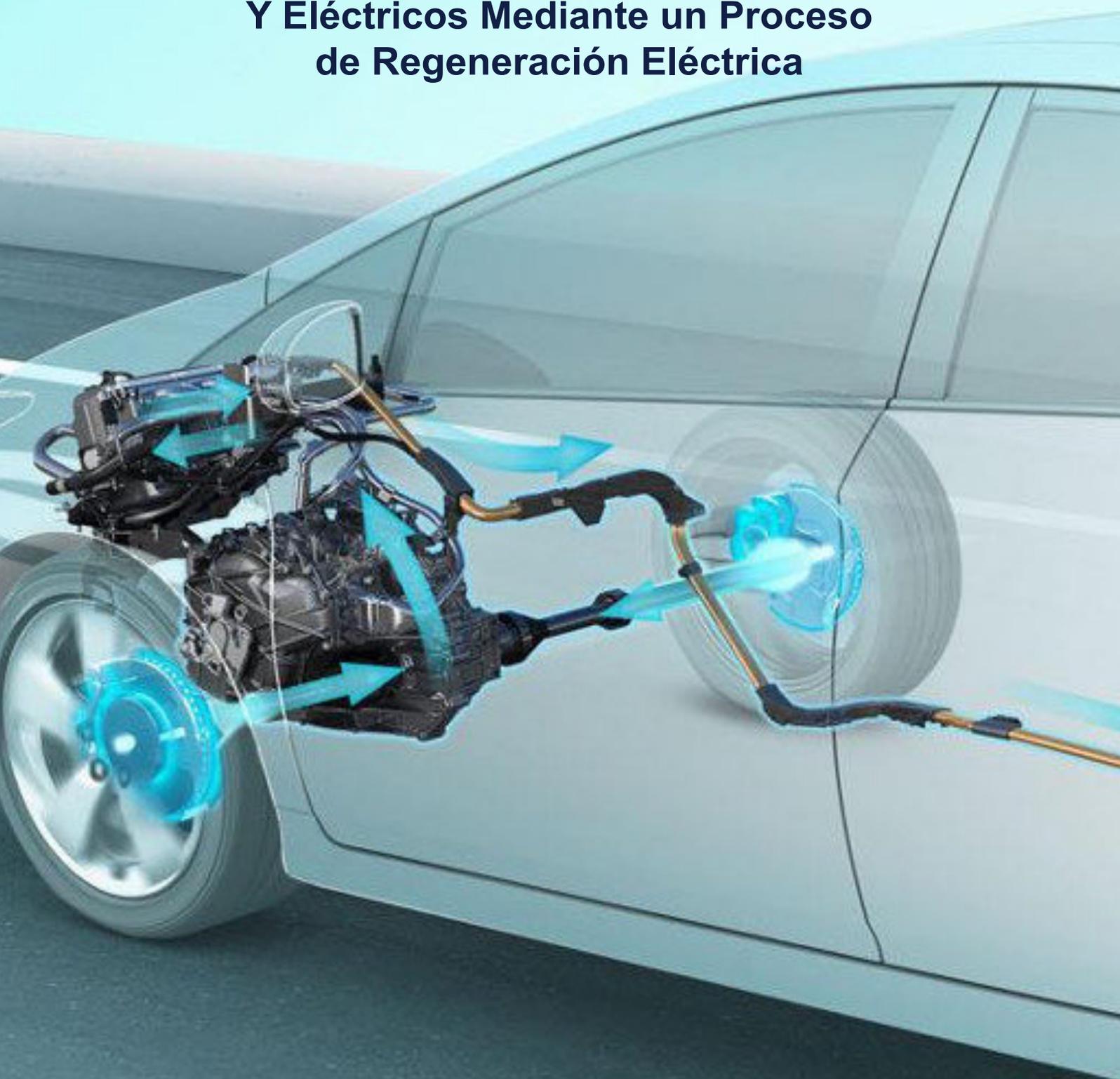


# Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos Y Eléctricos Mediante un Proceso de Regeneración Eléctrica



# **Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos Y Eléctricos Mediante un Proceso de Regeneración Eléctrica**

Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos  
Y Eléctricos Mediante un Proceso  
de Regeneración Eléctrica

**Autores**

Gabriel Gonzalo Carrera Rivera  
Marco Vinicio Noroña Merchán

**Primera edición:** Tinta&Pluma 2022

**Diseño de portada:** Alfredo González Bores

Tinta&Pluma 2022, Guayaquil, Ecuador, Urbanización Puerto Azul, Mz 20 Villa 12,  
fitogonzal@gmail.com  
<https://editorialtintaypluma.com/index.php/etp/index>

**ISBN: 978-9942-7049-4-8**

**DOI: <https://doi.org/10.53887/etp.vi>**



Obra revisada previamente por la modalidad doble par ciego, en caso de requerir información sobre el proceso comunicarse con la editorial.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros), sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de autor, bajo las sanciones establecidas por la ley. El contenido de esta publicación puede ser reproducido citando la fuente.

El trabajo publicado expresa exclusivamente la opinión de los autores, de manera que no compromete el pensamiento ni la responsabilidad de la editorial

## **Prólogo**

El libro presenta como objetivo de este estudio es reconocer las etapas para una restitución de una batería eléctrica para vehículos híbridos y eléctricos, por medio del análisis a través de equipos de diagnósticos y bancos de trabajo. Por medio de la utilización de un banco de prueba se comprobó los distintos tipos de celdas que constituyen el paquete de una batería del vehículo el cual se analizó, dicho proceso se efectuó mediante un banco de recuperación de baterías. Con este análisis se presenta un sistema de restitución de baterías, sistema con el cual se busca extender la vida útil de las baterías en mención, mediante el balance de celdas de carga, las cuales constituyen el paquete de baterías de un vehículo ya sea híbrido o eléctrico. El uso de estos nuevos sistemas o procesos de restitución de baterías permiten dar un avance dentro de la rama automotriz, abriéndose caminos no explorados por medio del uso de equipos de recuperación de celdas de baterías. De esta manera se busca generar una reducción de impacto medioambiental a causa de la gestión de disposición final de este tipo de baterías al ser un residuo peligroso.

## **Situación Actual de Vehículos Híbridos Y Eléctricos en Ecuador**

Hoy en día cada vez las marcas que desean sacar un nuevo modelo al mercado siempre apuestan a modelos ecológicos a modelos “verdes”. En este caso se busca vehículos más eficientes y que generen la menor contaminación posible y que el consumo de combustible también sea reducido. El mercado automotriz busca introducir autos de esta gama, ya sean modelos tipo sedán o SUV entre otros. La industria automotriz presenta diversos tipos de packs de baterías llegando a ofrecer vehículos con baterías con una garantía de por vida (Lopez, 2015).

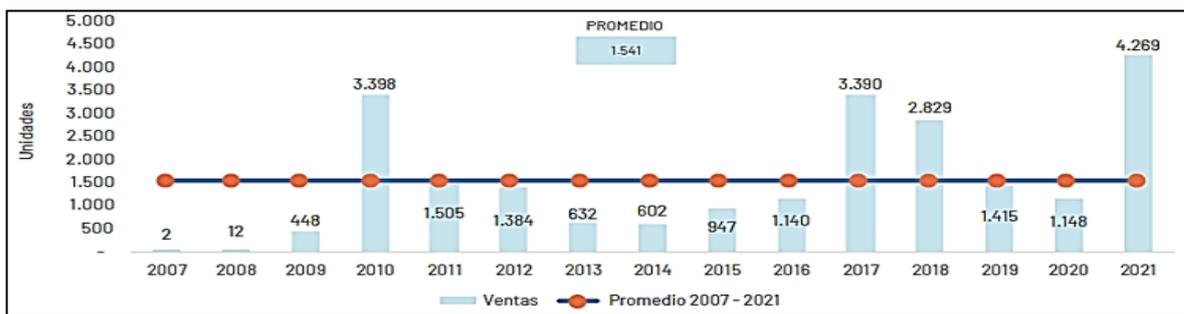
En el Ecuador este nuevo mercado de tecnología híbrida y eléctrica está creciendo constantemente ya que a los usuarios buscan una unidad moderna y amigable con el medio ambiente. "Un ejecutivo, de entre 35 y 40 años, que está a la vanguardia de la tecnología, que le gusta estar utilizando siempre productos de alta tecnología", concluye Ávila José Donoso, gerente del sitio web especializado en venta de vehículos.

Dentro del año 2021 se presentó un récord de ventas de automotores híbridos y eléctricos teniendo en cuenta un total de 4.269 vehículos híbridos vendidos y 348 vehículos eléctricos vendidos. Este hito del año 2021 presenta un incremento y una tendencia al uso de automotores eléctricos e híbridos los cuales son ingresados al mercado ecuatoriano por distintas empresas de automotores (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022) La tecnología que ha impulsado este récord de ventas es la tecnología de híbridos ligeros (Mild hybrid electric vehicles- MHEV) (Ros, 2017). Gracias a los cambios de normativas de exoneraciones e impuestos dentro del país podrán generar una mejora en el número de ventas de este tipo de automotores. Los distintos tipos proyectos de sostenibilidad han generado un incremento de la

demanda de automotores híbridos en un 228,3% en el año 2021 y un 46% en automotores eléctricos (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022). En la figura 1 se presenta el incremento de las ventas anuales de los vehículos híbridos, gráfica donde se aprecia las ventas desde el año 2007 hasta el año 2021. Dentro de las ventas de vehículos según su tecnología en la tabla 1 se puede apreciar el porcentaje de participación a partir del año 2018 al año 2021. Teniendo en cuenta que la tecnología MMEV cuenta con el 57.7% de participación convirtiéndola en el vehículo híbrido más adquirido por dicha tecnología (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

**Figura 1**

*Ventas Anuales de Vehículos Híbridos 2007 al 2021*



Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

**Tabla 1**

*Ventas de Vehículos Híbridos Según su Tecnología*

Tecnología	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
MHEV	4	0,1%	32	2,3%	286	24,9%	2.463	57,7%
HEV	2.812	99,4%	1.357	95,9%	819	71,3%	1.772	41,5%
PHEV	13	0,5%	26	1,8%	43	3,7%	34	0,8%
Total	2.829	100,0%	1.415	100,0%	1.148	100,0%	4.269	100,0%

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

En la tabla 2 se puede observar información sobre la venta de vehículos híbridos por marca en unidades a partir del año 2013 al 2021 en donde se puede apreciar las distintas marcas de vehículos tanto como su porcentaje de participación en el transcurso de los años. En la figura 2 se presenta el incremento de las ventas anuales de los vehículos eléctricos, gráfica donde se aprecia las ventas desde el año 2007 hasta el año 2021.

**Tabla 2**

*Venta de Vehículos Híbridos por Marca*

MARCA	2013	%	2014	%	2015	%	2016	%	2017	%	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
Kia	61	9,7%	109	18,1%	26	2,7%	131	11,5%	1.319	39,9%	1.377	48,7%	484	34,2%	420	36,6%	2.466	57,8%
Toyota	494	78,2%	328	54,5%	159	16,8%	282	24,7%	432	12,7%	379	13,4%	336	23,7%	502	43,7%	1.354	31,7%
Hyundai	-	0,0%	-	0,0%	711	75,1%	716	62,8%	1.565	46,2%	1.058	37,3%	537	38,0%	113	9,8%	252	5,9%
Mercedes Benz	-	0,0%	2	0,3%	1	0,1%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	5	0,4%	66	1,5%
Audi	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	4	0,1%	23	1,6%	47	4,1%	49	1,1%
BMW	13	2,1%	31	5,1%	5	0,5%	-	0,0%	2	0,1%	-	0,0%	7	0,5%	40	3,5%	29	0,7%
Land Rover	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	16	0,4%
Ram	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	9	0,6%	18	1,6%	15	0,4%
Volvo	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	12	0,4%	15	1,1%	3	0,3%	10	0,2%
GMC	-	0,0%	-	0,0%	3	0,3%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	5	0,1%
Jaguar	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	4	0,1%
Maserati	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	3	0,1%
Porsche	19	3,0%	10	1,7%	9	1,0%	4	0,4%	10	0,3%	1	0,0%	4	0,3%	-	0,0%	-	0,0%
Lexus	9	1,4%	5	0,8%	2	0,2%	2	0,2%	1	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Volkswagen	2	0,3%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Ford	33	5,2%	117	19,4%	31	3,3%	4	0,4%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Chevrolet	1	0,2%	-	0,0%	-	0,0%	1	0,1%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Mitsubishi	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	61	1,8%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
TOTAL	632	100,0%	602	100,0%	947	100,0%	1.140	100,0%	3.390	100,0%	2.829	100,0%	1.415	100,0%	1.148	100,0%	4.289	100,0%

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

**Figura 2**

*Ventas Anuales de Vehículos Eléctricos*



Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

Dentro de la siguiente tabla 3, se puede apreciar las ventas de vehículos eléctricos por su porcentaje de participación y segmento; ya sea automóvil, SUV, Camioneta, Van y Bus, a partir del año 2018 al 2021.

**Tabla 3**

*Ventas de Vehículos Eléctricos por Segmento*

AÑO	AUTOMÓVIL	% Participación	SUV	% Participación	CAMIONETA	% Participación	BUS	% Participación	VAN	% Participación	TOTAL
2018	97	74,6%	33	25,4%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	130
2019	59	57,3%	24	23,3%	0	0,0%	20	19,4%	0	0,0%	103
2020	50	47,2%	14	13,2%	37	34,9%	0	0,0%	5	4,7%	106
2021	70	20,1%	227	65,2%	48	13,8%	0	0,0%	3	0,9%	348

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022)

En la tabla 4 se puede observar información sobre la venta de vehículos híbridos por marca en unidades a partir del año 2018 al 2021 en donde se puede apreciar las distintas marcas de vehículos tanto como su porcentaje de participación en el transcurso de los años (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022).

**Tabla 4**

*Venta de Vehículos Eléctricos por Marca y Modelo*

Marca	Modelo	2018	2019	2020	2021
Kia	Soul	33	23	3	193
Dongfeng	Serie Rich				33
Dayang	DY-GD04B	68	23	14	23
Audi	Audi E-Tron	-	-	-	20
Kaiyun	Pickman	-	-	37	15
Nissan	Leaf	-	-	1	14
Zhidou	D1	-	-		12
BYD	BYD E3	-	-	1	6
MG	MGZS	-	-	1	6
Jiayuan	City Spirits	-	-	5	6
Otras	-	29	57	44	20
TOTAL	-	130	103	106	348

Fuente: (Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, 2022).

## **1.2 Situación Actual de la Recuperación de Baterías de Vehículos Híbrido y Eléctricos en el Ecuador**

Hoy en día en el Ecuador no existe mucha información sobre el proceso de recuperación o restitución de baterías para carros eléctricos o híbridos en general, No se cuenta con talleres especializados para realizar dicho mantenimiento o actividad correctiva a un automotor de dichas características; sin embargo, existen empresas que están empezando este tipo de capacitaciones usando bancos de pruebas para el control de carga de baterías.

Dentro del país existen talleres que pueden ofrecer pruebas del estado de batería más no una prueba completa con carga y descarga de las mismas para comprobar el estado de cada celda del conjunto de baterías Por falta de capacitación o equipos de trabajo.

## **1.3 Tiempo de Vida Útil de las Baterías de Vehículos Híbridos y Eléctricos**

Si bien es cierto la vida útil que ofrecen las compañías que fabrican vehículos varían de acuerdo con el modelo y tecnología, se puede llegar a conocer que existe un estimado dentro de estos vehículos una garantía de 10 años o 100.000 millas.

En el Ecuador poco se conoce sobre los procesos de restitución o mantenimiento de baterías para vehículos híbridos y eléctricos. En la actualidad en el país existe un desconocimiento del tema ya que los vehículos híbridos ingresaron al país en el año 2014 por ende no se ven reflejados a la gran escala daños o eventos de cambios de batería sin embargo se conoce que se puede presentar daños prematuros por el uso indebido del vehículo o por un funcionamiento erróneo dentro de sus sistemas.

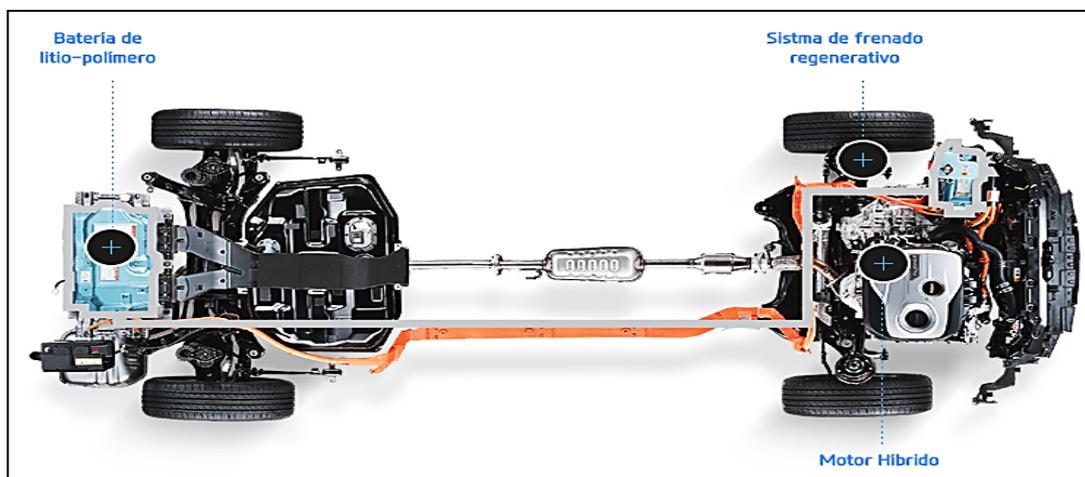
## Sistema Híbrido de un Vehículo

Para el análisis de un sistema híbrido se pondrá como ejemplo un sistema híbrido desarrollado por Hyundai Motor Company de una manera completamente independiente. Los embragues del motor de tracción y el del motor híbrido son puestos justo entre ambos. De esta manera se puede activar la posición EV, de esta manera se crea un aumento de eficiencia de combustible y creciendo en potencia y desempeño (Hyundai USA, 2022).

El sistema híbrido esta creado para no perder ningún tipo de energía debido a sus sistemas híbridos. El sistema que posee de frenos regenerativos genera cargas de energía para el conjunto de alto voltaje cada vez que los frenos son usados.

**Figura 3**

### *Sistema Híbrido de Hyundai*



Fuente: (Hyundai USA, 2022)

El sistema posee una capacidad de ponerse en marcha sin ayuda del motor de combustión interna, evitando el rato en el que el motor de combustión interna es menos eficiente, con la ayuda del “Hybrid Started Generator” el motor de combustión interna se iguala en revoluciones, de esta manera el

embrague se puede acoplar para que el usuario no sienta ningún tipo de movimiento brusco y que el vehículo desarrolle de una manera óptima. Cuando el usuario decrece la velocidad el motor de combustión interna se desvincula y el generador empieza a recargar las baterías gracias a la inercia del automóvil y el movimiento de los neumáticos.

### ***2.1.1 Baterías Dentro de un Vehículo Híbrido***

Dentro de la figura 4 se aprecia el esquema de un vehículo marca Hyundai con un motor eléctrico constituido por baterías de litio que han sido elaboradas en conjunto con LG. Estas celdas proporcionan una vida útil prolongada ya que poseen una estabilidad en sus propiedades térmicas, por este motivo se evita que se cambien dichas baterías en lo largo de vida útil. Las baterías de alto voltaje poseen refrigeración interna líquida.

**Figura 4**

*Ubicación de Batería Hyundai*



Fuente: (Hyundai USA, 2022)

Estas baterías de aseguran un peso reducido (figura 5) ya que el motor que posee el sistema pesa 34 kg, lo que genera una reducción de peso respecto al uso de distintas baterías, aumenta la eficiencia del modelo híbrido.

**Figura 5**

*Batería Hyundai Híbrido*



Fuente: (Forte, 2010)

***2.1.2 Modo Operativo del Vehículo y Flujo de Potencia***

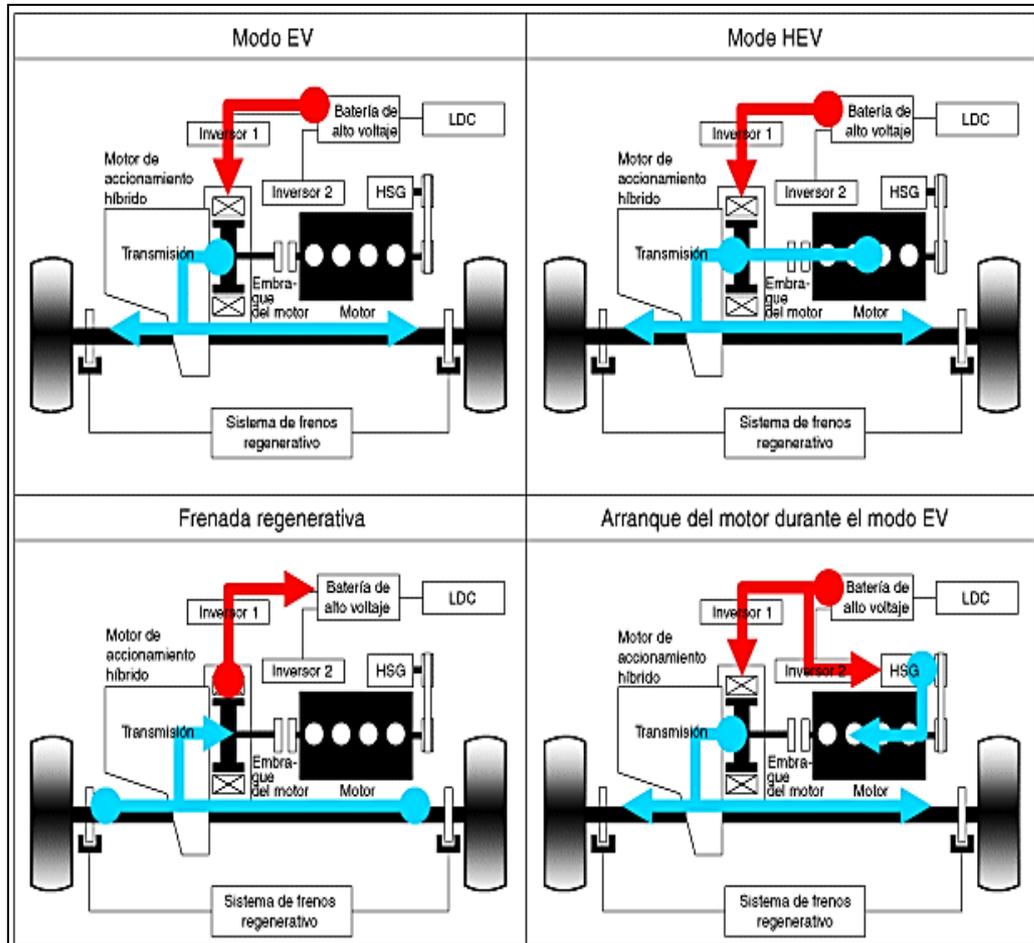
Los modos operativos que posee un Hyundai se pueden ver en la figura 6 y son los siguientes:

- Modo EV: El modo EV señala el modo de solo marcha del motor eléctrico
- Modo HEV: El modo HEV señala que el modo está con el sistema híbrido activado

El sistema está equipado con dos motores eléctricos, el motor de accionamiento que se usa como P prima y un HSG, que actúa en el arranque y alternador en un solo motor convencional. El de tracción permite mover la unidad y reducción de sonidos, vibraciones y para lograr eficiencia en el consumo del combustible (Hyundai USA, 2022)

Figura 6

*Modos Operativos del Hyundai*

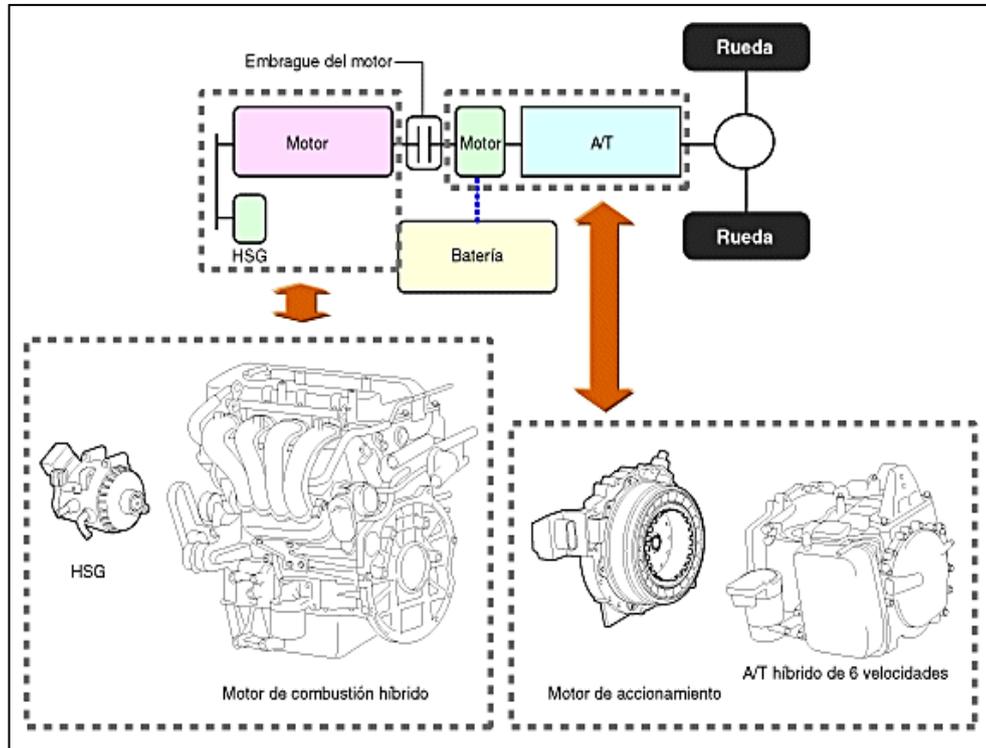


Fuente: (Hyundai, 2018)

El motor eléctrico acciona al motor de combustión interna en la aceleración para tener un crecimiento en la salida y permite que el motor de combustión interna funcione con un modo de consumo reducido en el combustible. El motor eléctrico también hace de generador en la reducción de aceleración y en la frenada se genera una carga en la batería de alto voltaje. El generador de arranque arranca el motor de combustión mientras la unidad está en movimiento.

