta tensión (Consulte “Despeje del área de trabajo – Enchufe de seguridad”).
2. Desconecte la masa de la batería auxiliar.
3. Despeje el área de trabajo y retire la carcasa (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa”) y desconecte los cables de alimentación al inversor.
4. Desconecte los conectores del sensor de temperatura de la ECU BMS.

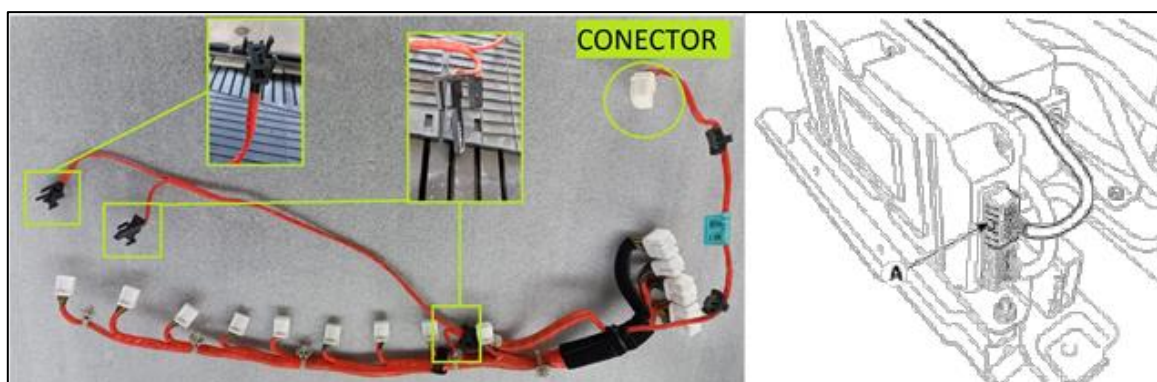


Figura A.III Conectores del sensor de temperatura

5. Mida la resistencia entre la clavija nº 10 (Sensor de temperatura de aire) y la clavija nº 21 (Sensor de temperatura de aire) del conector del arnés del módulo de control BMS.