**Figura 7**

*Principio Operativo del Hyundai Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**2.1.3 Indicadores del Sistema Híbrido**

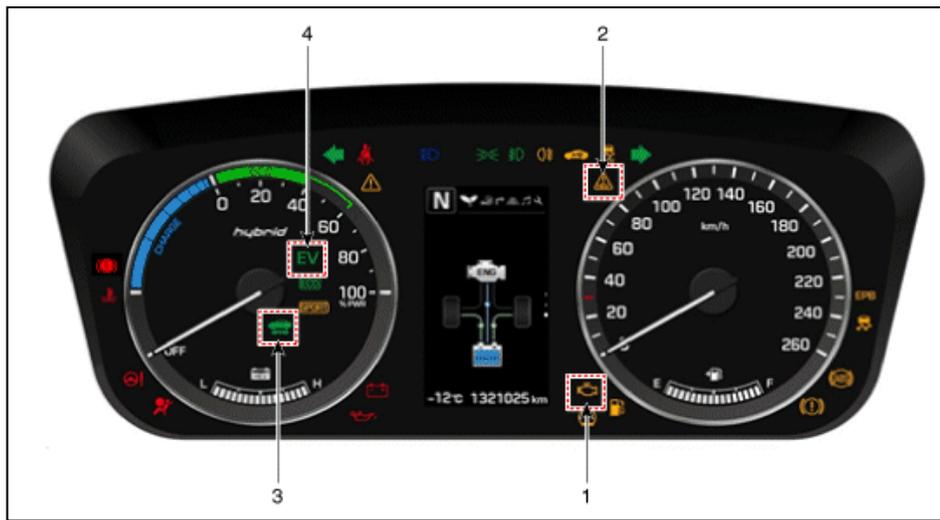
Cuando se habla de indicadores se hace referencia a las luces de advertencia que se tiene en el tablero de instrumentos en caso de que el sistema tenga algún tipo de falla electrónica. A continuación, se detallan los diferentes tipos de indicadores que los híbridos Hyundai poseen (ver figura 8) :

- 1) **Indicador MIL.** – Indicador luminoso ON, sistema de gestión del motor de combustión interna averiado
- 2) **Piloto de servicio.** – Indicador luminoso ON, Sistema híbrido defectuoso

- 3) **Luz LISTO.** – Indicador luminoso ON, el HEV está listo para conducir
- 4) **Luz MODO EV.** – Indicador luminoso ON, modo EV solo funciona el motor eléctrico.

**Figura 8**

*Panel del Hyundai Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

#### ***2.1.4 Componentes y Operaciones de un Vehículo Hyundai Híbrido***

Los principales componentes para el funcionamiento del sistema híbrido de los vehículos Hyundai son los siguientes y se pueden ver en la figura 9.

- *Motor eléctrico.* - El motor produce 38 KW y 151 libras por pie de torque. La potencia neta de todo el sistema híbrido es de 193 HP a 6000 rpm.
- *Control del estado de carga.* – Mientras el vehículo está en movimiento la batería experimenta ciclos de cargas y descargas debido a la aceleración de los motores y tanto como el frenado regenerativo durante el acelerado.

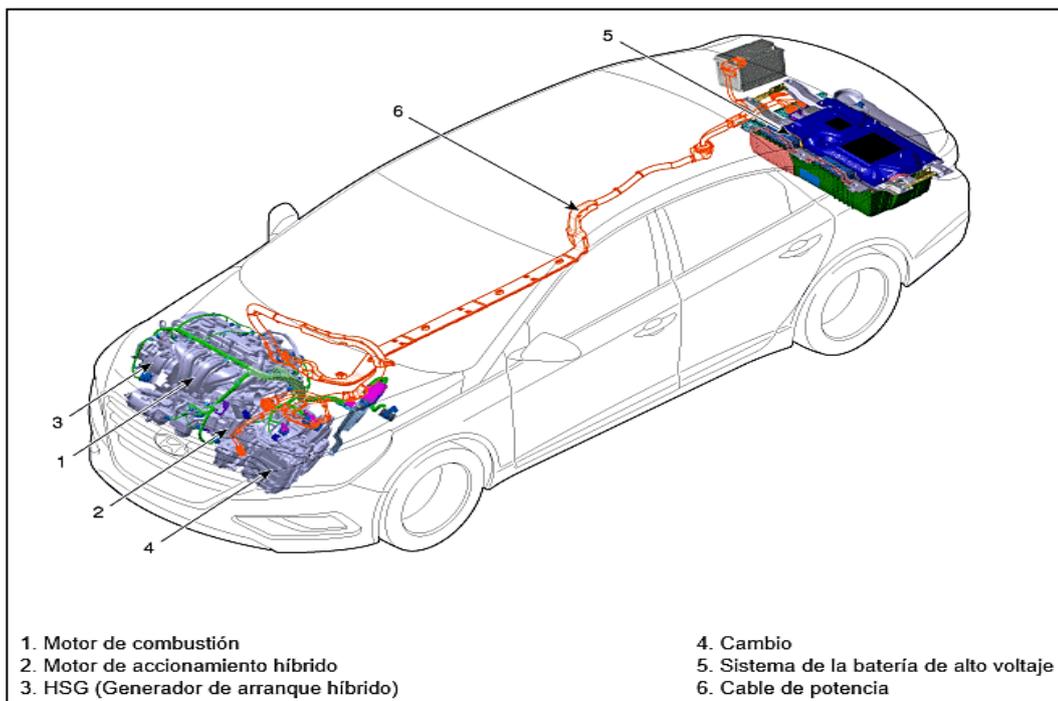
– *Control de temperatura.* - La batería toma en cuenta la cantidad de calor que genera la descarga y carga de la misma, la controla con la activación de un ventilador.

– *Monitoreo del malfuncionamiento de la batería híbrida.* - Existe una función de monitoreo de temperatura y voltaje, posee una ECU de la batería, la ECU protege la batería y controla un aviso de falla con un monitor de energía.

*Ecu de la batería híbrida.* – La ECU cumple con ciertas funciones muy importantes tales como monitoreo de temperatura, control de alimentación de la alta tensión, comunicación CAN entre otras

**Figura 9**

*Componentes del Hyundai Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

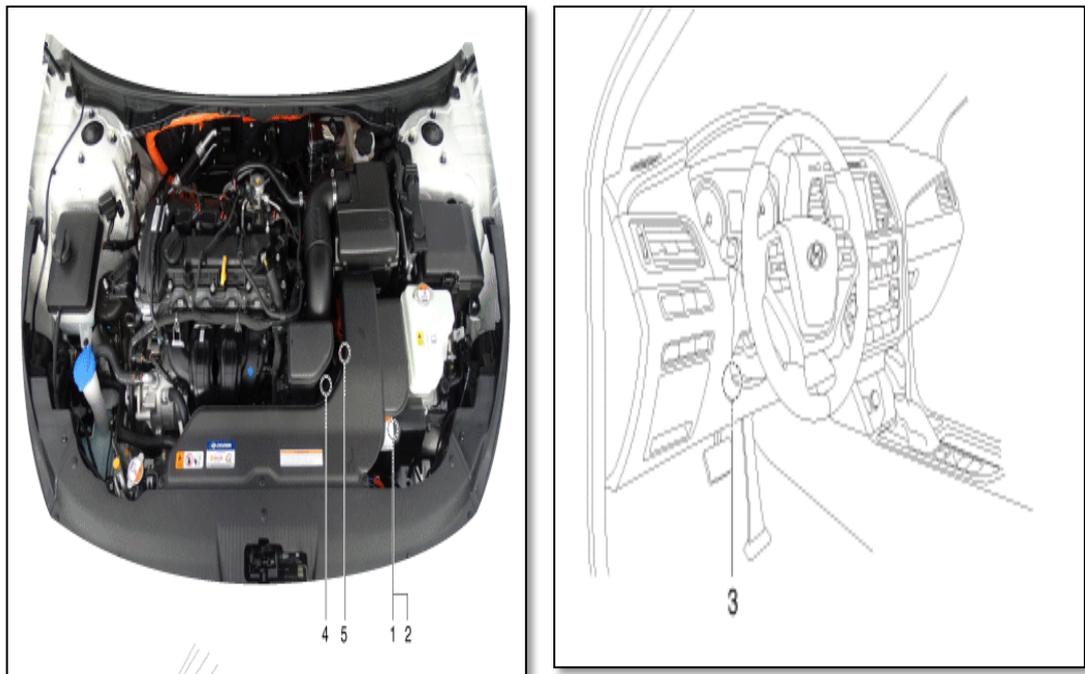
### ***2.1.5 Ubicación de Componentes del Sistema Híbrido***

En la figura 10 se indica la ubicación de los siguientes componentes:

- 1) HPC (Unidad de control de potencia híbrida)
- 2) HCU (Unidad de control híbrida)
- 3) Interruptor de freno
- 4) Sensor de presión del embrague
- 5) Fusible CC

**Figura 10**

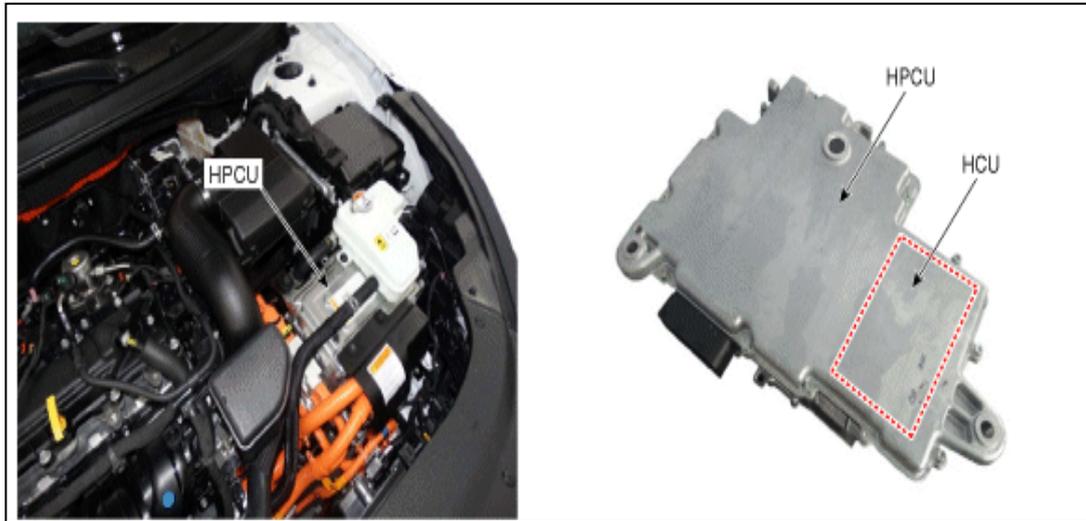
*Ubicación de Componentes del Sistema Híbrido del Hyundai*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 11**

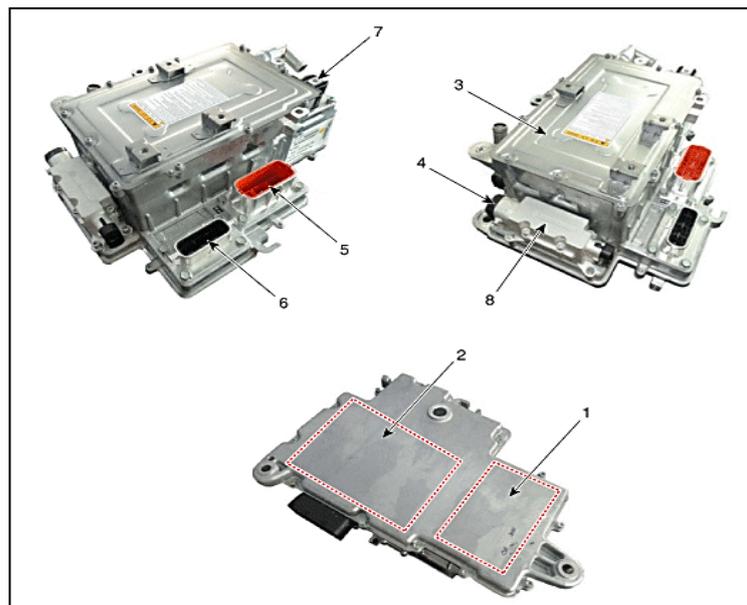
*Ubicación del HCU del Sistema Híbrido del Hyundai*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 12**

*Ubicación de Componentes de Unidad de Alto Voltaje del Sistema Híbrido*



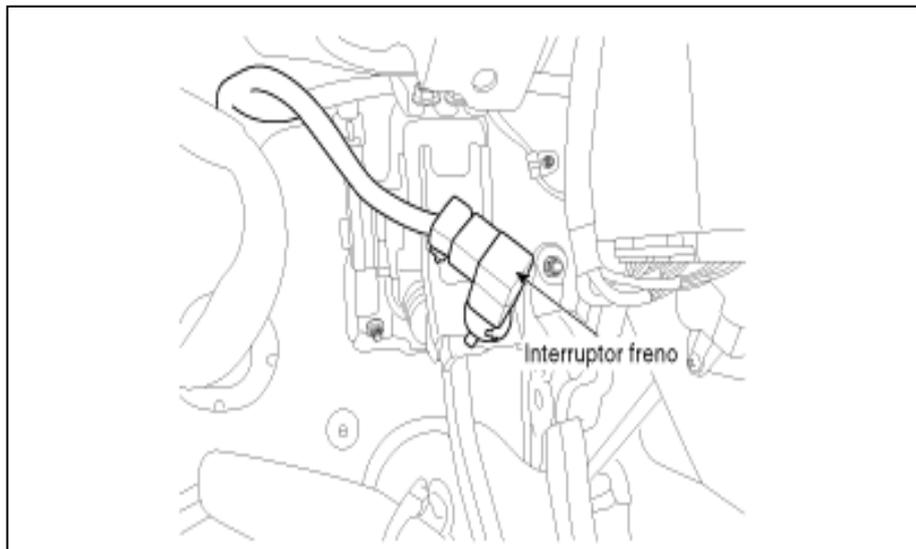
Fuente: (Hyundai, 2018)

Como se puede visualizar en la figura 12, se indica las partes de la unidad de alto voltaje:

- 1) Unidad de control híbrida (HCU)
- 2) Inversor
- 3) Convertidor CC bajo (LDC) (CC: Corriente continua)
- 4) Conector (Batería)
- 5) Conector (Motor)
- 6) Conector (HSG)
- 7) Terminal de salida de potencia de bajo voltaje
- 8) Fusible DC (DC: Corriente directa)

### Figura 13

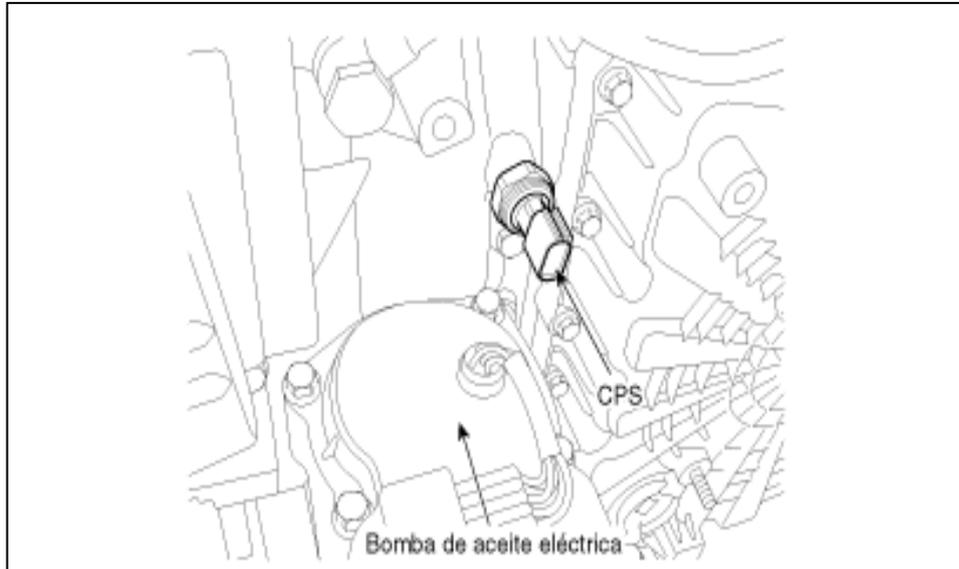
*Ubicación de Interruptor de Freno del Sistema Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 14**

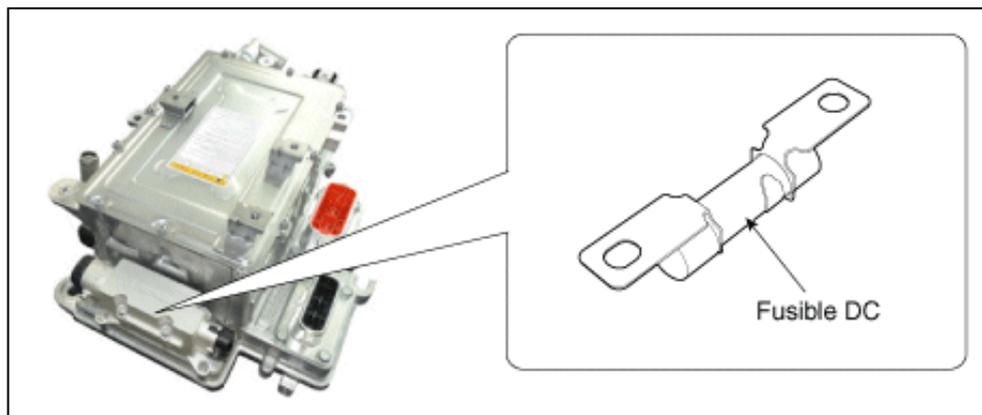
*Ubicación del Sensor de la Presión del Embrague del Sistema Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 15**

*Ubicación del Fusible CC del Sistema Híbrido*



Fuente: (Hyundai, 2018)

El sensor CPS es el sensor de posición del embrague, dicho sensor detecta la posición del embrague, censando la apertura de este. En la figura 15 se muestra

la ubicación del fusible CC , el cual es un fusible de corriente directa de seguridad del sistema híbrido, si existe algún tipo de cortocircuito en el sistema se verá afectado el fusible mas no el pack de baterías.

### ***2.1.6 Unidad de Control Híbrida HCU***

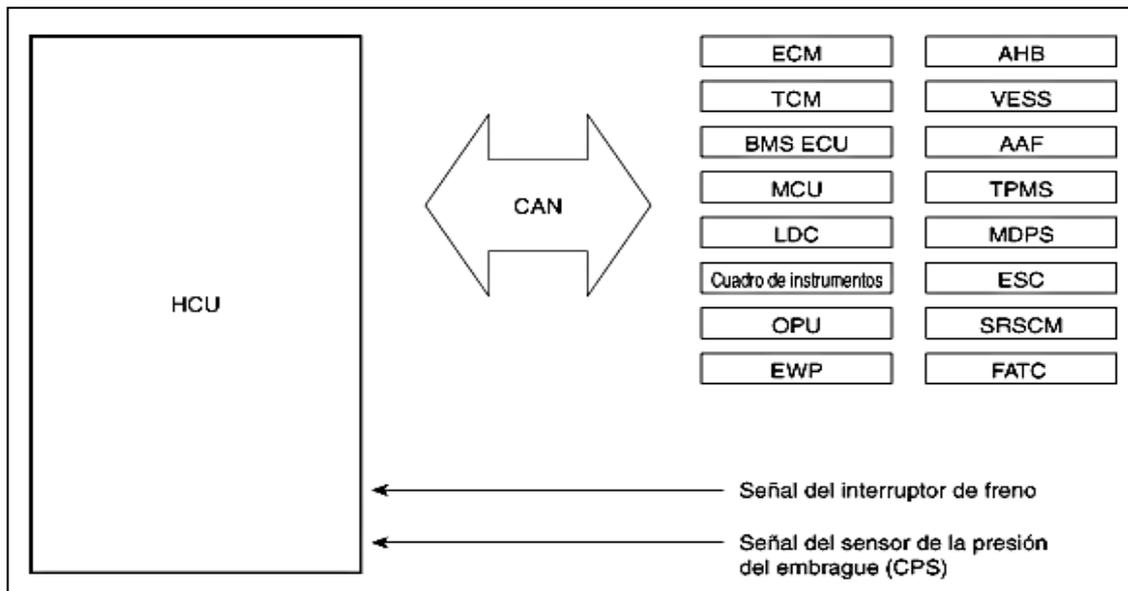
La HCU controla los sistemas híbridos enteros y está conectada a cada módulo por medio de una interfaz CAN, el sistema usa señales del interruptor del freno y presiones de embrague por medio de sensores para controlar el sistema híbridos en su totalidad (Hyundai USA, 2022)

Según la figura 16 donde:

- ✓ HCU: Unidad de control Híbrida
- ✓ ECM: Modulo de control de motor
- ✓ TCM: Modulo de control de la transmisión
- ✓ BMS: Sistema de gestión de batería
- ✓ MCU: Unidad de control del motor
- ✓ LDC: Convertidor DC/DC de bajo voltaje
- ✓ OPU: Unidad de bomba de aceite
- ✓ EWP: Bomba eléctrica de agua
- ✓ VESS: Sistema de sonido virtual del motor
- ✓ AFF: Aleta neumática activa
- ✓ AHB: Servofreno hidráulico activo
- ✓ TPMS: Sistema control de presión de los neumáticos
- ✓ MDPS: Dirección asistida por accionamiento del motor
- ✓ ESC: Control de estabilidad electrónica
- ✓ SRSCM: Modulo de control del sistema. de restricción complementario
- ✓ FATC: Control de la temperatura completamente automático

**Figura 16**

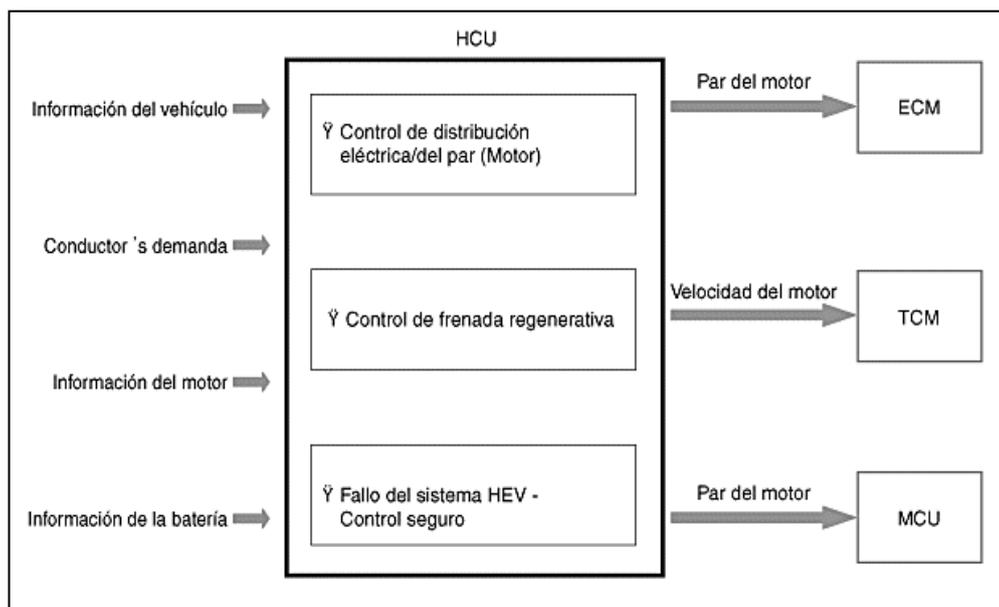
*Diagrama del Control Híbrido del Hyundai*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 17**

*Funcionamiento del HCU del Hyundai*



Fuente: (Hyundai, 2018)

La HCU controla la distribución de potencia y el par de motor de combustión y del motor eléctrico, el par del sistema de freno regenerativo y del modo de seguridad contra fallos basándose en toda la información del vehículo recibida por los sensores, las exigencias del usuario, la información de la batería y del motor de combustión interna.

- **Determinación de la demanda del par:** Cálculo de la demanda del par de marcha ultra lenta del conductor, cálculo del par de aceleración del conductor, de demanda total del par del conductor.
- **Control del freno de regeneración:** Control de demanda de par de freno regenerativo, medición de par estimado del freno.
- **Determinación del modo EV/HEV:** Determinación de la temperatura del motor, de estado operativo del motor de combustión.
- **Equilibrado del estado de carga:** Limitación de potencia, medición de potencia y compensación de la potencia.
- **Determinación del punto operativo del motor de combustión:** Determinación de la velocidad del par motor del motor en diferentes cargas.
- **Control de la carga de ralentí/aceleración:** Control de carga en ralentí y en aceleración.
- **Control de inicio y parada del motor:** Selección del método de arranque y velocidad del calentamiento; control de inyección del combustible.
- **Control de coordinación del par:** Determinación del par del motor y generador en diferentes estados.
- **Control antigolpes:** Restricción del par y control del asistente de cambio control del embrague.

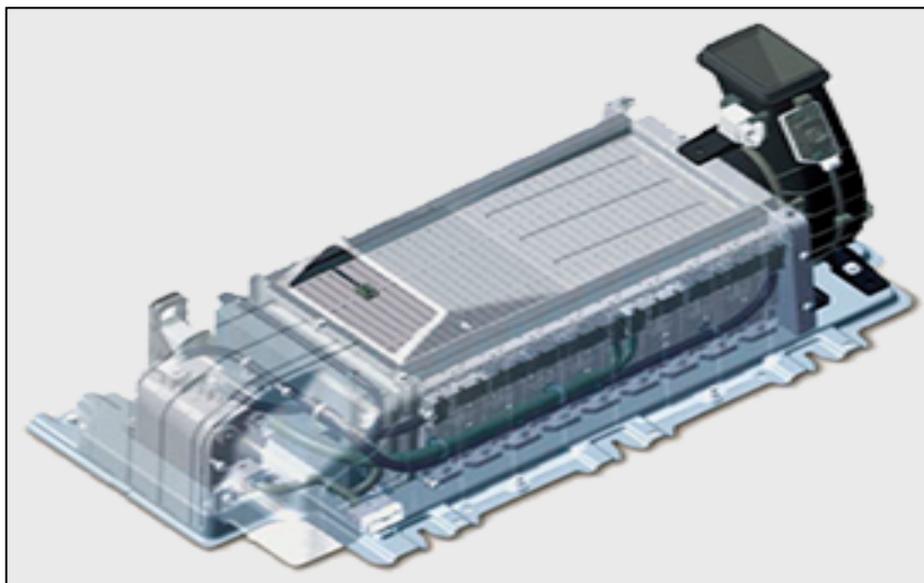
### ***2.1.7 Batería de un Sistema Híbrido***

La batería del vehículo Hyundai híbrido es una batería conocida como batería de polímero de litio o “Lipo”, la batería que posee garantía de 10 años o 100,000 Km.

La batería de polímero de litio posee un gel de polímero como electrolito en la batería. Con este tipo de beneficio permite tener una carcasa más delgada y ligera por ende puede tener más espacio en su interior para almacenar carga en su interior. El tiempo de descarga de esta, es más optimizados permitiendo un tiempo de descarga más amplio y guardando más energía por un tiempo más prolongado que las baterías de níquel de hidruro metálico (Hyundai USA, 2022)

**Figura 18**

*Batería de Polímero de Litio del Hyundai*



Fuente: (TAAET, 2016)

El diseño de las baterías de polímero de litio empieza desde los años 70 usando otro tipo de polímeros como base electrolito. Estos tipos de electrolitos se ponían en recipientes dieléctricos ya que de esta manera se controla el paso de electrones afuera de las celdas. Existen ventajas del uso de este polímero como el tipo de fabricación reducida de 1 mm, con este se permite una gran reducción de espacio.

Este tipo de baterías sufre de conductividad térmica y por este motivo se crea el incremento de temperatura dentro del conjunto de baterías, de esta manera para evitar el tema de aumento de temperatura se inició poniendo gel al electrolito (Carrasco, 2019).

**Figura 19**

*Celdas de Polímero de Litio del Hyundai*



Fuente: (Carrasco I. , 2009)

Las celdas usan como recubrimiento aluminio embalado en tipo de fundas rígidas, teniendo un ahorro del 20% aproximadamente, es más ligero que otras baterías.

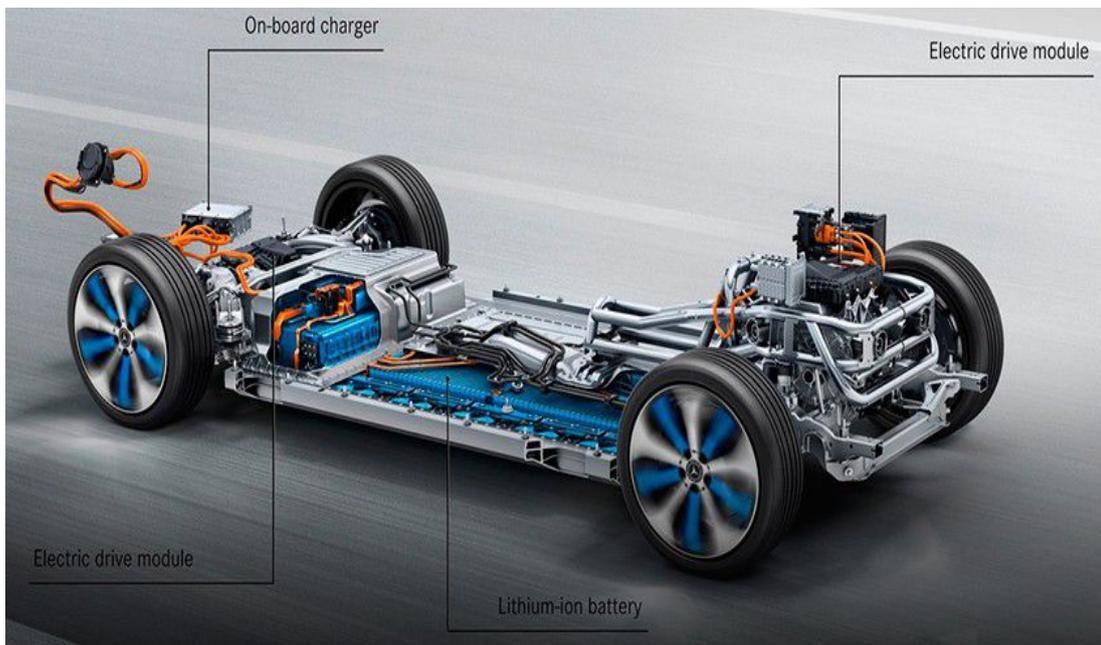
## 2.2 Sistema de un Vehículo Eléctrico

Hoy en día el vehículo eléctrico va incrementando con el pasar del tiempo como una alternativa viable frente a los distintos modelos de vehículos con motor de combustión interna. Gracias a su incremento se puede conocer data de su autonomía, dependiendo de cada fabricante.

El vehículo eléctrico cuenta con menos piezas móviles contando con un funcionamiento más sencillo al no contar con diversos sistemas, como el sistema de refrigeración, o una transmisión no convencional; de esta manera el proceso de mantenimiento o tiempo de parada al entrar en servicio se reduce al no requerir el nivel de mantenimiento correctivo o preventivo de un motor de combustión interna (Solutions E, 2022).

**Figura 20**

*Sistema de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Simon Electric, 2021)

El vehículo eléctrico cuenta con distintas categorías las cuales se van a describir a continuación:

- **BEV (Battery Electric Vehicle)**

Son vehículos completamente eléctricos, cuentan con la propulsión de un motor eléctrico energizado por un conjunto de baterías con tecnología de iones de litio, almacenadas dentro de sus sistemas de carga (Simon Electric, 2021).

- **HEV (Hybrid Electric Vehicle)**

Son vehículos que se los conoce como vehículos híbridos eléctricos, también llamados “híbridos no enchufables”. Este tipo de automotor posee una mezcla entre un vehículo de combustión interna y un vehículo eléctrico; las baterías que están integradas generan su recarga gracias a la energía generada por el motor de combustión interna por medio del uso de un sistema de freno regenerativo. Este tipo de vehículos cuenta con un funcionamiento variado dependiendo su necesidad, usando el motor de combustión o haciendo uso de la energía eléctrica (Simon Electric, 2021).

- **PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)**

Este tipo de variante representa a los vehículos híbridos convencionales con una adición de recolección de energía mediante la red eléctrica. Los automotores PHEV al contar con este tipo de tecnología cuentan con una autonomía extendida en comparación a las variantes anteriormente mencionadas al trabajar de la misma manera que el vehículo HEV (Simon Electric, 2021).

- **FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)**

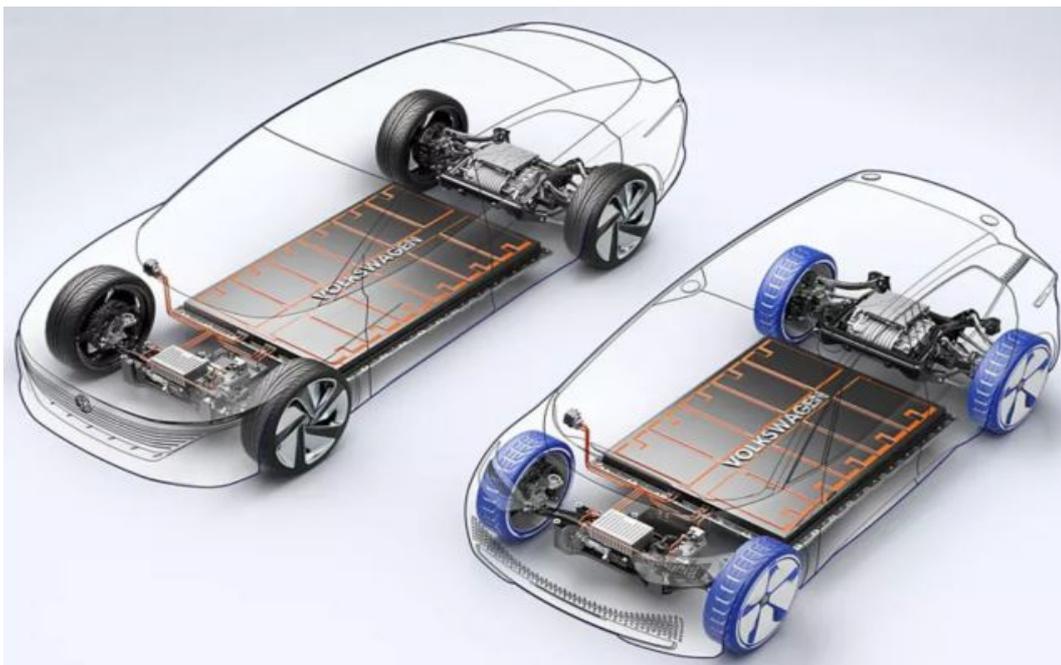
Los vehículos eléctricos con pilas de combustible son un tipo de automotor con poco desarrollo ya que requiere de mucho desarrollo e investigación. Este tipo de vehículos usan hidrogeno como fuente de energía; esta pila genera energía eléctrica para lograr impulsar el vehículo (Simon Electric, 2021).

### ***2.2.1 Baterías Dentro de un Vehículo Eléctrico***

Se debe tener en cuenta el conjunto de baterías de un vehículo eléctrico es equivalente al depósito de combustible de un vehículo con motor de combustión interna. De esta manera se puede ver que los 2 son acumuladores de energía; en el caso de un vehículo eléctrico almacenar electricidad la cual este que es transmitida al vehículo eléctrico para que funcione con su motor.

**Figura 21**

*Baterías de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Volkswagen de México, S.A, 2021)

Estos tipos de baterías son de fabricación similar a las baterías de un teléfono celular o un computador portátil, ya que su proceso de recarga puede ser a través de un enchufe doméstico, puntos de recarga, ya sean públicos o privados.

El tiempo de carga puede ser variable dependiendo de cada fabricante de estos tipos de automóviles ya que a pesar de que no se posee un tiempo estimado de recarga con relación a las distintas marcas; también se debe tener en cuenta que los usuarios generan la carga del vehículo en horas de la noche de esta manera se realiza en puntos de carga distintos teniendo aspectos que afectan la carga del vehículo tales como:

- Capacidad de batería.
- Potencia del punto de carga.
- Máxima potencia de carga del vehículo.

Para el término de máxima potencia varía dependiendo de los puntos de carga, el vehículo dará un tiempo estimado para la carga completa del vehículo.

Se debe tomar en cuenta que estos tipos de vehículos también aprovechan energía por medio del uso de frenos regenerativos y de la desaceleración del vehículo.

Dentro de la vida útil de este tipo de baterías existe un estimado de 3000 ciclos de cargas completas, que aproximadamente sería un tiempo de 8 años. Se debe tener en cuenta los cuidados de este tipo de vehículos ya que el fabricante recomienda que el vehículo nunca llegue a descargarse del todo ya que los ciclos de carga se incrementarían más de los recomendados.

**Figura 22**

*Conjunto de Carga de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Gonzales, 2020)

Dentro de los diferentes tipos de estas baterías se tiene:

– *Plomo-ácido (PB-ácido)*: Este tipo de baterías son las baterías que normalmente se usa equipos convencionales y más antiguos son baterías que constan aproximadamente entre 12 y 6 voltios en su interior teniendo una autonomía aproximada a 100 km/h, normalmente se utiliza para el arranque del automotor y sus componentes eléctricos (Volkswagen de México, S.A, 2021)

✓ Características: Posee un ciclo de vida de 500 y 800 ciclos de carga-descarga, densidad baja de 30-40 Wh/Kg y necesidad de mantenimiento periódico.

✓ Ventajas: costo reducido en comparación a otras y buena respuesta en frío.

✓ Desventajas: son pesadas, el plomo es tóxico y capacidad de recarga lenta.

– *Níquel-cadmio (NiCd)*: Son consideradas dentro de la industria automotriz por diversos fabricantes a pesar de que poseen un costo elevado y su memoria.

✓ Características: ciclo de vida entre las 1500 y 2000 cargas y descargas, densidad de 40-60 Wh/Kg y necesidad de cierto cuidado específico.

✓ Ventajas: gran fiabilidad y técnicas de reciclado total.

✓ Desventajas: alto coste de adquisición, efecto memoria, contaminante y envejecimiento prematuro con el calor. (VW. Canarias, 2021)

– *Níquel-hidruro metálico (NiMh)*: Este tipo de batería es una de las más usadas por fabricantes de vehículos eléctricos e híbridos

✓ Características: Cuenta con 300 y 500 ciclos de carga y descarga

✓ Ventajas: una de sus ventajas es la reducción de la memoria en comparación de las baterías níquel cadmio.

✓ Desventajas: baja fiabilidad, no posee resistencia a los cambios de temperatura abruptos.

– *Polímero de litio (LiPo)*: Las baterías de polímero de litio poseen una alta potencia la identidad sin poseer efecto de memoria.

✓ Características: poseen una vida útil menor a 1000 cargas y descargas con una densidad energética de 300 Wh/Kg y sin mantenimiento. (VW. Canarias, 2021)

✓ Ventajas: ligeras y eficientes.

✓ Desventajas: alto precio y ciclo de vida menor.

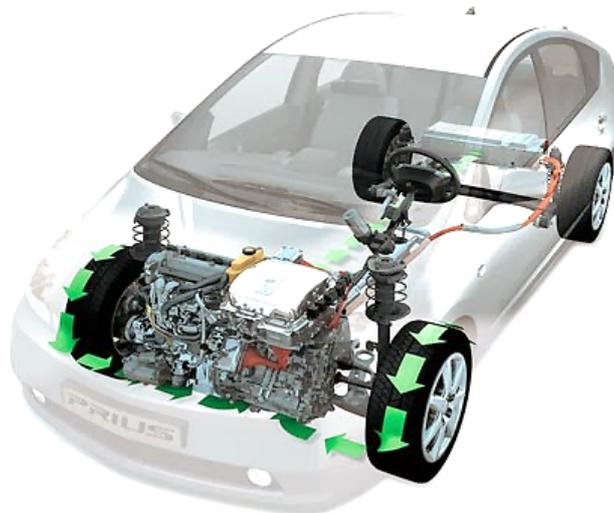
### 2.2.1 Modo Operativo de un Vehículo Eléctrico

El vehículo eléctrico en comparación al vehículo híbrido no cuenta con modos que generen un cambio de su funcionamiento, ya sea de desactivación o activación de motores como en los carros híbridos, sin embargo, dentro del vehículo eléctrico se mantiene el sistema de frenos regenerativos ya que se ha convertido en una pieza fundamental para este tipo de vehículos.

El freno regenerativo trabaja al disminuir la velocidad del vehículo y de esta de esta manera aprovecha la energía cinética para accionar otros tipos de sistemas dentro del vehículo, de esta manera se transforma en la energía cinética en energía eléctrica creando un generador eléctrico (Solutions E, 2022).

**Figura 23**

*Sistema de Freno Regenerativo*



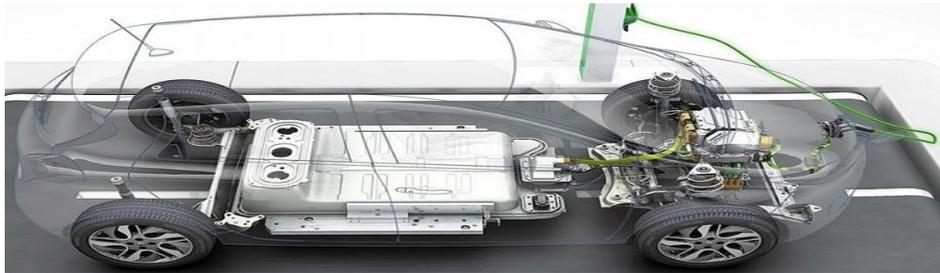
Fuente: (Solutions E, 2022)

### ***2.2.2 Componentes y Operación de un Vehículo Eléctrico***

Los principales componentes para el funcionamiento de un vehículo eléctrico de los son los siguientes y se pueden ver en la figura 24.

**Figura 24**

*Componentes de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (D, 2020)

*Motor Eléctrico:* Dentro de este tipo de vehículos el motor eléctrico es uno de los elementos más importantes dentro de la unidad tanto por su funcionamiento y su sinergia con los demás componentes ya sean inversores o convertidores; dentro de los vehículos eléctricos se pueden utilizar motores de corriente continua o motores de corriente alterna según la disposición del fabricante.

**Figura 25**

*Motor de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (D, 2020)

Teniendo en cuenta la gama o la cantidad de vehículos eléctricos con diseños de motores de corriente alterna o motores de corriente continua, siempre están conformados por un estator una carcasa y un rotor.

Dependiendo de su tecnología se clasifican de la siguiente manera:

- Motores de corriente alterna:
  - Asíncrono
  - Síncrono de imanes permanentes
- Motores de corriente continua:
  - Imanes permanentes
- *Sistema regulador:*

El sistema regulador es encargado de cuanto bailar el paso del corriente creado a causa del motor y del sistema de carga, se debe de tener en cuenta que dicho flujo de corriente se genera en los 2 sentidos.

El sistema regulador tiene la tendencia a sobrecalentarse por ende posee un sistema de refrigeración propio.

- *Reductor de velocidad y diferencial:*

El reductor de velocidad posee un funcionamiento al de una caja de marchas con el único cambio de qué se mantiene solamente una velocidad; el reductor de velocidad es un conjunto de engranajes que trabajan a la par con el motor eléctrico con el fin de disminuir la velocidad para de esta manera generar una distribución de fuerzas transmitidas a las ruedas.

**Figura 26**

*Reductor de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Denton, 2020)

*Inversor:* El inversor es encargado de generar la transformación de la corriente continua que proviene del sistema de carga en corriente alterna para energizar el motor eléctrico; el inversor utiliza un tipo de interruptor electrónico para generar el cambio de polaridad de forma continua.

**Figura 27**

*Inversor de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Garcia, 2022)

*.Rectificador:* El rectificador es el encargado de generar el proceso contrario al inversor de esta manera permite que el sistema de cargas pueda almacenar energía generada por el motor eléctrico dentro del proceso de frenado regenerativo.

*Transformador:* Reformador se encarga de rectificar las frecuencias ya que entre motor y sistema de carga se manejan voltajes distintos, el motor eléctrico tiende a manejar voltajes alrededor de 600 voltios y por otro lado la batería maneja un voltaje aproximado de 200 voltios.

*Controlador:* El controlador es prácticamente el cerebro del vehículo el cual es encargado de gestionar la información de los sensores, los comandos que recibe por parte del usuario, Para de esta manera llegar a poseer una sincronización correcta para el desarrollo óptimo del vehículo.

## **Figura 28**

*Controlador de un Vehículo Eléctrico*



Fuente: (Saenz, 2014)

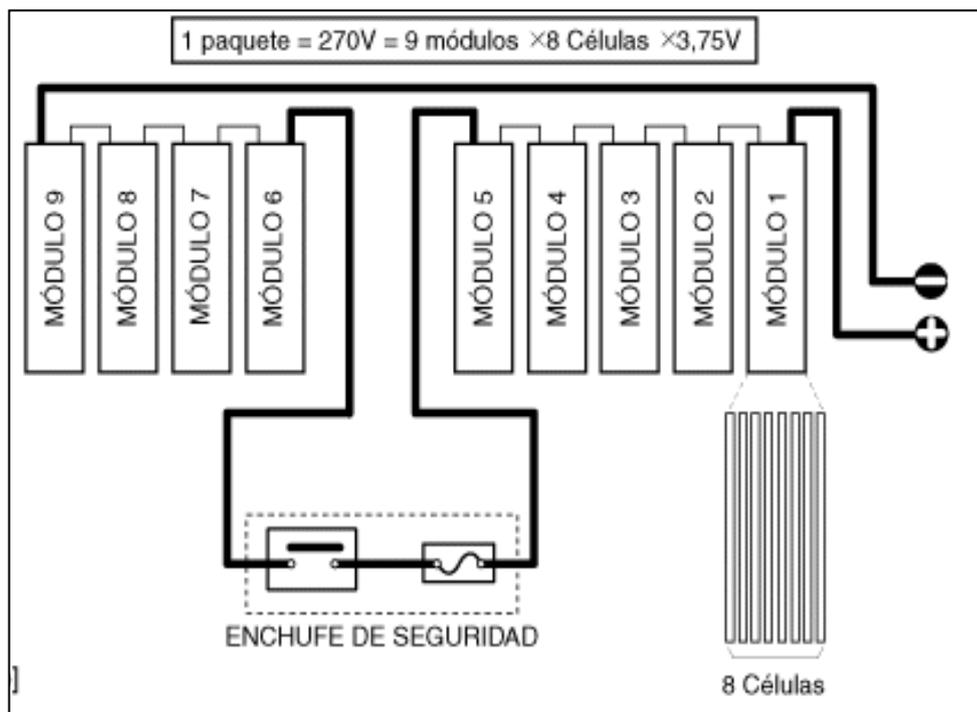
### 2.2.3 Descripción y Operación del Sistema de Baterías de Alto Voltaje de un Vehículo Híbrido y Eléctrico

El sistema de batería de alto voltaje alimenta al motor de accionamiento híbrido, al HSG y al compresor eléctrico del A/C y además posee una reserva de energía por la frenada regenerativa. Se compone con un pack de baterías, la BMS ECU, el conjunto de relé de potencia, la carcasa, cableado de control, el ventilador de refrigeración y conductos de refrigeración (Hyundai, 2018).

La batería posee 72 células, el voltaje de cada célula es de 3,75 V CC, con tal forma que el voltaje nominal de este pack de batería es de 270V CC.