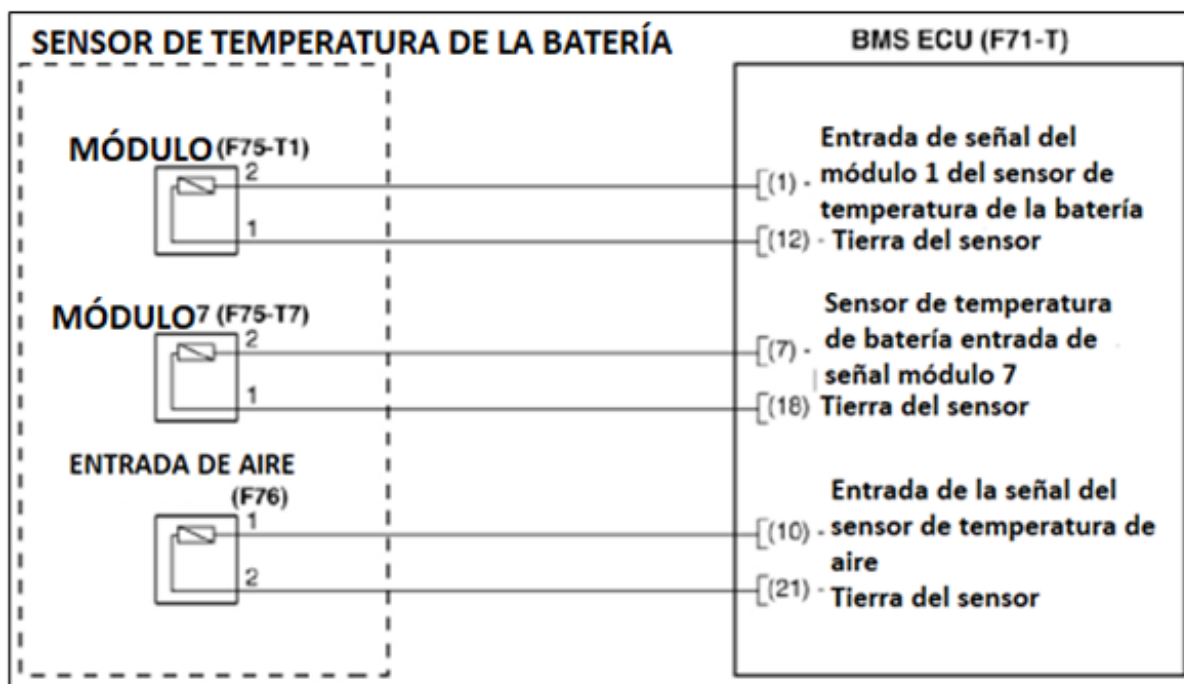


Figura A.III: Diagrama de los sensores de temperatura

6. Utilice la tabla de especificaciones de temperatura para comprobar que los valores sean correctos, Con ayuda de un termómetro y una pistola de calor pueden ir variando la temperatura del sensor. Si los datos no son los especificados por el fabricante cambien los sensores de temperatura de aire.
7. Inspección de terminales y conectores, Compruebe minuciosamente que los conectores y cables no estén flojos, mal conectados, doblados, corroídos, contaminados, deteriorados o dañados. Si presenta daños cambien el conjunto de cables.
8. Si no encontró fallas en los casos anteriores cambien la ECU BMS y compruebe el funcionamiento, si no presenta fallas la ECU BMS es el problema y tendrá que sustituirla.
9. Revise los datos con el escáner para verificar la reparación.

DIAGNÓSTICO DE FALLAS DEL DTC P0A7E

Este código se genera cuando la ECU BMS detecta el incremento de temperatura superior a los 70 °C en los dos sensores de temperatura.

Tabla A.III Condiciones de detección del DTC P0A7E

Condiciones de detección del DTC		
ARTÍCULO	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	POSIBLE CAUSA
Estrategia de DTC	Evita la detonación de la batería causada por las altas temperaturas.	Batería híbrida defectuosa Mala conexión o abierto en el arnés o conector entre el módulo de la batería y BMS
	Evitar accidentes causados por la alta temperatura de la batería.	
Método de detección	La temperatura es superior al umbral durante más de 5 s.	
Valor umbral	La temperatura máxima de la batería es superior a 70°C.	Sensor de temperatura defectuoso
Condición de liberación del DTC	La temperatura de la batería es inferior a 50°C.	Abierto en el mazo de cables del sensor de temperatura Cortocircuito a masa en el mazo de cables del sensor de temperatura
Modo Seguridad	Detener el suministro de alta tensión (Detener la función HEV): Mantener estado relé principal OFF	Módulo del ventilador defectuoso
	BMS disponible Potencia: 0kW	ECU BMS

1. Asegúrese de leer y seguir la información general de seguridad y precaución.
2. Conecte el escáner al conector de enlace de datos.
3. Encendido "ON"

DTC Actual	Descripción	ESTADO
P0A7E	Paquete de batería híbrida sobre temperatura	ACTIVO

Figura A.III Código P0A7E

Monitorizar los datos del escáner buscando el sensor defectuoso.

Datos en tiempo real			
NO.	Nombre	Valor	Unidad
1	Estado de carga de batería (BMS)	38.5	%
2	Fuerza de Carga Disponible	0	W
3	Fuerza de Descarga Disponible	0	W
4	Estado encendido de relé principal de BMS	SÍ	
5	Estado controlable de BMS	NO	
6	Advertencia de BMS	SÍ	
7	Fallo de BMS	NO	
8	Bandera de soldadura de BMS	NO	
9	Bandera de protección de sobrecarga de BMS	NO	
10	Corriente CC de la Batería	0.00	A
11	Tensión CC de la Batería	259.8	V
12	Temperatura Máxima de la Batería	127	°C
13	Temperatura Mínima de la Batería	127	°C
14	Temperatura del Módulo 1 de la batería	114	°C
15	Temperatura del Módulo 2 de la batería	113	°C
16	Temperatura de admisión de batería	94	°C

Figura A.III Datos del P0A7E

1. Desconecte el circuito de alta tensión (Consulte “Despeje del área de trabajo – Enchufe de seguridad”).
2. Desconecte la masa de la batería auxiliar.
3. Despeje el área de trabajo y retire la carcasa (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa”) y desconecte los cables de alimentación al inversor.
4. Utilice los pasos para diagnosticar los sensores de temperatura en busca de los defectos en los sensores.
5. Examine visualmente los módulos, si están deformados sustitúyalos, revise el procedimiento de cambio de posición de los módulos para extraerlos.