**Figura 29**

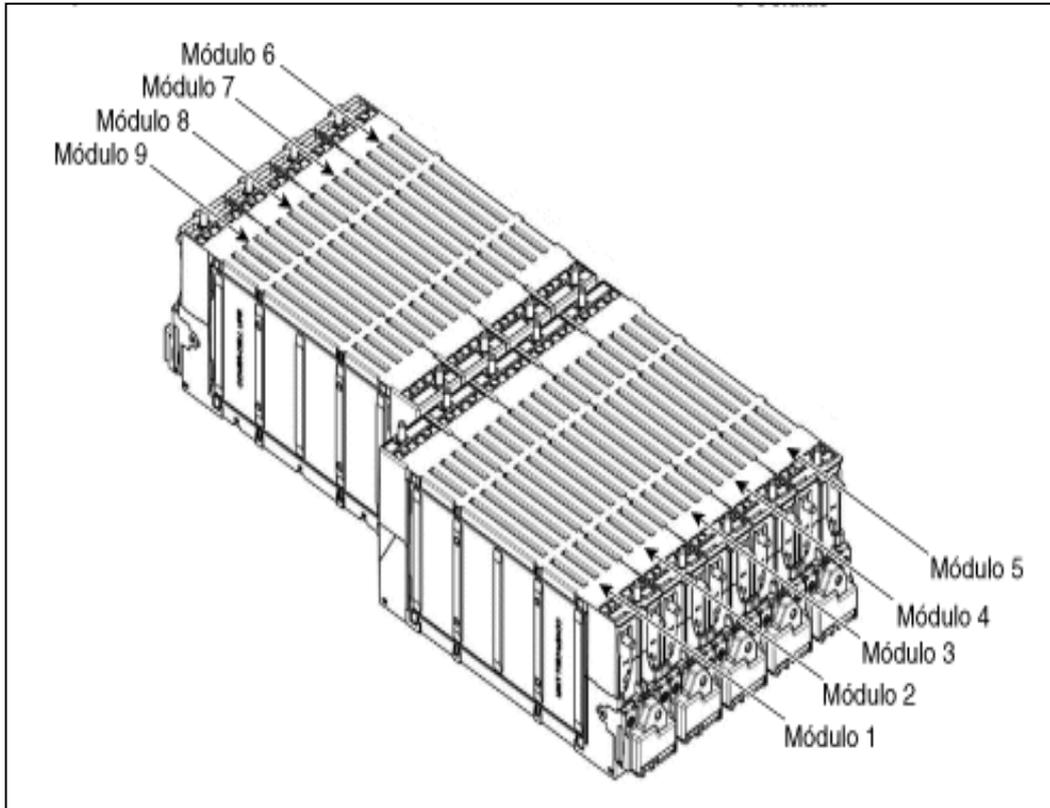
*Diagrama Esquemático del Sistema de Baterías*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 30**

*Numeración de Módulos del Sistema de Baterías*



Fuente: (Hyundai, 2018)

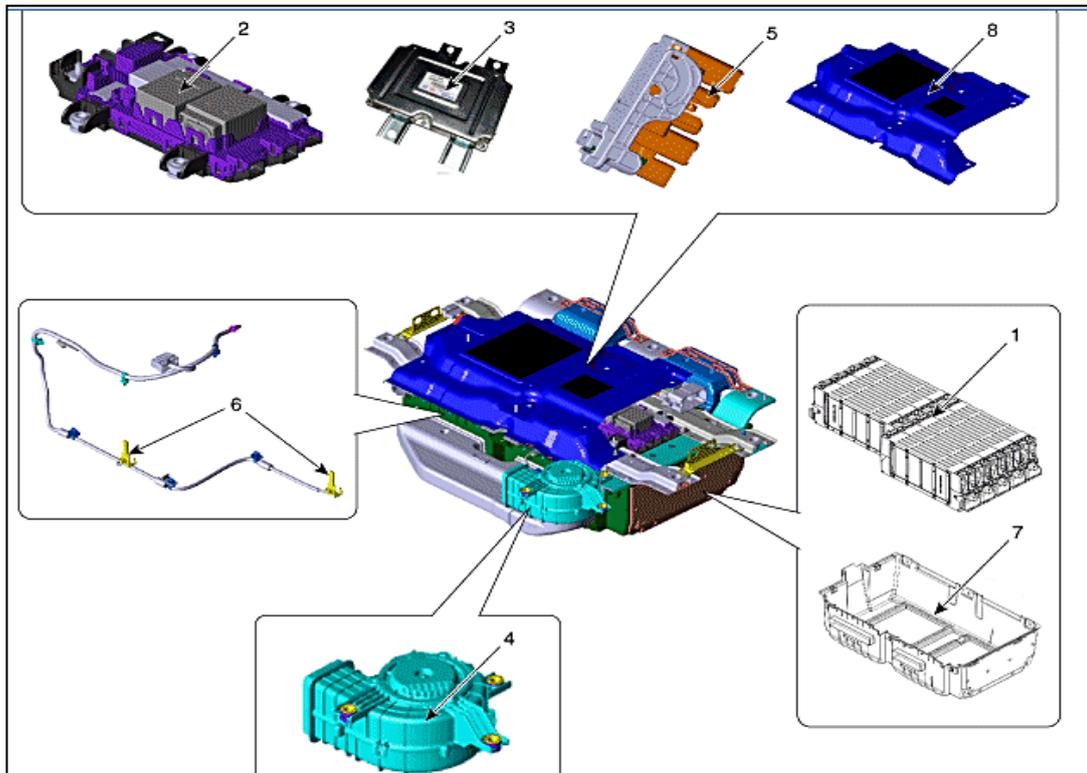
Tal como se indica en la figura 31 el sistema de voltaje de alta tensión se compone de los siguientes elementos:

- 1) Módulos de la batería de alto voltaje
- 2) Conjunto del relé de potencia
- 3) BMS
- 4) Ventilador del refrigerador
- 5) Tapón de seguridad
- 6) Sensor de temperatura de la batería
- 7) Caja estanca de la batería de alto voltaje

High voltage Battery Top Cover

**Figura 31**

*Elementos del Sistema de Baterías*



Fuente: (Hyundai, 2018)

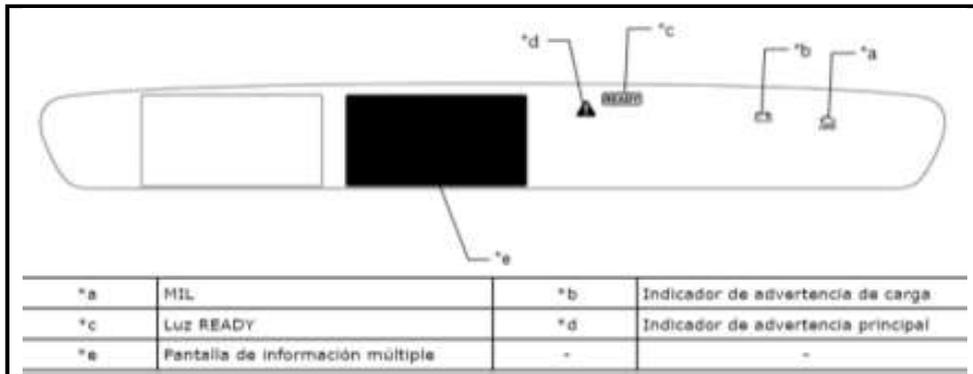
### **2.3 Proceso de Desmontaje del Sistema de Carga de Vehículos Híbridos Y Eléctricos**

El proceso comienza una vez que el vehículo de la señal de falla del sistema híbrido, para ello el vehículo híbrido posee de un sistema de autodiagnóstico dentro de la ECU de control.

Si la ECU detecta una anomalía en su funcionamiento esta ilumina el indicador de advertencia en el tablero de instrumento y muestra mensajes en la pantalla múltiple. Véase en figura 32

**Figura 32**

*Tablero de instrumentos Vehículo Híbrido*

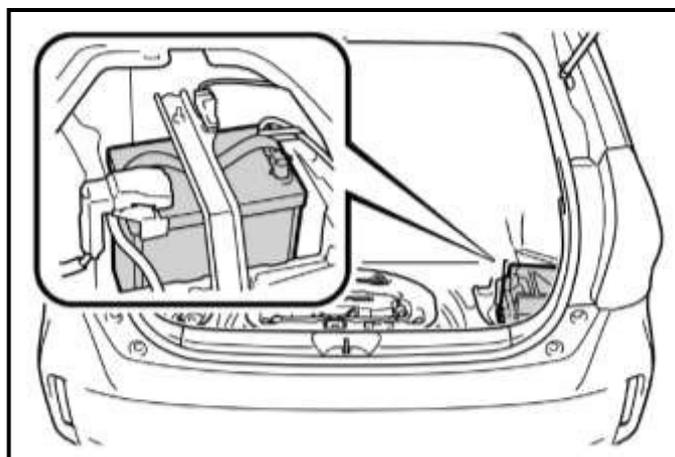


Fuente: (Toyota, 2016)

- Se ingresa en vehículo híbrido al taller para realizar un diagnóstico más meticuloso, una vez adentro se realiza una inspección general de componentes básicos tales como: voltaje de batería auxiliar. Véase en la figura 33.
- El estado de los fusibles para verificar si existe algún cortocircuito o circuito abierto.

**Figura 33**

*Ubicación de la Batería Auxiliar*



Fuente: (Toyota, 2016)

Después se conecta el equipo scanner para acceder a los códigos de diagnósticos (DTC) que están almacenados en el módulo de del sistema, se pueden generar muchos códigos acusa de una única avería.

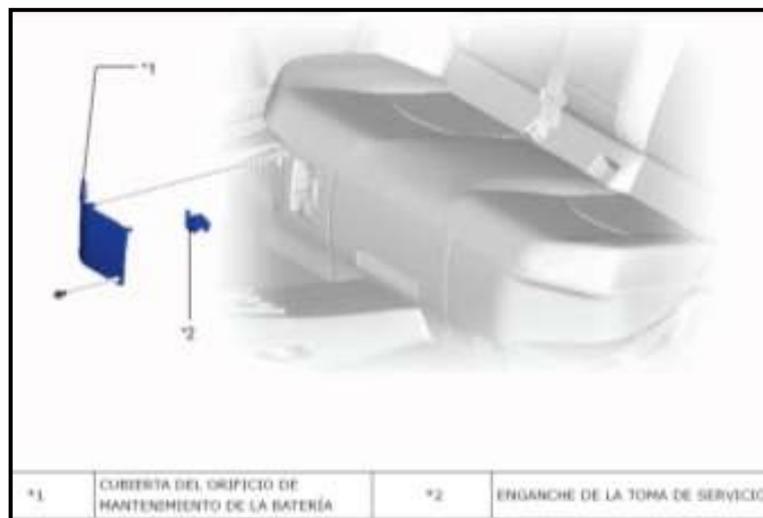
– Se borran los códigos de diagnósticos (DTC), se enciende el vehículo un momento comprobando si se genera la señal de avería del sistema, entonces se vuelve a confirmar los DTC. si existen DTC de sistema híbrido correspondiente a la batería como el ejemplo: DTC P3000: Estado de carga de la batería híbrida/EV alta, entonces indica el mal funcionamiento de la batería

### ***2.3.1 Proceso de desmontaje de la batería***

Tomar las precauciones necesarias para evitar descargas eléctricas, como utilizar guantes aislantes, asegúrese de que ha colocado el interruptor de alimentación en posición OFF.

**Figura 34**

*Ubicación de Toma de Servicio*



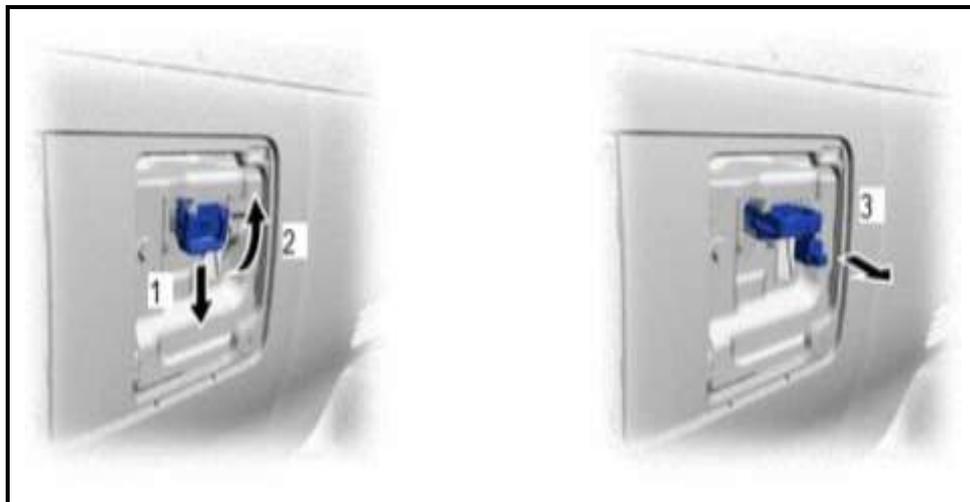
Fuente: (Toyota, 2016)

Extraer el enganche de la toma de servicio, está ubicado bajo del asiento posterior del vehículo, detrás de una tapa de mantenimiento de la batería. Como muestra la figura 34.

Extraer el enganche de la toma de servicio, Una vez extraído el enganche de la toma de servicio, esperar aproximadamente 10 minutos antes de manipular algún terminal o conector de alta tensión, es primordial esperar para que se descargue el condensador de alta tensión que está adentro del conjunto del inversor con convertidor. El procedimiento para la extracción se muestra en la figura 35.

### Figura 35

#### *Extracción de Enganche de la Toma Servicio*

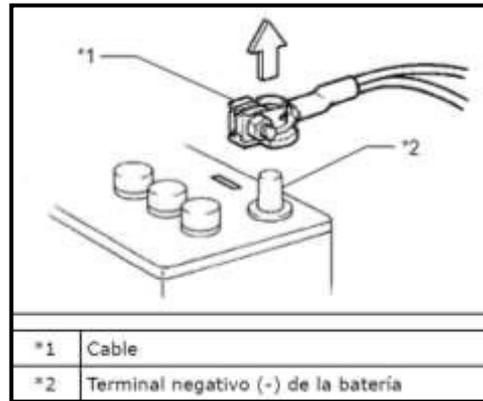


Fuente: (Toyota, 2016)

Desconecte el borne del terminal negativo de la batería auxiliar o batería de 12 V para evitar que se ocasione daños en el sistema eléctrico o en los componentes eléctricos. Como se muestra la figura 36

**Figura 36**

*Desconexión de Borne Negativo de Batería Auxiliar*



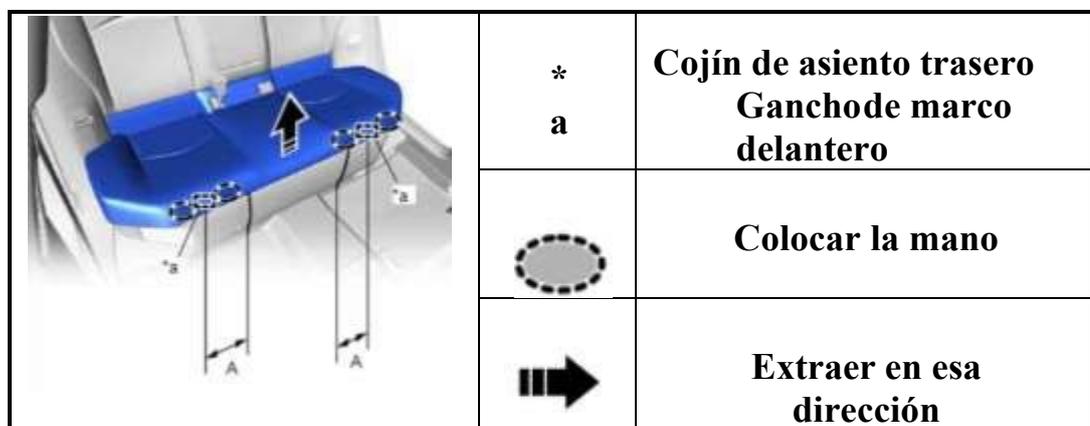
Fuente: (Toyota, 2016)

Retirar el conjunto de reposacabezas de los asientos traseros de los asientos posterior.

Desconectar el asiento posterior del cinturón exterior del asiento del centro trasero (como muestra la figura 37). Asegurarse de sujetar directamente de a lao de los ganchos del marco del cojín.

**Figura 37**

*Despegar Asiento Posterior*



Fuente: (Toyota, 2016)

Con un destornillador con la punta envuelta con cinta protectora, desconecte el conjunto de la correa exterior del asiento central trasero como muestra la figura 38.

**Figura 38**

*Desconexión de Correa del Asiento*

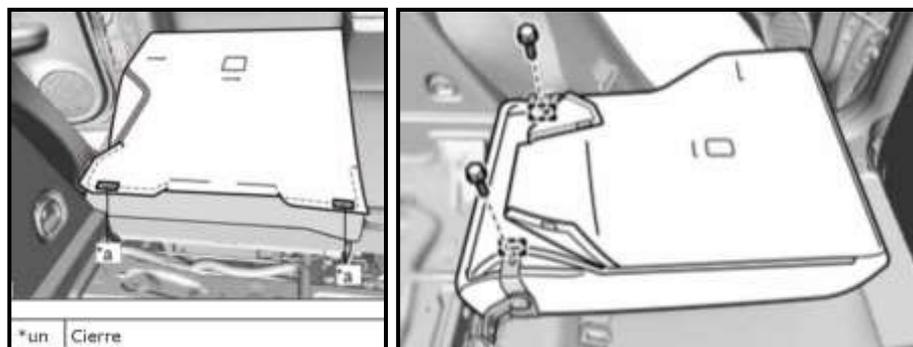


Fuente: (Toyota, 2016)

Para retirar el conjunto de respaldos traseros, el procedimiento es el mismo para los 3 respaldos. Primero se doblará hacia adelante el respaldo, segundo desenganchar los 2 sujetadores, tercero se retira las vinchas y por último desenganchar las 2 chinchas después retirar el respaldo trasero. Como se ve en la figura 39

**Figura 39**

*Desmontaje de Respaldo Posterior*

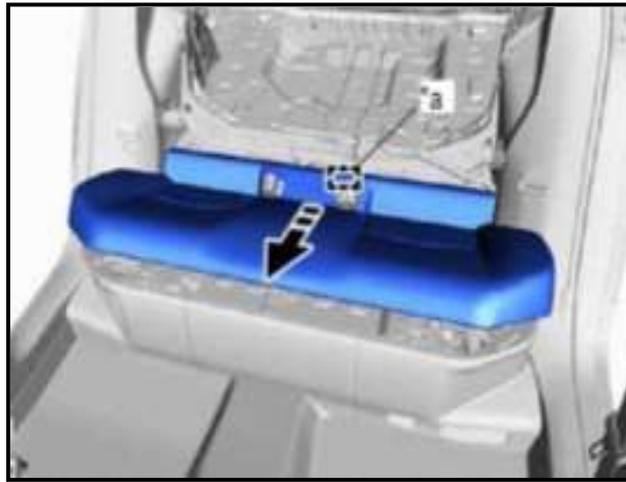


Fuente: (Toyota, 2016)

Después se retirará el asiento trasero, para esto se desprenderá el gancho del marco del cojín del asiento trasero que está en el lado posterior del cojín del asiento, como muestra la figura 40.

**Figura 40**

*Desmontaje de Asiento Posterior*



Fuente: (Toyota, 2016)

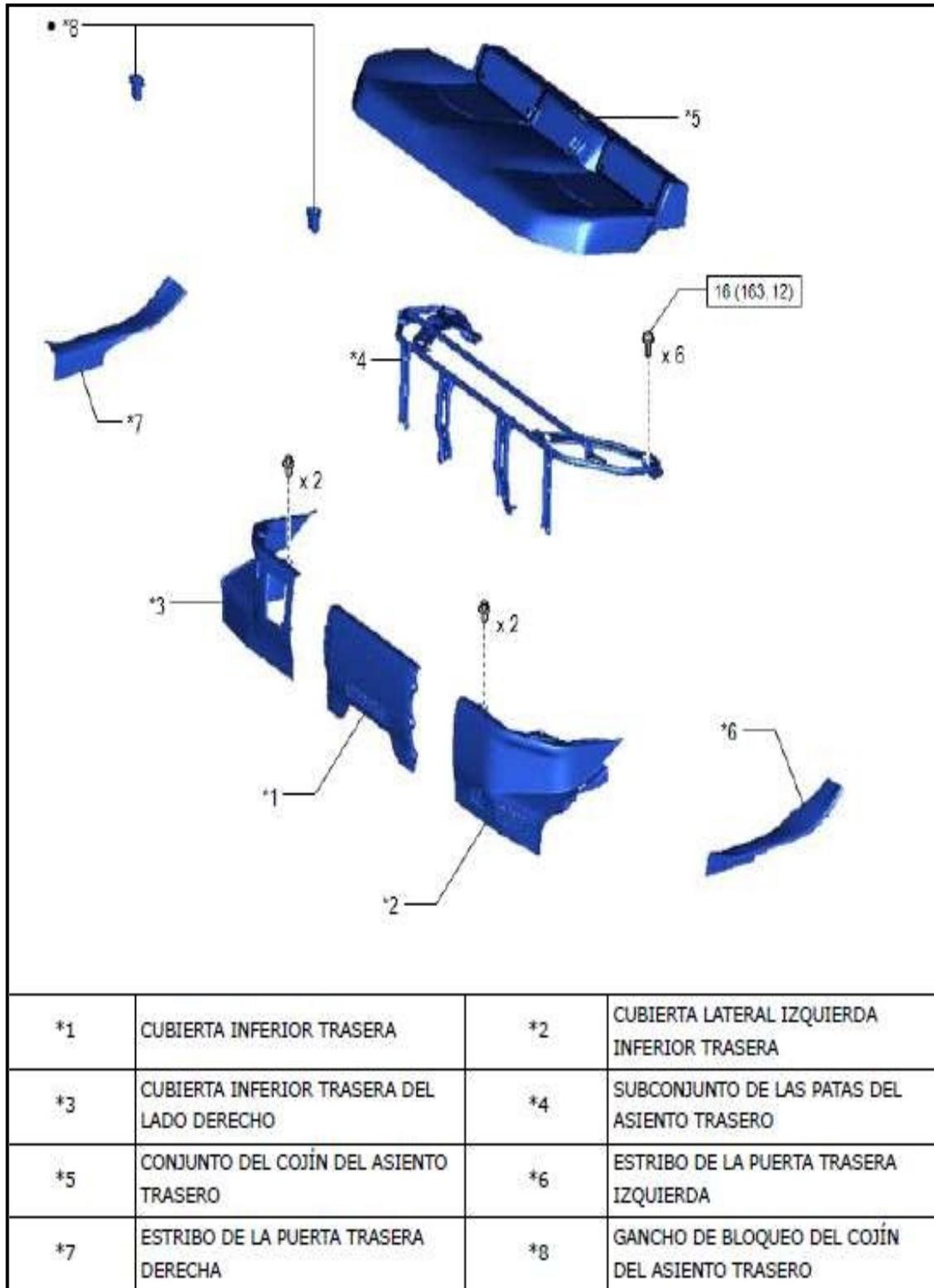
Extraer los estribos traseros de lado izquierdo y derecho, después aflojar los pernos que sujetan las cubiertas inferiores de izquierda y derecha para facilitar la retirada de ambas partes, como muestra la figura 41.

Retirar la cubierta inferior trasera, se desenganche los 2 clips y se desenganche las 2 guías para extraer la cubierta inferior trasera del subconjunto del soporte del cojín del asiento posterior. Como se ve en la figura 42.

Quitar el subconjunto del soporte del cojín del asiento trasero, se tiene que retirar los 6 pernos que lo sujetan, como muestra la figura 43, después quitar el subconjunto del soporte del cojín.