6. Mida el voltaje de los módulos si la diferencia de voltaje supera los 1.5 voltios, el módulo esta dañado y ahí que sustituirlo, el mal funcionamiento de un módulo provoca la sobre temperatura.
7. Reemplace el o los módulos módulo afectado, arme la batería y compruebe su funcionamiento, si la mayor parte de los módulos están afectados cambien el paquete de baterías.
8. Verifique la reparación del vehículo volviendo a conectar el escáner.

PROCESO DEL DIAGNÓSTICO DEL DTC P1B70

La ECU BMS genera el DTC P1B70 cuando el voltaje de una celda está por debajo de 1.5V, se encenderá la luz de mal funcionamiento MIL, si el voltaje de las celdas regresa a la normalidad la luz MIL se apagará.

Tabla A.III Condiciones de detección del DTC P1B70

Condiciones de detección del DTC		
ARTÍCULO	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	POSIBLE CAUSA
Estrategia de DTC	Prevenir accidentes causados por vertidos	La tensión de la célula es inferior a 1,5V. (excepto 0V)
Método de detección	Continuo durante 5 segundos si se detecta una condición de baja tensión	- Célula de batería descargada por la ECU BMS defectuosa
Valor umbral	Tensión mínima de entrada de la célula inferior a 1,5 V	Caso 2: detección de 0 V - Detección de tensión defectuosa por
Condición de liberación del DTC	Los valores de las celdas regresan a la normalidad	1) Línea de detección de tensión abierta entre BPA y BMS
Modo Seguridad	Detener el suministro de alta tensión (Detener función HEV): Mantener el relé principal apagado	2) Mazo de cables de detección de tensión defectuoso entre el PPA y el BMS. Pernos sueltos entre módulos de alta tensión
	Potencia disponible BMS: 0kW	Fallo de detección del BMS

1. Conecte el escáner al conector de enlace de datos.
2. Encendido "ON".
3. Monitorice los DTC con el escáner.

DTC Actual	Descripción	ESTADO
P1B70	Voltaje de la batería de alto voltaje demasiado bajo	ACTIVO

Figura A.III Código P1B70

- Desconecte el enchufe de seguridad (Consulte “Despeje del área de trabajo – enchufe de seguridad”).
- Extraiga el paquete de baterías y ubíquelo en una mesa con una manta aislada para poder trabajar (Consulte “Despeje del área de trabajo – Desconexión y extracción del paquete de baterías”).
- Retire la carcasa, el ventilador, la ECU BMS y el PRA (Consulte “Despeje del área de trabajo – Carcasa, Desconexión y extracción del ventilador, la ECU BMS y el PRA”).
- Retire el cable de alta tensión (A) después de quitar las tuercas.