**Figura 41**

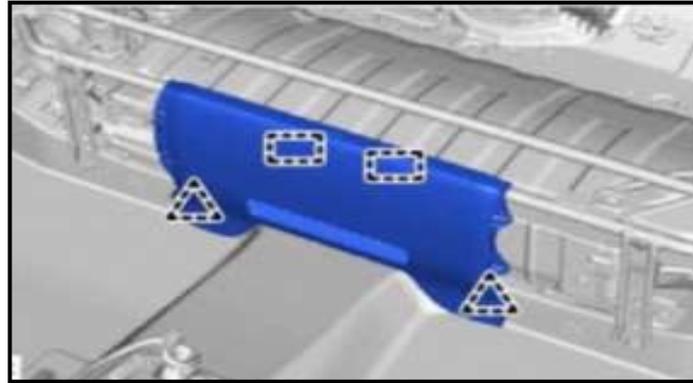
*Desmontaje de Estribo y Cubiertas Laterales*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 42**

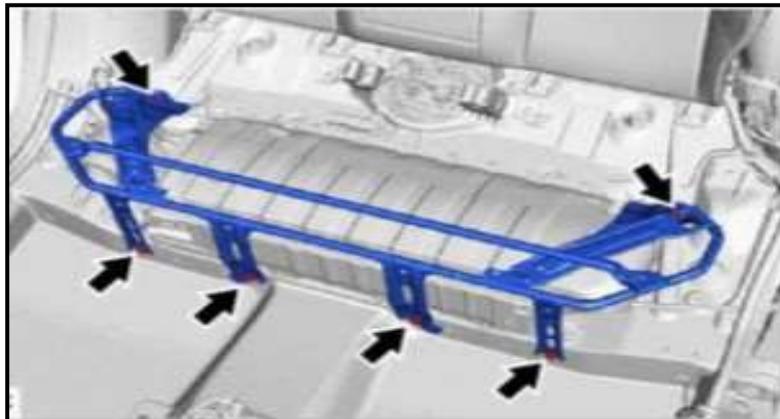
*Desmontaje de Estribo y Cubiertas Laterales*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 43**

*Subconjunto de Soporte de Asiento*

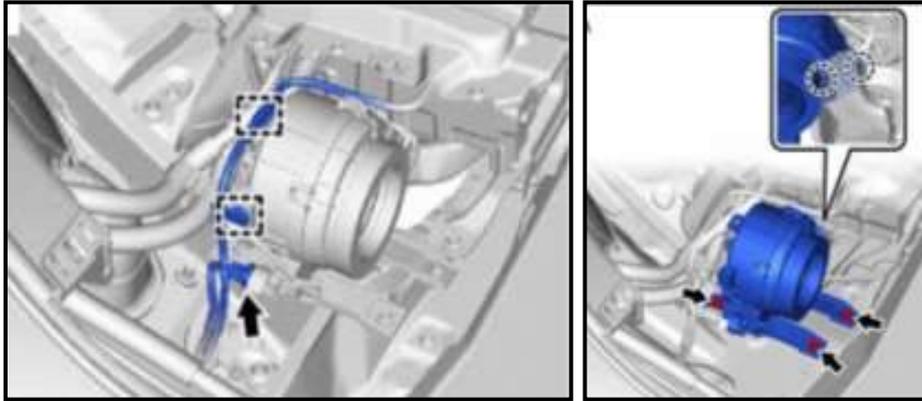


Fuente: (Toyota, 2016)

Retirar el conjunto del soplador de enfriamiento de la batería, se desconectará el conector del ventilador, después se desprende las 2 abrazaderas y se extrae 3 pernos que están sujetando el soplador de enfriamiento de la batería o ventilador de la batería de alta tensión. Como se muestra en la figura 44

## Figura 44

### *Desmontaje del Ventilador de Enfriamiento de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

Extraer el panel derecho de la tapa de la batería de alta tensión, utilizar guantes aislantes, con el manipulador de la toma de servicio, extraiga el percutor de bloqueo de la tapa de la batería.

Observación: inserte el saliente del enganche de la toma de servicio y gire el botón del percutor de la cerradura de la tapa de la batería en sentido contrario a las agujas del reloj para liberar el bloqueo (como se muestra en la figura 45 ). Retirar los 3 pernos, las 2 tuercas y el panel derecho de la tapa de la batería de alta tensión

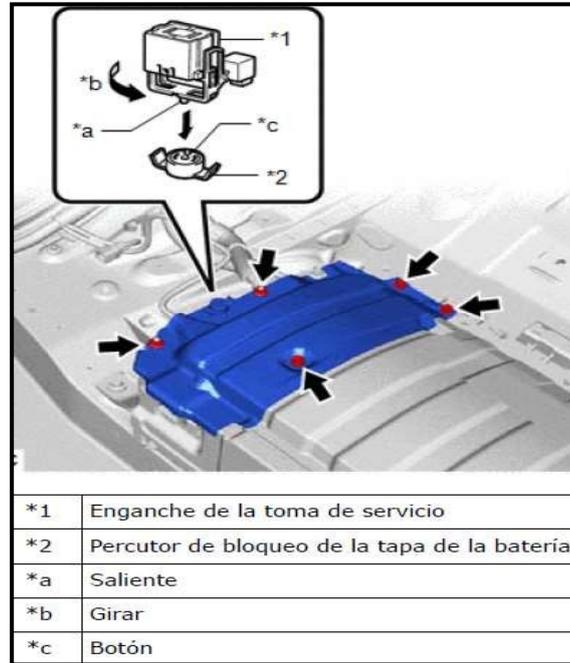
Se tiene que desconectar el cable inferior alta tensión del piso, usar guantes aislantes. Para esto se desconecte los 2 conectores del conjunto del bloque de empalmes de la batería de alto voltaje, que muestra la figura 46 con flechas. Desconectar la masa blindada de la batería de alto voltaje.

**Aviso:** Aísle el conector de alta tensión desconectado con cinta aislante.

Envuelva concinta desde el lado del mazo de cables al extremo del conector.

**Figura 45**

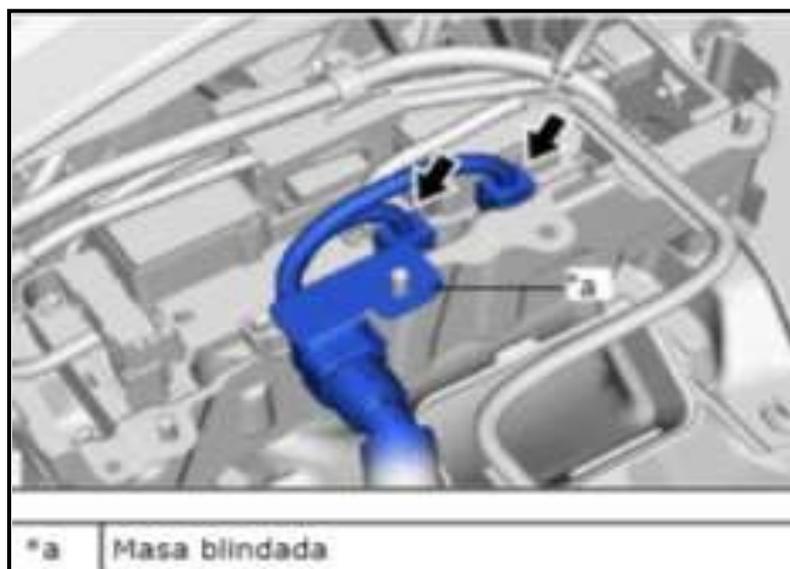
*Panel Derecho de la Tapa de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 46**

*Cable de Alta Tensión*

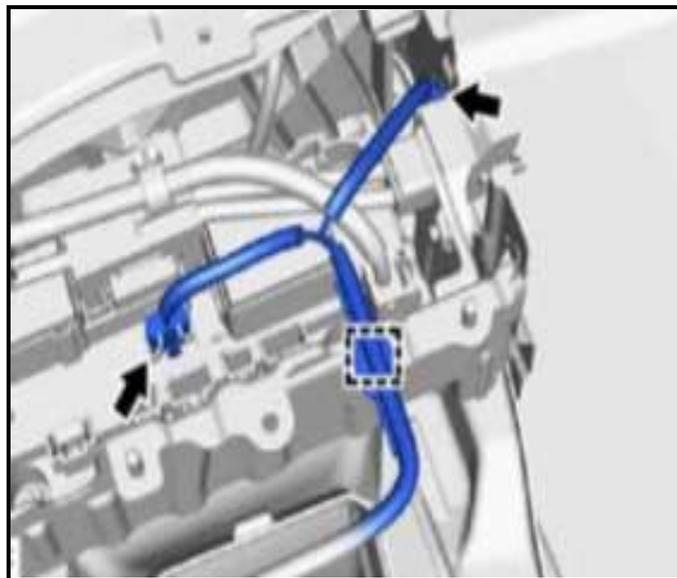


Fuente: (Toyota, 2016)

Desconectar el cable del piso, usar guantes aislantes. Se tiene que desenganchar la abrazadera. Se desconecta el conector del conjunto del enchufe de la batería del vehículo. Desconectar el conector del conjunto del bloque de empalmes de la batería de alto voltaje. Como se muestra en la figura 47.

**Figura 47**

*Desconexión de Cables de Alta Tensión*



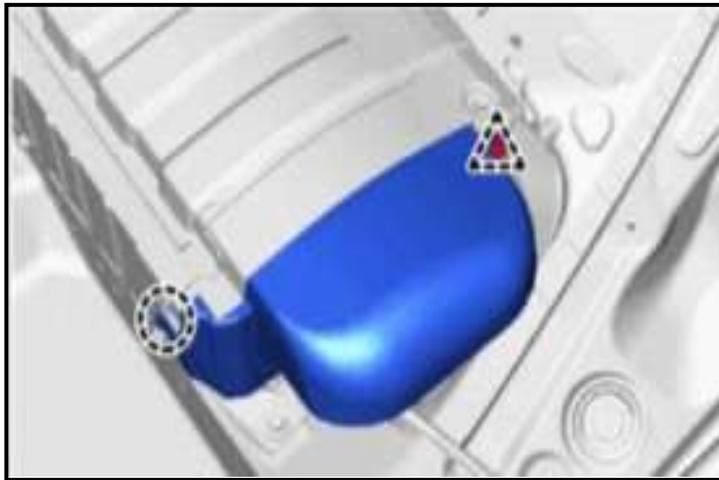
Fuente: (Toyota, 2016)

Extraer el conducto de escape de la batería híbrida. Se retira el clip. Después desenganche la garra para extraer el conducto de escape de la batería híbrida. Como se muestra la figura 48

Desconectar el conector de sensor de tensión de la batería del piso y desenganche la abrazadera. Ver la figura 49.

**Figura 48**

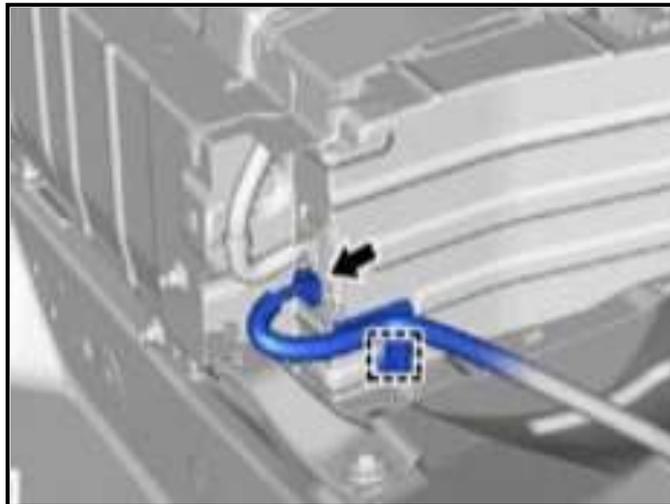
*Conducto de Escape de Ventilación*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 49**

*Sensor de Tensión de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

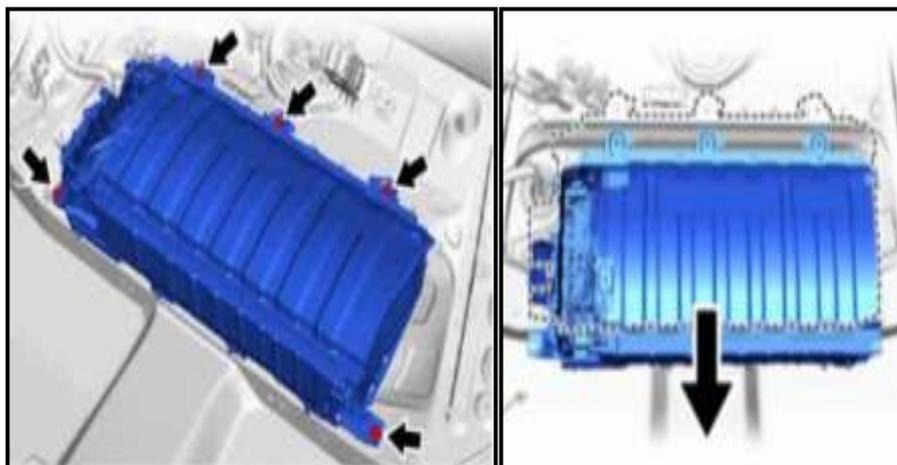
Extraiga los 5 pernos y la batería HV del vehículo y Mover la batería HV hacia delante del vehículo. Como muestra la figura 50.

**Aviso:**

- Usar guantes aislantes
- No permita que materias extrañas, tales como grasa o aceite, se adhieran a los pernos de la batería HV.
- Ya que la batería HV es muy pesada, se necesitan 2 personas para extraerla. Al extraer la batería HV, tenga cuidado de no dañar las piezas que la rodean.
- Al extraer, colocar o mover la batería HV, asegúrese de no inclinarla más de 80°.
- Aísle los terminales o conectores desconectados con cinta aislante.
- Si se ha caído o atascado la batería HV, sustitúyala.

**Figura 50**

*Batería de Alta Tensión*

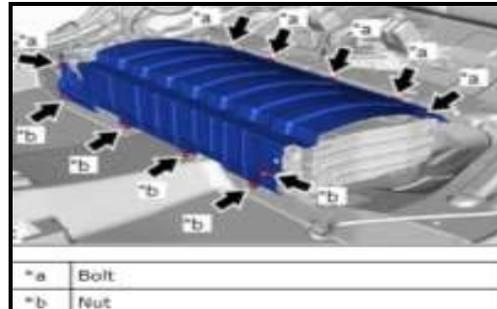


Fuente: (Toyota, 2016)

Quitar los 6 pernos, las 5 tuercas y el subconjunto del panel superior de la batería híbrida de la batería de alto voltaje. ver la figura 51

## Figura 51

### *Desmontaje de Tapa Superior de la Batería HV*

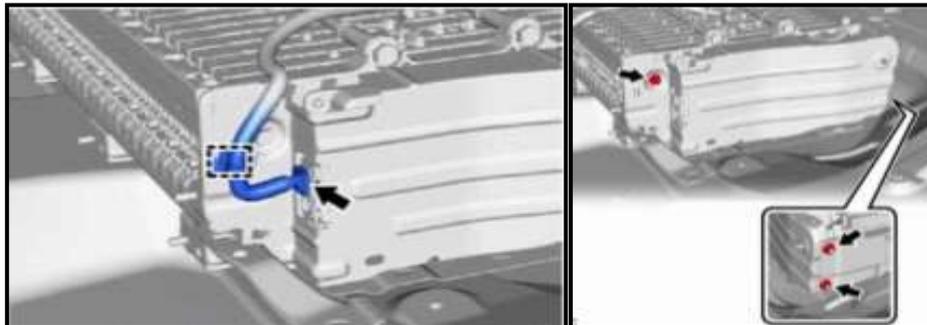


Fuente: (Toyota, 2016)

Retirar el panel de protección de batería de alto voltaje, se desprender la abrazadera, desconectar el conector del sensor de voltaje de la batería, retirar la tuerca y los 2 pernos. Como muestra la figura 52.

## Figura 52

### *Extracción de Componentes del Panel de Protección de la Batería HV*



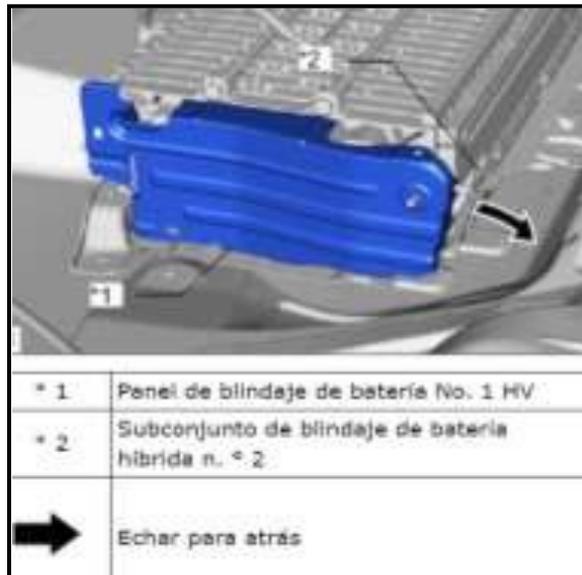
Fuente: (Toyota, 2016)

Se empuja hacia atrás del subconjunto de blindaje de la batería hasta que se separe de los pernos y se retira de la batería de alta tensión. Véase en la figura 53. Después se debe desconectar el sensor de voltaje de la batería de alta tensión. Se retira el perno y el sensor de voltaje de la batería, como muestra la figura 54, revisar el sensor.

**Aviso:** aislar con cinta aislante los conectores de alto voltaje desconectados, se realiza desde el arnés de cables hasta llegar al borde del conector.

**Figura 53**

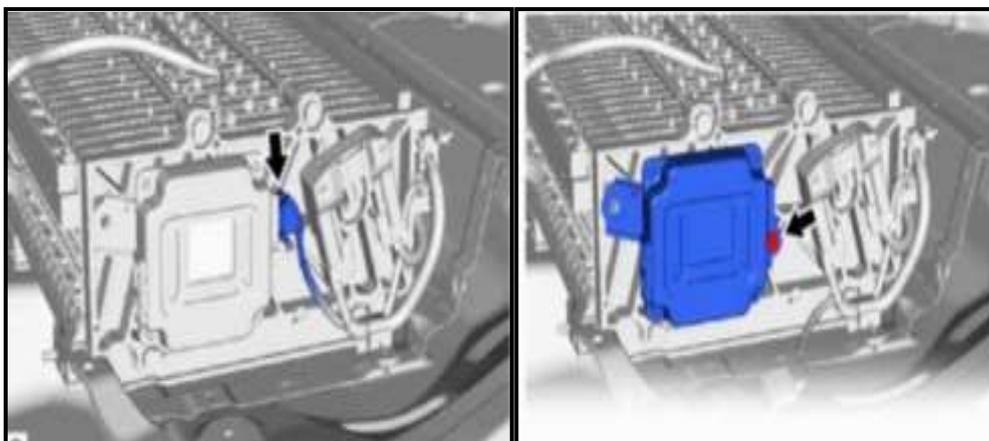
*Desmontaje del Panel de Protección de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 54**

*Desconexión del Sensor de Voltaje de la Batería HV*

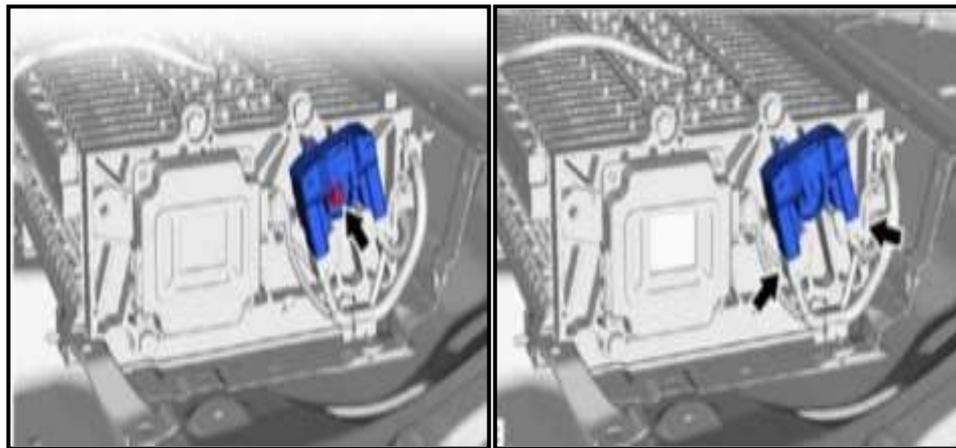


Fuente: (Toyota, 2016)

Para sacar el bloque de terminal híbrido de la batería se retirando el perno y desconectando los 2 conectores del bloque de terminales de la batería (como indica la figura 55. Aislar los conectores con cinta aislante.

**Figura 55**

*Desconexión del Bloque de Terminales de la Batería HV*

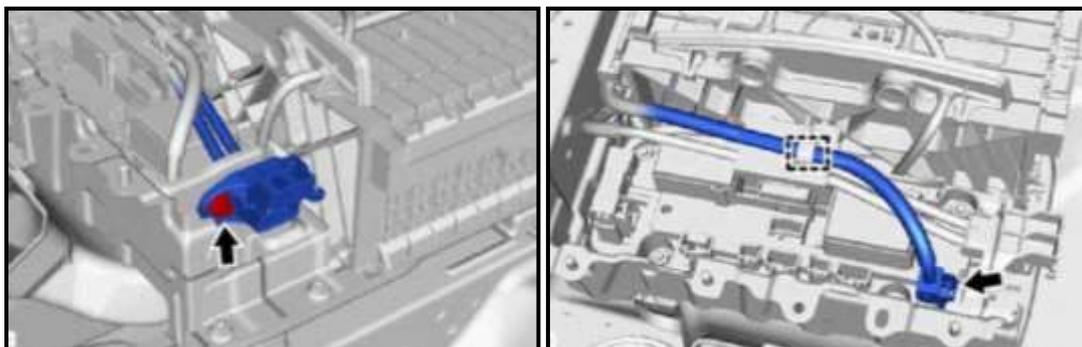


Fuente: (Toyota, 2016)

Retirar el conjunto del bloque de conexión de la batería de alto voltaje, se procede quite el perno, desconectar el conjunto de bloque del enchufe de la batería del vehículo y desenganche la abrazadera. Como muestra la figura 56.

**Figura 56**

*Desmontaje del Conjunto de Bloque de Conexión de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

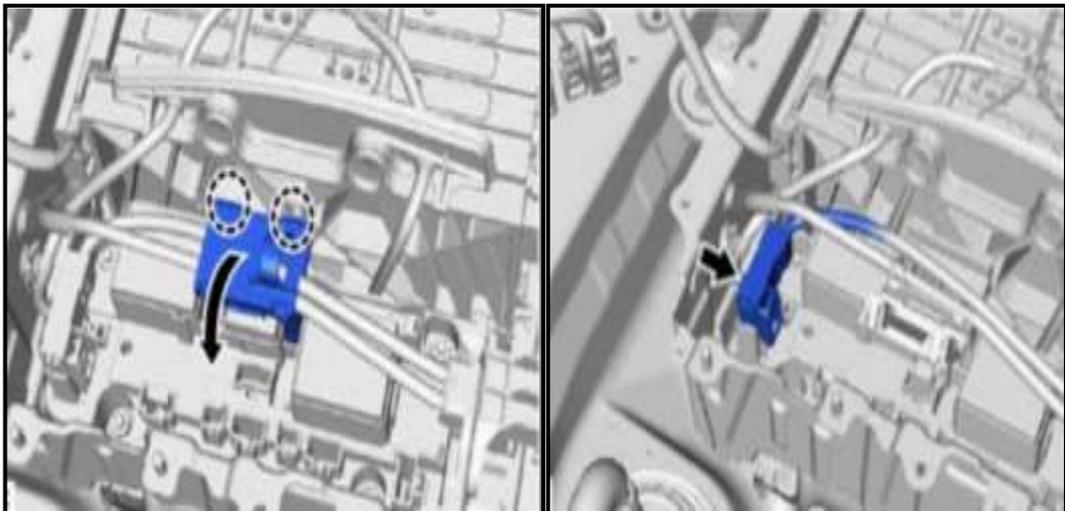
Desenganchar los 2 seguros y abrir el protector del arnés de cableado y desconectar el conector del conjunto del bloque de unión de la batería HV. Como indica la figura 57. Aislar los conectores con cinta aislante.

Con un destornillador con la punta envuelta con cinta protectora, desenganche las 2 uñas y retire el protector del arnés de cableado. Ver la figura 58

Desconectar el conector del conjunto del bloque de unión de la batería de alto voltaje. Retirar las 4 tuercas (como se ve en la figura 59) y el conjunto del bloque de unión de la batería de alto voltaje del blindaje de la batería híbrida.

### **Figura 57**

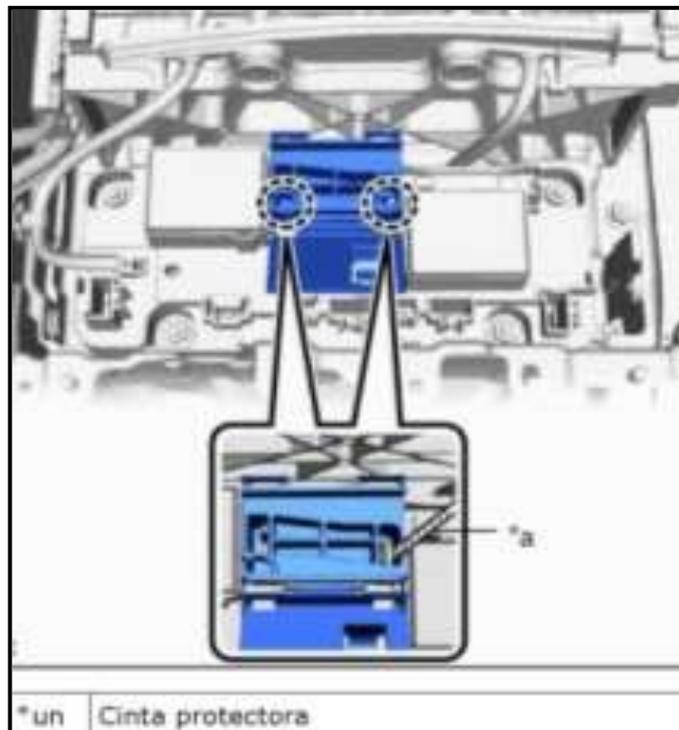
*Desconectar y Retirar el Conjunto de Bloque de Unión de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 58**

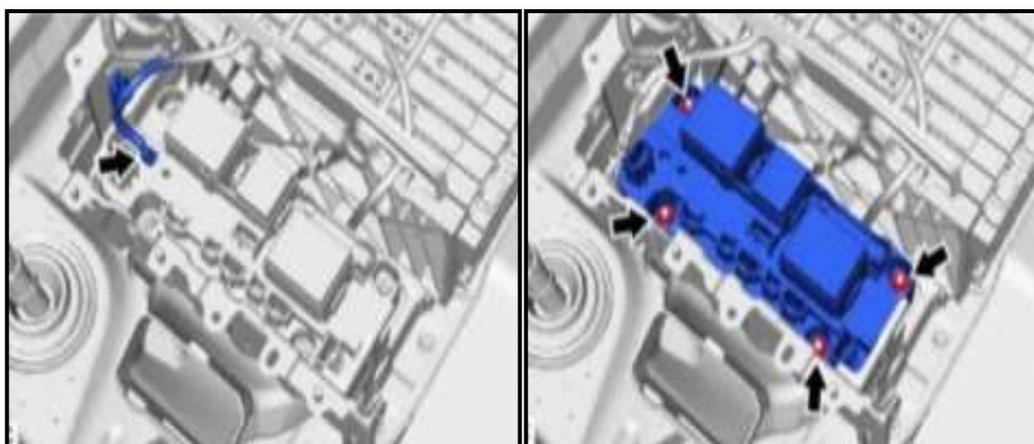
*Desenganche del Protector del Arnés de Cableados*



Fuente: (Toyota, 2016)

**Figura 59**

*Desmontaje del Conjunto de Bloque de Unión de la Batería HV*

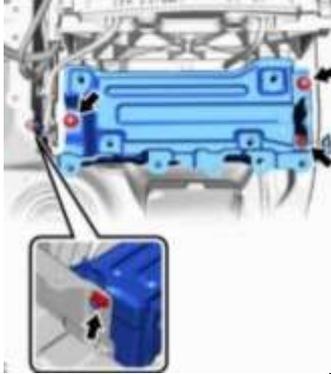


Fuente: (Toyota, 2016)

Para extraer el subconjunto del protector de la batería de alto voltaje se retirará 4tuercas, se tira hacia atrás el subconjunto de blindaje de la batería hasta que se separe del perno prisionero y se retira. Ver la figura 60.

**Figura 60**

*Extracción del Conjunto de Bloque de Conexión de Batería HV*

		<p>*1</p>	<p><b>Subconjunto de blindaje de la batería híbrida n.1</b></p>
		<p>*2</p>	<p><b>Subconjunto de blindaje de la batería híbrida n.2</b></p>
		<p>➔</p>	<p><b>Echar para atrás</b></p>

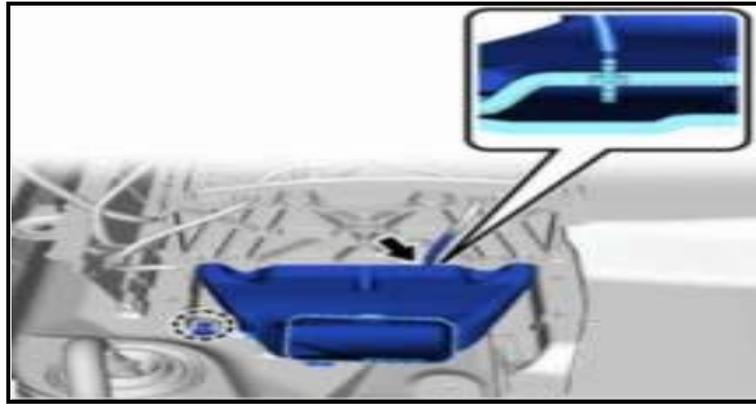
Fuente: (Toyota, 2016)

Se extrae el conducto de admisión de la batería de alto voltaje. Se tiene que desenganchar la uña del termistor de la batería híbrida y desconectar del conducto de admisión de la batería híbrida.

Además, desengancha la pinza para retirar el conducto de admisión de la batería de alta tensión. Véase en la figura 61.

## Figura 61

### *Extracción del Conjunto de Bloque de Conexión de Batería HV*

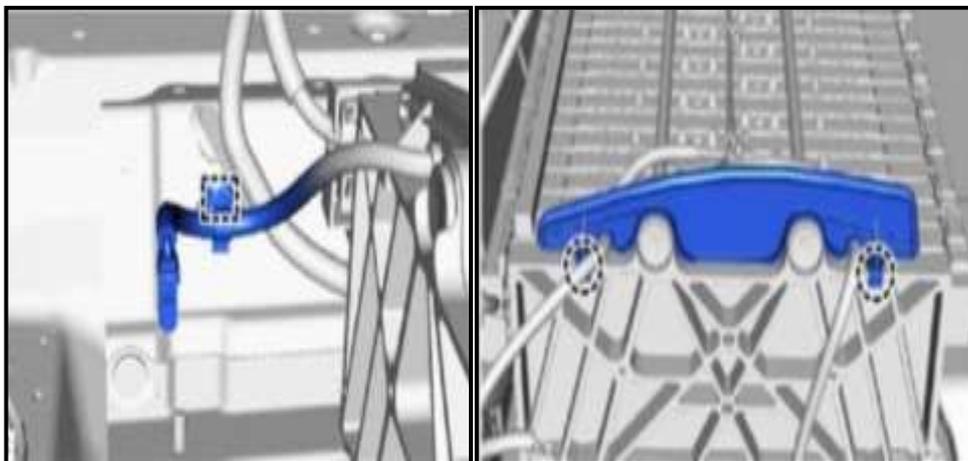


Fuente: (Toyota, 2016)

Para extraer el termistor de la batería de alta tensión, primero se desengancha la abrazadera que sostiene el cable de los termistores, segundo se desengancha los 2 seguros y apartar la batería HV (como muestra la figura 62).

## Figura 62

### *Desmontaje Componentes de Sujeción del Termistor de la Batería HV*

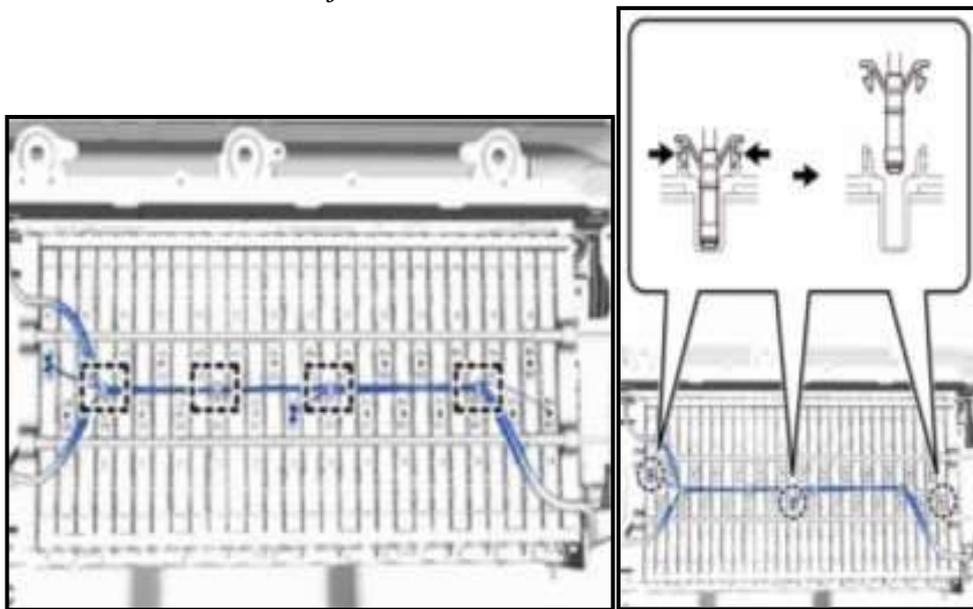


Fuente: (Toyota, 2016)

Por último, tercero desprender los 3 seguros del termistor de la batería para retirarlos. Véase la figura 63.

**Figura 63**

*Desmontaje del Termistor de la Batería HV*



Fuente: (Toyota, 2016)

**2.3.2 Guía de Comprobación del Sistema de Baterías de Alto Voltaje**

Se debe tener en cuenta que cualquier trabajo que conlleve un sistema de alto voltaje se debe seguir un sistema de seguridad para no sufrir ningún percance causado por electricidad.

- a) Se debe de tener una comprobación visual para ver el tipo de daño que tiene el vehículo

- b) Hay que seguir un proceso de seguridad basado en códigos de DTC
- c) Se debe determinar el tipo del accidente antes de generar cualquier tipo de trabajo

- Accidentes eléctricos:

✓ Sobrecarga/descarga: Se muestran código de sobre voltaje (P1B70) de la batería

✓ Cortocircuito: Se presentan códigos de cortos con alto voltaje (P1B77, P1B25).

- Fuerza:

**Tabla 5**

*Guía de Daño de Batería por Fuego*

Clasificación	Proceso de comprobación	Comprobación de resultados:		Mediciones
Fuego fuera del montaje de la batería de alto voltaje  [Ejemplo] Fuego del motor	1. Realice un comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).  2. Compruebe si hay un circuito abierto en el fusible principal después de apagar el alto voltaje.	Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado		Desmonte la batería de alto voltaje y repare el proceso de aislamiento/vainas.
		La batería de alto voltaje no está dañada	Código DTC	Si ocurre un código DTC, cumple con la guía de diagnóstico y proceso de reparación del DTC.
	3. Compruebe si hay indicios de soldadura en el relé principal de alto voltaje.  4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.  5. Compruebe fallos en las otras piezas.  6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.		Ningún código DTC ni batería parecen normales	No sustituya la batería de alto voltaje (si la batería está dañada y hay que tirarla, lleve a cabo el proceso de desecho de una batería de alto voltaje).
Fuego en el montaje de la batería de alto voltaje  [Ejemplo] Fuego en el maletero	1. Realice un comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).  2. Compruebe visualmente si la batería de alto voltaje está dañada.  3. Compruebe si hay indicios de soldadura en el relé principal de alto voltaje después de apagar el alto voltaje, si no encuentra daños visibles en la batería de alto voltaje.  4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.  5. Compruebe fallos en las otras piezas.  6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.	La batería de alto voltaje parece dañada (calor, hollín, etc.)		Quite el tapón de desconexión de servicio y lleve a cabo el proceso con agua salada de desecho de la batería.
		Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado		Desmonte la batería de alto voltaje y repare el aislamiento/vainas.
		La batería de alto voltaje no está dañada	Código DTC	Si ocurre un código DTC, lleve a cabo el proceso de reparación descrito en la guía de diagnóstico DTC.
			Ningún código DTC ni batería parecen normales	No sustituya la batería de alto voltaje (si la batería está dañada y hay que tirarla, lleve a cabo el proceso de desecho de una batería de alto voltaje).

Fuente: (Hyundai, 2018)

– Colisión:

**Tabla 6**

*Guía de Daño de Batería por Colisión*

Clasificación	Proceso de comprobación	Comprobación de resultados:	Mediciones	
Batería alto voltaje no sumergida	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realice una comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).</li> <li>2. Compruebe si hay un circuito abierto en el fusible principal después de apagar el alto voltaje.</li> <li>3. Compruebe si hay indicios de fundición en el relé principal de alto voltaje.</li> <li>4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.</li> <li>5. Compruebe otros componentes.</li> <li>6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.</li> </ol>	Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado	Desmonte la batería de alto voltaje y repare el aislamiento/vainas.	
		La batería de alto voltaje no está dañada	Código DTC	Si ocurre un código DTC, lleve a cabo el proceso de reparación descrito en la guía de diagnóstico DTC.
			Ningún código DTC ni batería parecen normales	No sustituya la batería de alto voltaje (si la batería está dañada y hay que tirarla, lleve a cabo el proceso de desecho de una batería de alto voltaje).
Batería alto voltaje no sumergida [Independientemente del estado del agua]	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Compruebe si hay un circuito abierto en el fusible principal después de apagar el alto voltaje.</li> <li>2. Compruebe si hay indicios de fundición en el relé principal de alto voltaje.</li> <li>3. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.</li> <li>4. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.</li> </ol>	Lleve a cabo estas medidas independientemente de los resultados de la comprobación	Desmonte la batería de alto voltaje y repare el aislamiento/vainas.	

Fuente: (Hyundai, 2018)

– Sumersión:

**Tabla 7**

*Guía de Daños por Sumersión*

Clasificación	Proceso de comprobación	Comprobación de resultados:	Mediciones	
Daño de colisión a otras áreas que no sean el montaje de la batería de alto voltaje  [Ejemplo] Colisión delantera/lateral	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realice un comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).</li> <li>2. Compruebe si hay un circuito abierto en el fusible principal después de apagar el alto voltaje.</li> <li>3. Compruebe si hay indicios de fundición en el relé principal de alto voltaje.</li> <li>4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.</li> <li>5. Compruebe otros componentes.</li> <li>6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.</li> </ol>	Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado	Desmonte la batería de alto voltaje y repare el aislamiento/vainas.	
		La batería de alto voltaje no está dañada	Código DTC	Si ocurre un código DTC, lleve a cabo el proceso de reparación descrito en la guía de diagnóstico DTC.
			Ningún código DTC ni batería parecen normales	No sustituya la batería de alto voltaje (si la batería está dañada y hay que tirarla, lleve a cabo el proceso de desecho de una batería de alto voltaje).
Colisiones relacionadas con el montaje de la batería de alto voltaje  [Ejemplo] Colisión de la parte trasera	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realice un comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).</li> <li>2. Compruebe si hay un circuito abierto en el fusible principal después de apagar el alto voltaje.</li> <li>3. Compruebe si hay indicios de fundición en el relé principal de alto voltaje.</li> <li>4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.</li> </ol>	Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado	† Siga las medidas explicadas arriba. ✖ Si el montaje de la batería de alto voltaje es inaccesible debido a daños en el maletero o en la puerta, doble o corte los paneles exteriores sin dañar el sistema de alto voltaje y lleve a cabo el proceso de comprobación y reparación.	
La batería de alto voltaje no está dañada	Código DTC			
	Ningún código DTC ni batería parecen normales			

Fuente: (Hyundai, 2018)

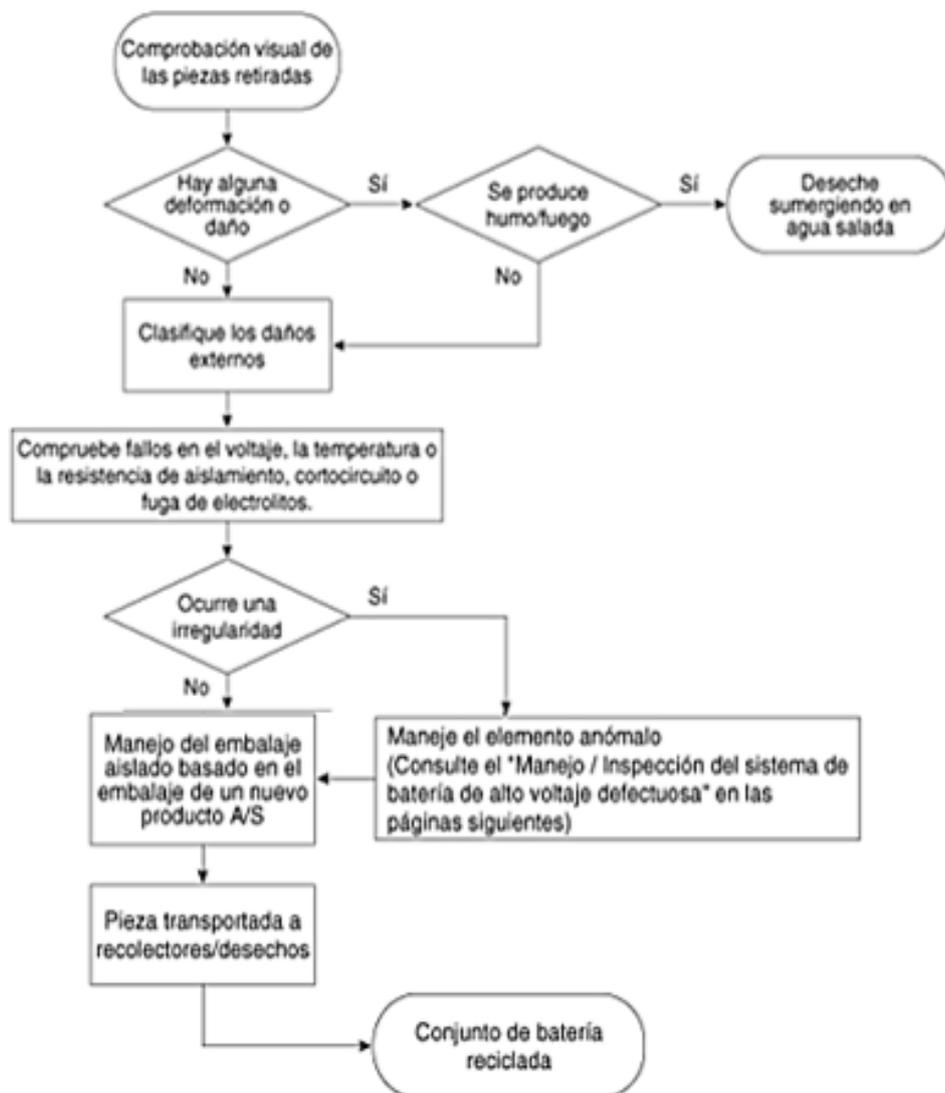
### 2.3.3 Guía de Comprobación para el Almacenaje, Transporte y Desechos del Sistema de Baterías de Alto Voltaje

Proceso de manipulación del sistema de baterías de alto voltaje (Figura 64)

1) Proceso de manipulación del sistema de la batería de alto voltaje defectuoso (Tabla 8).

**Figura 64**

#### *Guía de Almacenaje o Desecho de Baterías Híbridos*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Tabla 8**

*Guía de Almacenaje o Desecho de Baterías Híbridos*

Clasificación		Elemento	Mediciones
Batería sin daños		Almacenamiento	Quite el tapón de desconexión de servicio y guarde la batería en las mismas condiciones que una batería nueva.
		Transporte	Minimice los impactos y asegúrese de que la batería no entra en contacto con otras piezas.
		Eliminación	Transporte la batería al lugar de desecho correspondiente
Batería dañada	Común	Método de comprobación	<p><b>1. Compruebe el voltaje</b>(usando un multímetro)</p> <p>(1) Mida el voltaje entre el terminal (+) superior del tapón de desconexión de servicio y el terminal (-) del cable de conexión [Batería del alto voltaje – PRA]. → Especificación: <b>Aprox. 150 V.</b></p> <p>(2) Mida el voltaje entre el terminal (-) inferior del tapón de desconexión de servicio y el terminal (+) del cable de conexión [Batería del alto voltaje – PRA]. → Especificación: <b>Aprox. 120 V.</b></p> <p>► Mediciones: Si son anómalas, sumerja la batería en agua salada inmediatamente para prevenir un incendio.</p> <p><b>2. Comprobación de temperatura</b>(usando un termómetro de no contacto)</p> <p>(1) Compruebe la temperatura de la carcasa de la batería.</p> <p>(2) Compruebe los cambios de temperatura midiendo la temperatura de nuevo después de 30 minutos.</p> <p>► Criterios: El cambio debería ser 3 °C o menos y la temperatura debería estar por debajo de los 35 °C.</p> <p>► Mediciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Si la temperatura es mayor de 35°C, por favor, coloque la batería en un lugar frío y seco y espere a que la temperatura de la batería vuelva a ser de 35°C.</li> <li>– Si el cambio de temperatura es de más de 3°C y sigue aumentando, sumerja la batería en agua salada inmediatamente.</li> <li>– Si la temperatura continúa subiendo cuando la mida a intervalos de 30 minutos, sumerja la batería en agua salada inmediatamente.</li> </ul> <p><b>3. Comprobación de la resistencia del aislamiento</b>(usando una prueba MΩ)</p> <p>(1) Mida la resistencia del aislamiento entre el terminal (+) del relé de potencia y la cubierta del pack de la batería</p> <p>(2) Mida la resistencia del aislamiento entre el terminal (-) del relé de potencia y la cubierta del pack de la batería</p> <p>► Criterios: 5MΩ o menos (a 500V)</p> <p>► Mediciones: Aíse la batería usando materiales aislantes. (Consulte "Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar.")</p> <p><b>4. Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar</b>(Comprobación visual)</p> <p>(1) Batería de alto voltaje - Terminal del cable PRA</p> <p>(2) Conector de detección de voltaje BMS</p> <p>► Medidas de aislamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Use cinta aislante o tapa de goma prevenir un cortocircuito del pack, células, módulos de la batería.</li> <li>– Arregle el terminal del conector para evitar que el cableado se mueva.</li> </ul> <p><b>5. Comprobación de fugas de electrolitos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Compruebe si hay olores a 30 cm del pack de la batería (olores de electrolitos como químicos o acrílicos).</li> </ul> <p>► Mediciones: Sumergir la batería en agua salada inmediatamente si se detecta un olor.</p>
Batería dañada	Resultados de la comprobación de una batería dañada: normal	Almacenamiento	Quite el tapón de desconexión de servicio y guarde la batería en las mismas condiciones que una batería nueva.
		Transporte	Minimice los impactos y asegúrese de que la batería no entra en contacto con otras piezas.
		Eliminación	Transporte la batería al lugar de desecho correspondiente; descárgela sumergiéndola completamente en agua salada y lleve a cabo el procedimiento de desecho.
	Resultados de la comprobación de una batería dañada: anómalo	Almacenamiento	Quite el tapón de desconexión de servicio, aíse todos los terminales expuestos, coloque la batería en un sitio frío y seco lejos de sustancias volátiles o combustibles, use materiales de aislamiento (cinta aislante, tapas de goma, etc.) o vinilo para envolver la batería; use materiales antigolpes dentro de la caja. ► Medida de aislamiento: Consulte "Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar." ► Empaquetado: Las baterías anómalas han de ser empaquetadas igual que las nuevas.
		Transporte	Minimice los impactos y asegúrese de que la batería no entra en contacto con otras piezas.
		Eliminación	Transporte la batería al lugar de desecho correspondiente; descárgela sumergiéndola completamente en agua salada y lleve a cabo el procedimiento de desecho.

Fuente: (Hyundai, 2018)

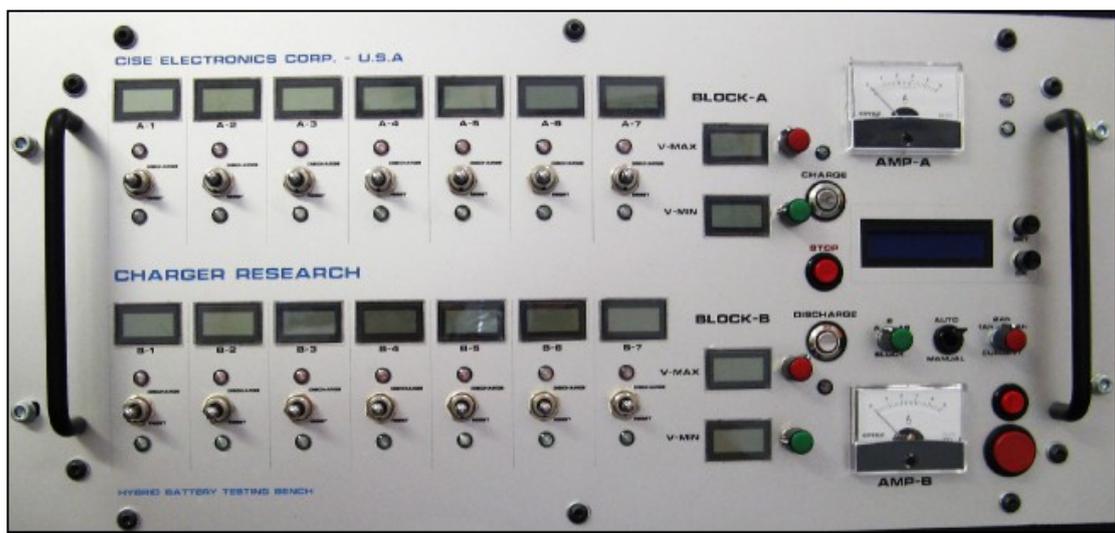
## 2.4 Proceso de Recuperación de Baterías

### 2.4.1 Banco de Pruebas Charger Research

El banco de trabajo “Charger Research” es un equipo que permite evaluar el estado, funcionamiento y también permite generar cargas como descargas de las baterías que se vayan a conectar. Las baterías que puede evaluar son baterías de carros híbridos y eléctricos; la unidad está en posibilidades de reparar las celdas internas de la batería.