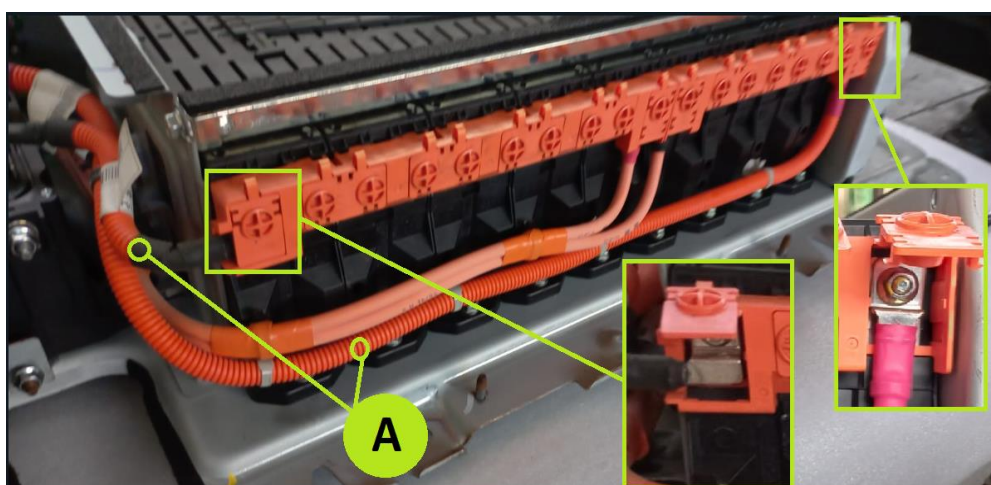


Figura A.III Cable de alta tensión

8. Separe el cable de alta tensión (A) después de retirar las tuercas.

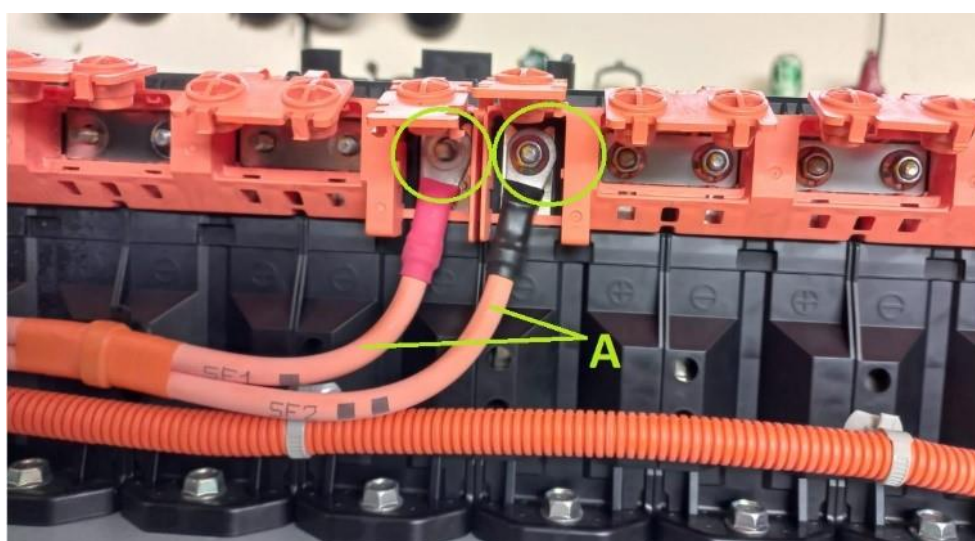


Figura A.III Cable de enchufe de seguridad

9. Retire las uniones de los módulos luego de retirar las tuercas, por seguridad no una los terminales de los módulos.

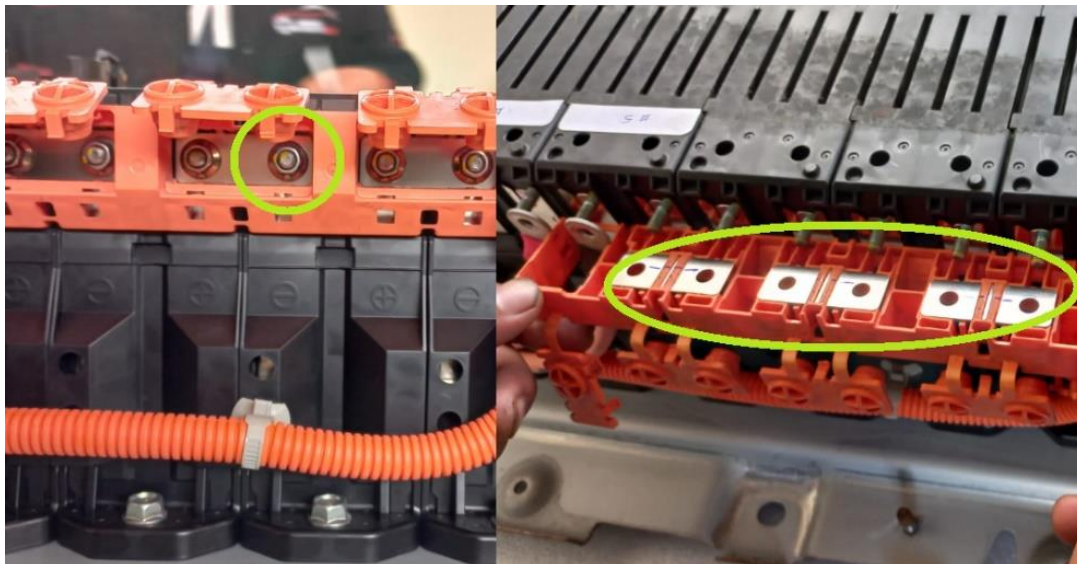


Figura A.III Uniones de los módulos

10. Limpie los conectores y las uniones de los módulos, utilice una franela limpia y WD-40.



Figura A.III Terminales de los módulos

11. Compruebe el voltaje de los módulos, la diferencia de voltaje de los módulos no debe ser superior a 1.5 V, Si el módulo supera la diferencia de voltaje tener que sustituirlo.
12. Arme el paquete de baterías y compruebe su funcionamiento, Instálelo en el orden inverso al de desmontaje.