**Figura 65**

*Banco Charger Research*

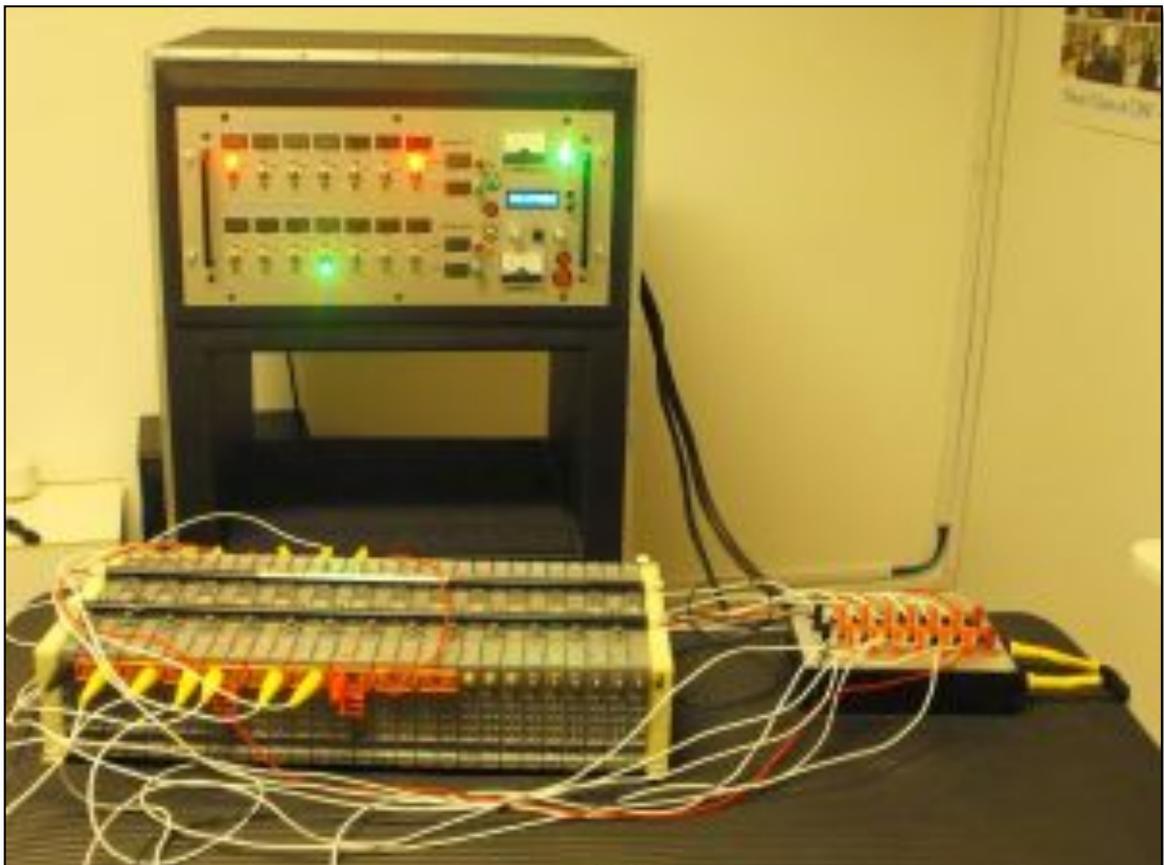


El banco Charger Research por motivos de seguridad tiene dos bloques por separados nombrados por bloque A y B. Por cada uno de los bloques se pueden conectar hasta siete celdas de baterías con una tensión nominal de 7.2 V, el voltaje total no supera el valor de sesenta voltios para que no implique ningún daño para el usuario por exceso de voltaje.

De esta forma con los dos bloques se puede evaluar hasta 14 celdas al mismo momento. En cada celda que sea analizar, cargar o descargar posee un medidor individual de voltaje. Cada recuperación conlleva a una carga y descarga para cada celda con esto se analiza la corriente y tensión por medio de dos medidores para verificar los voltajes mínimos como el máximo de cada celda dependiendo a los voltajes que estén configurados en el equipo para descarga y carga de cada celda; cada bloque se configura con dos celdas por bloque. Cada bloque opera por separado el A o el B trabajan por separados.

**Figura 66**

*Conexiones del Charger Research*



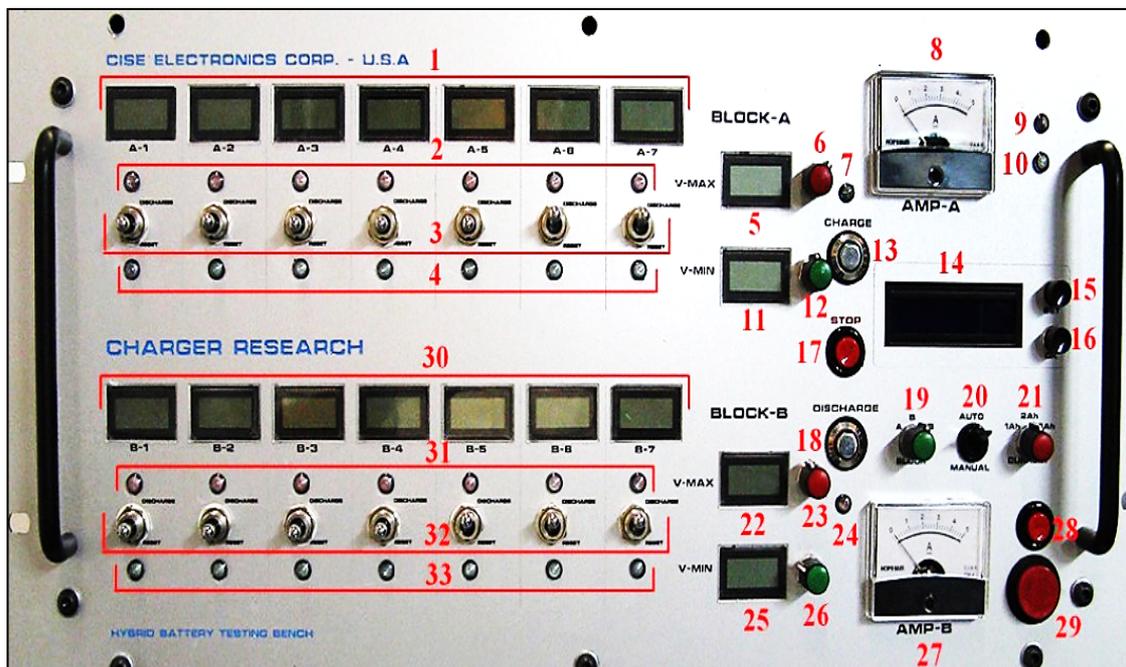
Fuente: (TAAET, 2016)

## 2.4.2 Partes del Banco de Pruebas Charger Research

En la figura 35 se analiza las partes de cada una de las partes del banco según el numeral.

Figura 67

### Partes del Banco de Pruebas



1. Conjunto voltímetros bloque A
1. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango alto bloque A
2. Conjunto llaves tres posiciones – Alta: forzar carga – Media: Posición normal de trabajo - Baja: Reseteo – bloque A
3. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango seteado bajo bloque A
4. Voltímetro indicación máximo voltaje de carga admitido bloque A
5. Potenciómetro selección máximo voltaje de carga bloque A
6. Led indicación
7. Amperímetro para carga y descarga bloque A

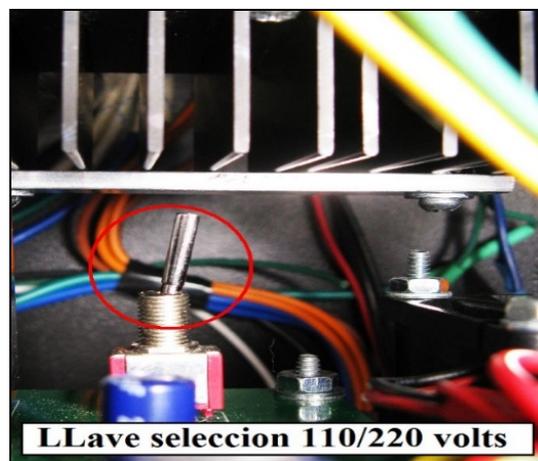
8. Led indicación
9. Led indicación
10. Voltímetro indicación mínimo voltaje de descarga admitido bloque A
11. Potenciómetro selección mínimo voltaje de descarga bloque A
12. Pulsador comienzo de carga bloque A
13. Display seteos bloque A y B
14. Pulsador visualización de seteos – selección de bloque – corriente – tiempo de ambos bloques
15. Pulsador aprobación seteos
16. Pulsador detención de actividad
17. Pulsador comienzo de descarga
18. Selector de bloques A – B o ambos
19. Selector automático/manual
20. Selector corriente (amp) para carga y descarga
21. Voltímetro indicación máximo voltaje de carga admitido bloque B
22. Potenciómetro selección máximo voltaje de carga bloque B
23. Led indicación
24. Voltímetro indicación mínimo voltaje de carga admitido bloque B
25. Potenciómetro selección mínimo voltaje de descarga bloque B
26. Amperímetro para carga y descarga boque B
27. Pulsador de puesta en marcha del equipo
28. Pulsador reseteo y apagado del equipo
29. Conjunto voltímetro bloque B
30. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango alto bloque B
31. Conjunto llaves tres posiciones – Alta: forzar carga – Media: Posición normal de trabajo - Baja: Reseteo bloque B
32. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango seteado bajo bloque B



El banco es configurado dependiendo el lugar donde será utilizado, el mismo funciona a 120V o 220V respectivamente; esta configuración se la puede cambiar dependiendo la necesidad del usuario. Para realizar el cambio de V de alimentación se puede lograr desmontando la tapa superior en la parte trasera del equipo y proceder al cambio de voltaje de alimentación dependiendo de la red eléctrica que disponga donde esté conectado el equipo.

**Figura 69**

*Conexión Trasera del Charge Research*

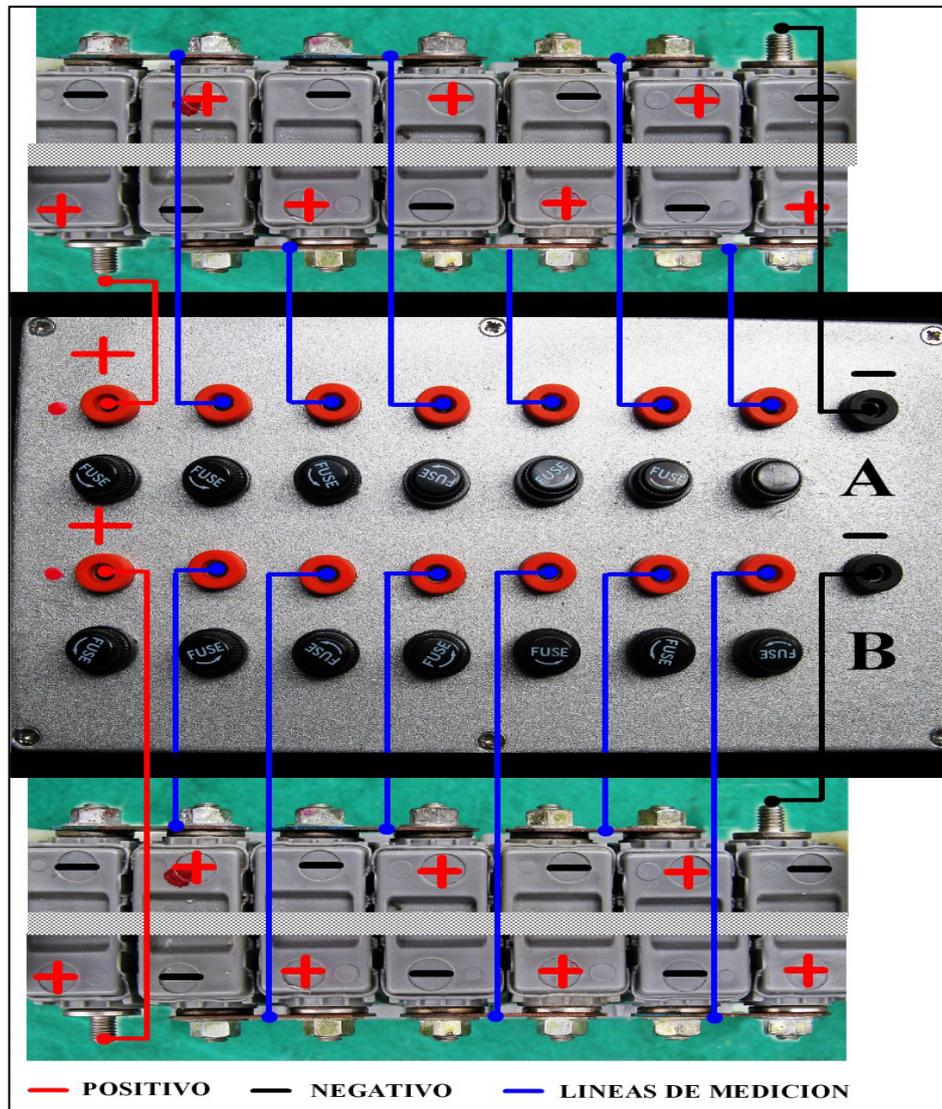


1) Conectar los cables de conexión para los bloques A y B, los cables se conectan a la parte trasera del banco de trabajo; los cables rojos y negros serán conectados en los bloques A y B; los rojos como positivos y los negros como negativos respectivamente. En la imagen número 43 se aprecia las conexiones respectivas para el análisis de las celdas.

Proceder a encender la unidad con el interruptor que está en la parte trasera de la misma, luego se comprueba el encendido del equipo por medio de un chequeo visual en los leds y los paneles en la parte delantera.

**Figura 70**

*Conexión del Charger Research a las Celdas de la Batería*



## Recolección De Datos

### 3.1 Revisión Técnica del Sistema de Baterías de Alto Voltaje

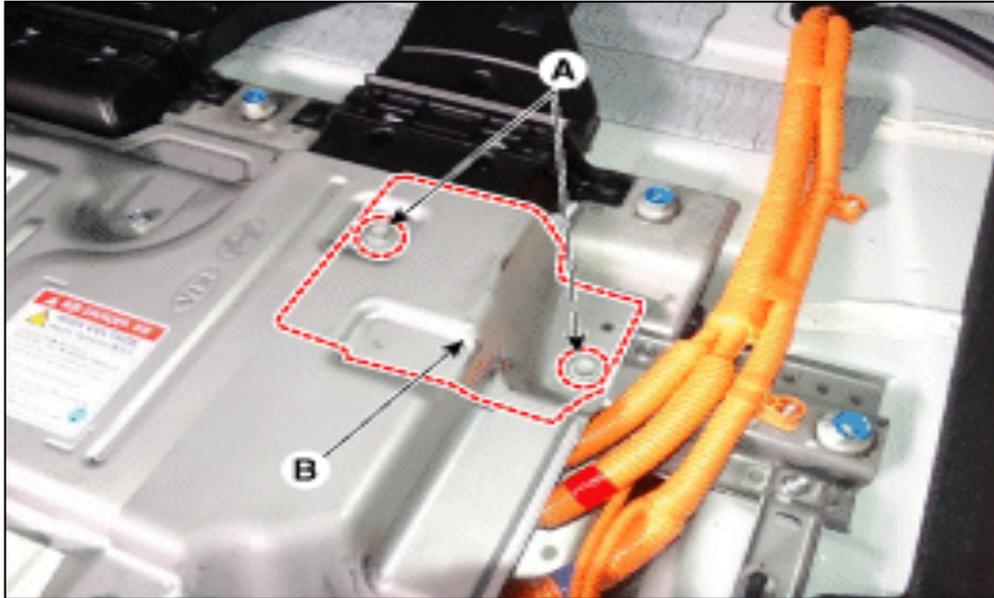
#### 3.1.1 Procedimiento de Desconexión del Alto Voltaje

Este procedimiento se visualiza en la figura 71. Además, los componentes del sistema de alto voltaje son:

- ✓ Pack de batería de alto voltaje
  - ✓ Conjunto de relé de potencia
  - ✓ BMS
  - ✓ ECU
  - ✓ Unidad de control de potencia híbrida
  - ✓ Motor de accionamiento híbrido
  - ✓ HSG
  - ✓ Compresor eléctrico del A/C
  - ✓ Convertidor CC
  - ✓ Cable de alimentación
  - ✓ Compresor eléctrico
- 1) Poner el interruptor de marcha en OFF luego desconectar el terminal negativo y el auxiliar de la batería 12V
  - 2) Se procede a desmontar la placa que esta de cubierta dentro del maletero
  - 3) Luego se desmonta el molde que está en el lado del maletero
  - 4) Sacar los pernos A de instalación y sacar la cubierta de la tapa B.

**Figura 71**

*Desconexión de Alto Voltaje*

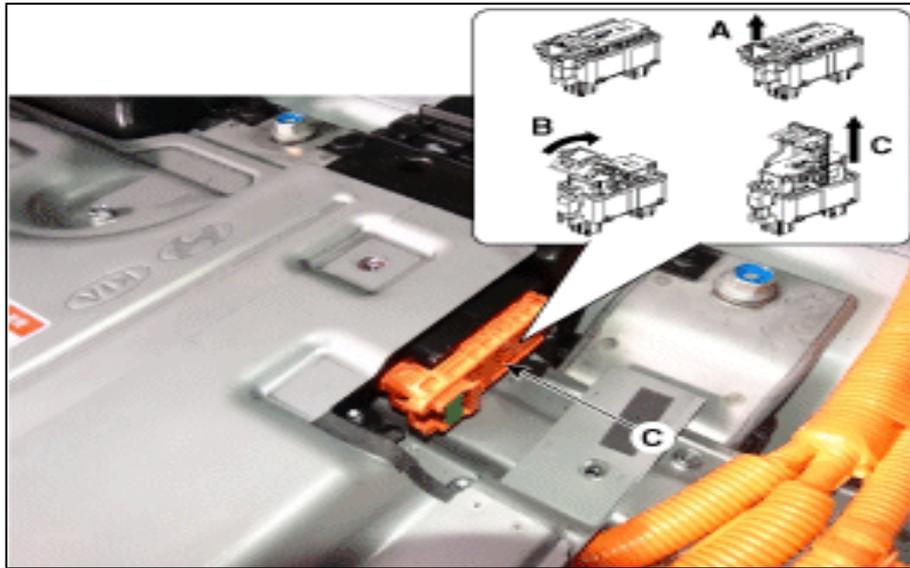


Fuente: (Hyundai, 2018)

- 5) Se tiene que sacar el gancho A y desacoplar el enchufe de seguridad C empujando la palanca B para la dirección de la flecha.
  - 6)
  - 7) Esperar que los capacitores del sistema de alto voltaje se descarguen y esperar alrededor de 5 min
  - 8) Tomar las mediciones de el voltaje entre los terminales del inversor para verificar si el capacitor del inversor este descargado por completo.
- ✓ Sacar el filtro de aire
  - ✓ Desconecte el cable del inversor A

**Figura 72**

*Desconexión de Enchufe de Seguridad*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 73**

*Desconexión de Inversor*

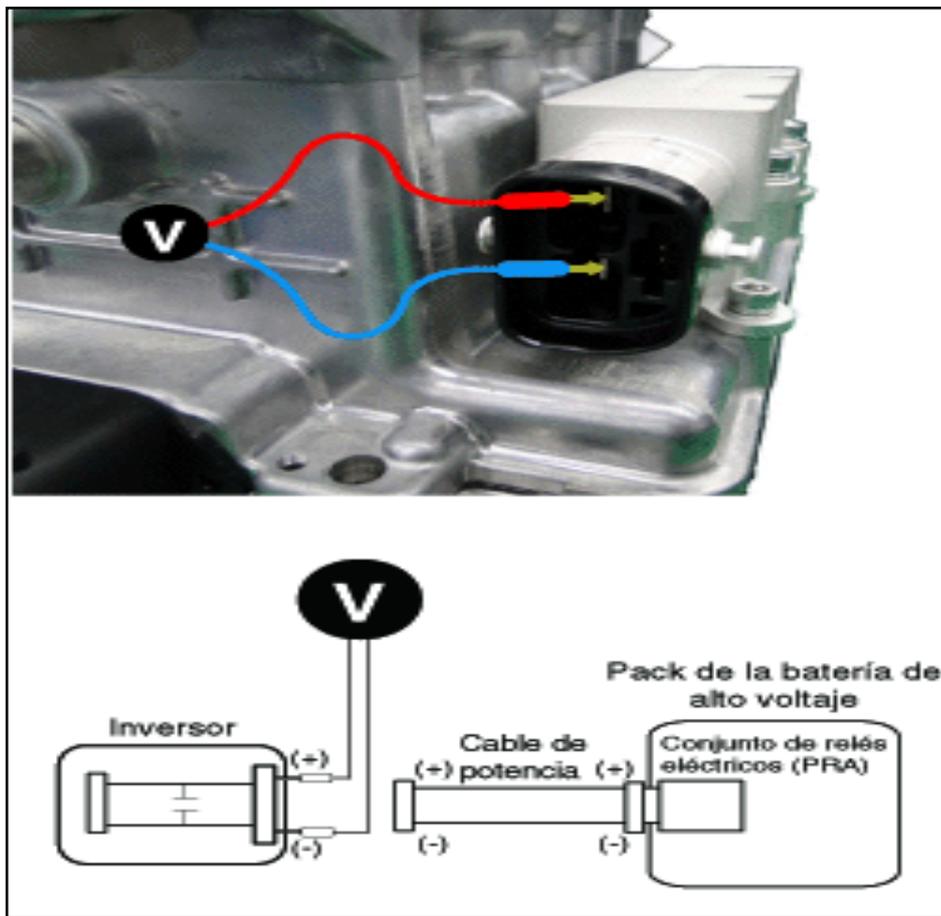


Fuente: (Hyundai, 2018)

- ✓ Realizar las mediciones entre el positivo y negativo del inversor
- Menor a 30V: El circuito de alta ha sido apagado correctamente
- Mayor a 30V: Falla en el circuito de alta

**Figura 74**

*Mediciones del Inversor*



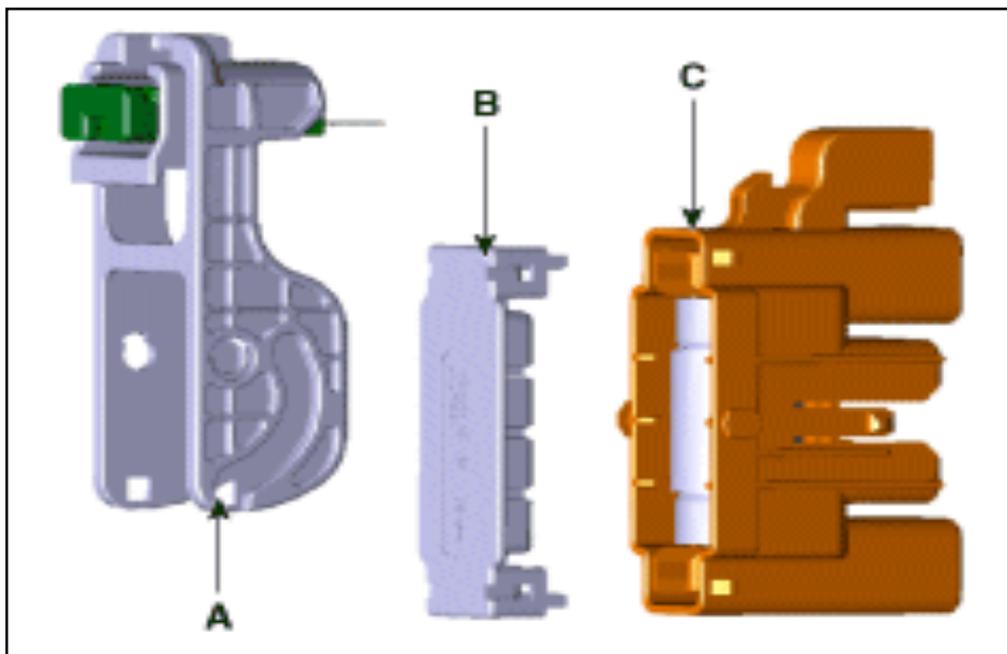
Fuente: (Hyundai, 2018)

### 3.1.2 Comprobación del Fusible Principal del Alto Voltaje

- 1) Sacar la palanca de la cubierta de protección A.
- 2) Sacar la cubierta del enchufe de seguridad A y desmonte el fusible principal B sacando los pernos de montaje.
- 3) Medir la resistencia del fusible principal. Especificaciones: 1 Ohm o inferior.
- 4) Si la resistencia no pertenece dentro del rango, cambiar el fusible de alta.

**Figura 75**

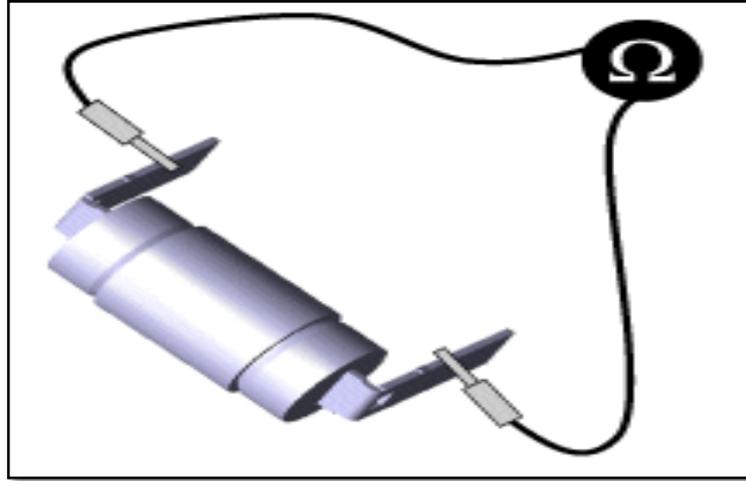
*Cubierta del Fusible de Alto Voltaje*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 76**

*Fusible del Alto Voltaje*



Fuente: (Hyundai, 2018)

### ***3.1.3 Comprobación de Indicios de Soldadura en el Relé de Alto Voltaje***

Para desmontar el conjunto de baterías con seguridad, se tiene que comprobar si existen daños de soldadura en relé principal de alta tensión. Se puede usar la información del Sistema de Diagnostico Global para comprobar daños en el relé de alta tensión.

- 1) Conecte el tester al conector de diagnóstico automático.
- 2) Conecte el encendido.
- 3) Compruebe el si hay daños en por soldadura en BMS en los datos del GDS.

**Figura 77**

*GSD e Interfaz*

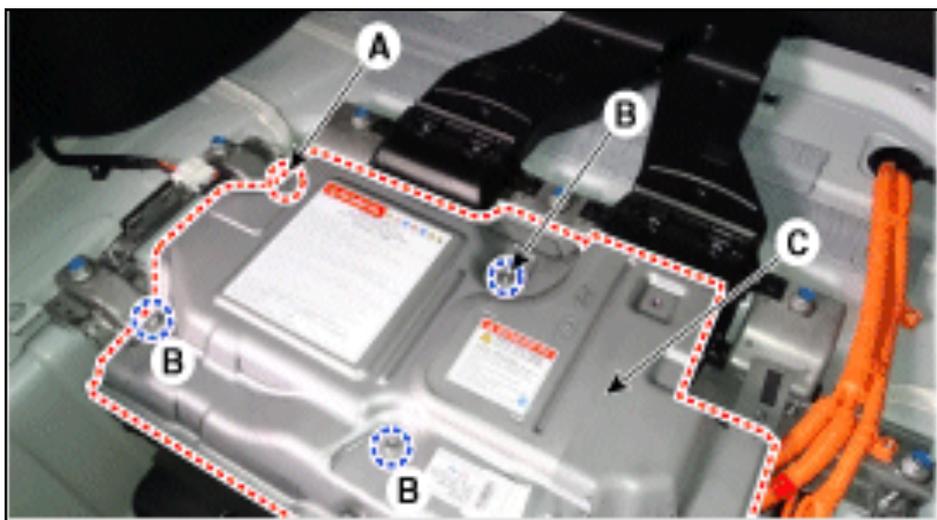


Fuente: (Hyundai, 2018)

- 4) Desconecte el alto voltaje
- 5) Saque el perno A y tuerca B para sacar la cubierta de la batería de alta tensión C

**Figura 78**

*Cubierta de Batería*

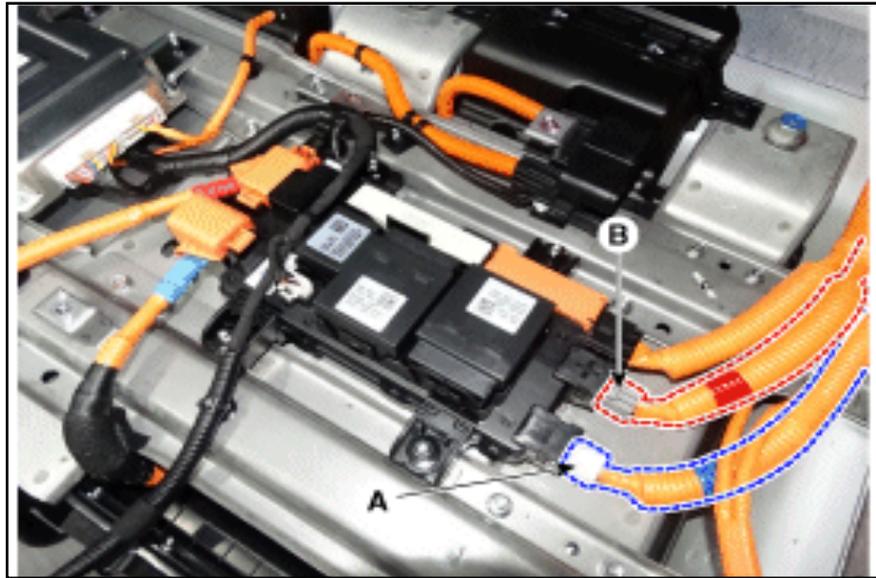


Fuente: (Hyundai, 2018)

- 6) Desenchufe el conector del cable de alimentación del inversor A y conector B

**Figura 79**

*Conector del Inversor*



Fuente: (Hyundai, 2018)

- 7) Medir la resistencia en el relé de alta tensión y comprobar si existen indicios de daños, 1 OHM o menos indica que existen daños de soldadura.

### ***3.1.4 Comprobación de la Resistencia al Aislamiento***

La resistencia al aislamiento de la alta tensión usado en los sistemas híbridos puede verificarse aplicando los datos de servicio del GDS que es el scanner de la marca.

- 1) Conectar el GDS al conector de autodiagnóstico (DLC).
- 2) Realizar la conexión de encendido.

- 3) Compruebe con el GDS la resistencia al aislamiento del sistema con los datos que refleja el GDS.
- 4) El rango normal de la resistencia del aislamiento debe ser alrededor de 1 mega ohmio Desconecte la alta tensión.
- 5) Sacar el perno A y la tuerca B y proceda a sacar la tapa de la batería de alta tensión C.
- 6) Conecte el terminal negativo de la prueba de aislamiento A a masa del conjunto de baterías de alto voltaje .

**Figura 80**

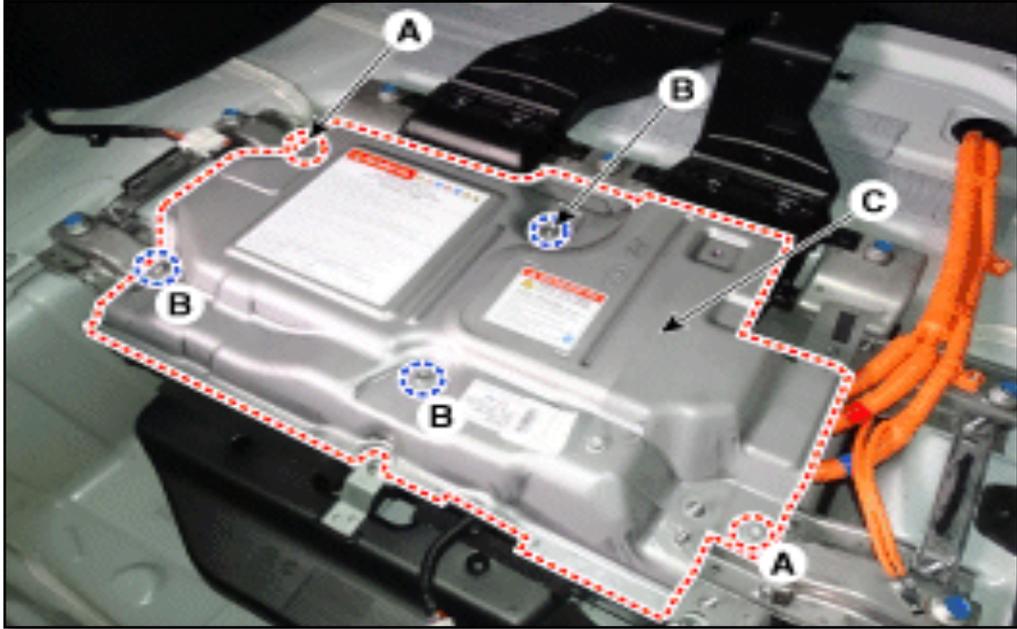
*Medición de Resistencia con GDS*

Sensor Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	39.0	%
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage	262.9	V
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current	2.0	A
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	49.21	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Inverter Capacitor Voltage	265	V
<input checked="" type="checkbox"/> Isolation Resistance	1000	kOhm
<input type="checkbox"/> MCU Ready	YES	-
<input type="checkbox"/> MCU Main Relay Off Request	NO	-
<input type="checkbox"/> MCU Controllable	YES	-
<input type="checkbox"/> MCU(GCU) Ready	YES	-
<input type="checkbox"/> MCU(GCU) Main Relay Off Request	NO	-
<input type="checkbox"/> MCU(GCU) Controllable	YES	-
<input type="checkbox"/> HCU Ready	YES	-
<input type="checkbox"/> HCU Engine Start Signal	NO	-
<input type="checkbox"/> Drive Motor Speed	0	RPM
<input type="checkbox"/> Actual Generator(HSG) Speed	0	RPM
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 1	3.64	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 2	3.64	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 3	3.64	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 4	3.64	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 5	3.64	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 6	3.64	V

Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 81**

*Retiro de cubierta de batería*



Fuente: (Hyundai, 2018)

**Figura 82**

*Conjunto de Batería*



Fuente: (Hyundai, 2018)

7) Conecte el terminal positivo de la prueba a la batería de alto voltaje y proceda a medir la resistencia.

### 3.1.5 Comprobación de Alto Voltaje

1) Mida la tensión entre el terminal positivo superior de la desconexión de servicio y el terminal negativo del cable de conexión

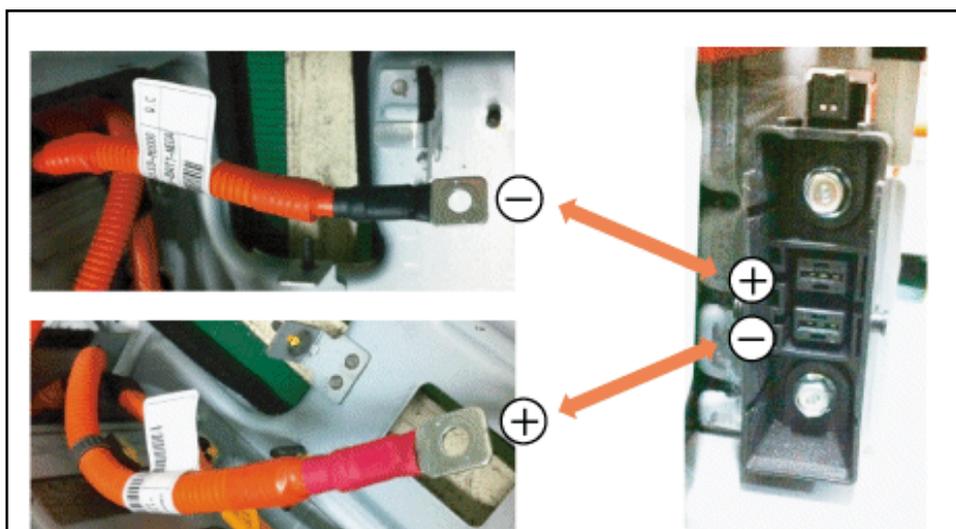
a. Aproximadamente tiene que ser 150 Voltios

2) Mida la tensión entre el terminal negativo inferior de la desconexión de servicio y el terminal positivo del cable de conexión

b. Aproximadamente tiene que ser 150 Voltios

**Figura 83**

*Medición de voltaje*



Fuente: (Hyundai, 2018)

### 3.1.6 Análisis de Celdas

Para realizar el análisis de las celdas hay que tener en cuenta las especificaciones generales, funcionales del pack de batería y del conjunto del relé de potencia del vehículo.

**Tabla 9**

#### *Especificaciones Generales de la Batería de Alto Voltaje*

Elemento	Especificación	Observaciones
Número de células	8 Células × 9 Módulos	1 Células = 3,75 V
Voltaje nominal (V)	270	Voltaje del terminal a una Descarga 1C nominal, SOC 55%, 20°C (68°F)
Capacidad nominal (Ah)	6,5	[Comienzo de la vida, 20°C (68°F)]
Energía Nominal (BI)	1.755	Capacidad nominal X Voltaje nominal

Fuente: (Hyundai, 2018)

**Tabla 10**

#### *Especificaciones Funcionales de la Batería de Alto Voltaje*

Elemento	Especificación
Potencia de descarga (kW)	Máx. 56
Potencia de carga (kW)	Máx. (-) 45
Voltaje de funcionamiento (V)	180 ~ 310 [2.5V ≤ Voltaje de la célula ≤ 4.3V]
Corriente de funcionamiento (A)	-250 ~ 250

Fuente: (Hyundai, 2018)

**Tabla 11***Especificaciones del Conjunto de Relé de Potencia*

Elemento	Especificación
Potencia de descarga (kW)	Máx. 56
Potencia de carga (kW)	Máx. (-) 45
Voltaje de funcionamiento (V)	180 ~ 310 [2.5V ≤ Voltaje de la célula ≤ 4.3V]
Corriente de funcionamiento (A)	-250 ~ 250

Fuente: (Hyundai, 2018)

**Tabla 12***Especificaciones del Conjunto de Relé de Potencia en Voltaje y Corriente*

Elemento	Especificación
Voltaje nominal (V)	450
Corriente nominal (A)	80

Fuente: (Hyundai, 2018)

Para proceder al análisis de las baterías híbridas se usará el banco de trabajo Charger Research y seguir los siguientes pasos:

- 1) Se realiza un análisis visual del equipo con el que se vaya a trabajar, se busca que el conjunto de baterías este sin ningún daño que pueda afectar al técnico o a los equipos de diagnóstico que se usen en la prueba.
- 2) Se procede a hacerse las desconexiones internas entre todo el conjunto de alto voltaje.

**Figura 84**

*Batería Híbrida para Análisis*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

**Figura 85**

*Conexión de Alto Voltaje*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

3) Se separan las celdas en bloques para luego analizar el estado físico en cada una de ellas antes de generar la conexión con el banco de prueba.

**Figura 86**

*Block de Celdas*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

### **3.2 Proceso de Primera Descarga de la Batería**

1) Para empezar con la descarga de la batería se debe armar dos bloques, los bloques A y B respectivamente, cada bloque está conformado de siete celdas cada uno; se conectarán en forma de circuito serie.

**Figura 87**

*Conexión en serie de las celdas*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

2) Luego de que estén conectadas en serie cada bloque de manera independiente se lo conectara con el banco Charger Research. Se conectará de la siguiente manera:

3) Configurar en los controles del charger research.

a. Se pone los controles en descarga automática con el botón de descarga

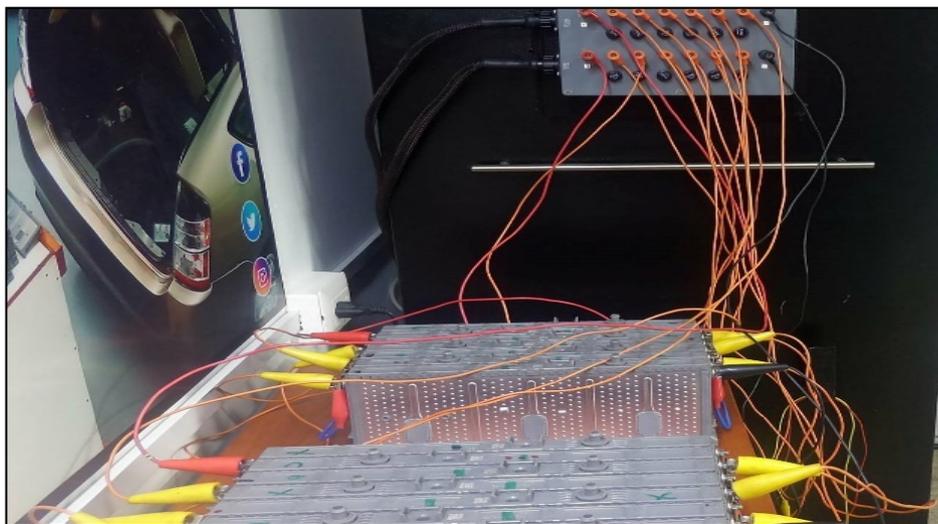
b. Se debe seleccionar la corriente para la descarga a 1 amperio

c. Potenciómetro mínimo de voltaje a 2.5 Voltios

d. Se procede a seleccionar el tiempo de descarga a 2 horas

## Figura 88

### *Conexión con Charger Research*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

**Figura 89**

*Descarga en Charger Resecar*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

### **3.3 Aplicación de Cálculos y Fórmulas**

Dentro de las fórmulas que se necesitan para el cálculo se tiene a las siguientes:

a) Carga (Q) ; b) Descarga (Q); c) Ecuación de carga (SOC).

**a) Carga (Q):**

$$Q = I \times T$$

$$2A \times 3hrs = 6A/hrs$$

Ecuación 1. Ecuación de carga.

Donde:

- I es intensidad de corriente expresado en amperios
- T es tiempo expresado en horas

**b) Descarga(Q):**

$$Q = I \times T$$

$$1A \times 0.5hrs = 0.5A/hrs$$

Ecuación 2. Ecuación de descarga.

Donde:

- I es intensidad de corriente expresado en amperios
- T es tiempo expresado en horas

**c) Estado de carga (SOC):**

$$SOC = \frac{I \times T}{Q} \times 100\%$$

$$\frac{2A \times 1hr}{6.5A/hrs} \times 100\% = 30.7\%$$

Ecuación 3. Ecuación de estado de carga en porcentaje

Donde:

- I es intensidad de corriente expresado en amperios
- T es tiempo expresado en horas
- Q es la carga expresada en amperio hora

### **3.4 Proceso de Carga de la Batería**

A continuación, se detallan los pasos a seguir para este proceso.

- 1) *Procedimiento de precarga*
  - a. Configurar en el panel del charger research (30 min 1 Amp)
    - i. Se setea en precarga automático
    - ii. Corriente de carga 1 Amp.
    - iii. Selector del voltaje máximo a 4.10 Voltios
    - iv. Tiempo a 30 min
  - b. Terminado los 30 min de precarga, el voltaje en todas las celdas se debe mantener una tensión nominal, luego se procede a esperar 10min.
    - i. Si la tensión no varía en los 10 min se coloca como celda aprobada
    - ii. Si la tensión disminuye al pasar los 10 min se puede considerar una celda con problemas.

## Figura 90

### *Carga de los Blocks en Charger*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

- 2) *Procedimiento de carga a una capacidad del 30%*
  - a. Configurar los controles del Charger a (60 min 2Amp)
  - b. Terminado los 60 min de carga, los voltajes no pueden ser más del voltaje máximo a 4.10 voltios.

**Figura 91**

*Configuración en Charger Research*



Fuente: (Cise Electronics, 2018)

### **3.5 Proceso de Descarga de la Batería**

- 1) Configurar el banco para una descarga a (2 horas 1 Amp).
- 2) Mientras el Charger Research está descargando las celdas se puede empezar a categorizar las celdas analizando el tiempo en el que la celda llega a el voltaje mínimo.

### 3.6 Cambio y Categorización de Celdas

Luego de las pruebas las celdas se las categorizan dependiendo el estado de vida útil de las mismas, se dividen en 4 categorías que son: A, B, C y X. Las celdas se clasifican según el Amper/hora que entregan en las pruebas del banco “Charger Research”.

Las celdas que se usaran en el pack de baterías tienen que estar balanceadas en el banco Charger Research, cada celda está dividida por categorías ya sea A, B, C, si se requiere recuperar la batería pues todas las celdas deben tener la misma categoría para poder funcionar correctamente.

**Tabla 13**

*Categorización de celdas*

<b>CATEGORIA</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>A</b>	<b>1:41 a 2:00</b>
<b>B</b>	<b>1:26 a 1:40</b>
<b>C</b>	<b>1:10 a 1:25</b>
<b>Celda defectuosa. Marco con (X)</b>	<b>Menos de 1:10</b>

Fuente: (Cise Electronics, 2018)

- **Categoría A:** La categoría A define a que la celda está en completo funcionamiento, sin ningún inconveniente en el sistema de carga; la unidad puede rodar con todas las celdas tipo sin ningún problema y con una vida útil comparable a una batería nueva.

- **Categoría B:** La categoría B se define a que la celda posee alrededor del 60% de vida útil de la misma, el vehículo puede funcionar sin ningún problema; se debe tener en cuenta de que el vehículo debe proceder con los mantenimientos preventivos del sistema híbrido
- **Categoría C:** Esta categoría es la última categoría con menos del 50% de vida útil con recomendación de cambio en el próximo mantenimiento.
- **Celda X:** La celda marcada por la X es una celda que ya no puede funcionar en el vehículo, ya que la celda no paso las respectivas pruebas de entrega de Amp/hora, al estar esta celda defectuosa será desplazada y reemplazada por otra celda en la misma categoría de las demás.

Las celdas marcadas con la X son celdas que ya no sirven para un pack de baterías de un vehículo híbrido o eléctrico; estas celdas se les puede dar otro tipo de uso, en el país no se tiene un buen sistema de reciclaje ya que este tipo de celdas poseen aun un buen sistema de carga como para generar carga para un sistema de seguridad con un cordón extenso. Las celdas pueden generar y mantener cargas junto a potenciómetros para sistemas de emergencia.

### **3.7 Precauciones e Información de Seguridad General en el Trabajo con Vehículos Híbridos y Eléctricos**

Tomando en cuenta que estos vehículos contienen una batería de alto voltaje, si se controla el sistema de alto voltaje o el vehículo de forma incorrecta esto podría ligarse con graves accidentes, como descargas y fugas eléctricas. Hay

que tomar en cuenta las siguientes advertencias cuando se trabaja con alto voltaje:

- ✓ Asegurarse que este desconectado el enchufe de alto voltaje desenchufándose el enchufe de seguridad antes de realizar cualquier tipo de comprobación o reparación en el sistema.
  
- ✓ La persona que trabaje el vehículo debe tener en cuenta que el enchufe este desconectado y guardarlo para que no se conecte por error.
  
- ✓ No llevar objetos metálicos mientras se trabaja con alto voltaje ya que puede provocar descargas eléctricas.
  
- ✓ Antes de empezar a trabajar con alto voltaje se debe usar equipos de protección personal.
  
- ✓ Coloque las partes de alto voltaje desmontados sobre una alfombra dieléctrica.

## Discusión de Resultados de la Revisión Técnica de la Batería

Según el análisis de la revisión técnica el vehículo presento un DTC con el scanner GDS, el DTC que presento la unidad fue con el código “POA7F” dicho código indica que existe un deterioro en el pack de batería, por ese motivo el vehículo no estaba funcionando correctamente; la unidad reflejaba intermitencia en el funcionamiento.

Tras revisar el DTC se procedió a revisar el circuito de alta tensión, las conexiones del pack de baterías y el módulo de esta. Se pudo detectar el mal funcionamiento de la batería y se la procedió a desmontar para realizar el análisis con el banco de prueba Charger Research para poder encontrar la falla en el pack de baterías.

### 4. Códigos de Fallas DTC

Los códigos de falla que se presentaran a continuación son DTCs que se presentan por fallas de interfaz entre el rack de baterías de alto voltaje y la computadora del sistema híbrido o eléctrico. Los DTC del circuito de alto voltaje son los siguientes:

- **POA7E:** Sobre temperatura del pack de la batería híbrida
- **POA7F:** Deterioro del pack de la batería híbrida
- **P0A0D:** Circuito de interbloqueo del sistema de alto voltaje
- **P0A81:** Circuito abierto/Cortocircuito del control 1 del ventilador de refrigeración

- **P0082:** Bloqueo Off del rendimiento 1 del ventilador de refrigeración del pack de la batería híbrida
- **P0090:** Circuito "A" del sensor de temperatura de la batería híbrida da bajo
- **POAC2:** Circuito "A" del sensor de corriente del pack de la batería híbrida alto
- **POAC7:** Circuito "13" del sensor de temperatura de la batería híbrida bajo
- **POAC8:** Circuito "B" del sensor de temperatura de la batería híbrida alto
- **P0B313:** Circuito "N" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0040:** Circuito "13" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0B45:** Circuito "C" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0134A:** Circuito "D" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **POB4F:** Circuito "E" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0854:** Circuito "F" del sensor de voltaje de la batería híbrida.
- **P01359:** Circuito "G" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0B5E:** Circuito "H" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **POB40:** Circuito "B" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0B45:** Circuito "C" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **POB4A:** Circuito "O" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **POB4F:** Circuito "E" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **POB54:** Circuito "F" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P01359:** Circuito "G" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **P0B63:** Circulo "I" del sensor de voltaje de la batería híbrida
- **PODE6:** Voltaje bajo de la célula del pack de la batería híbrida
- **PODE7:** Voltaje alto de la célula del pack de la batería híbrida
- **P1A6F:** Circuito de señal de despliegue del airbag alto
- **P1A71:** Circulo de serial de despliegue del airbag bajo

- **P1B25:** Fallo del recorrida de alto voltaje
- **P1B76:** Fallo del relé de alto voltaje
- **P1B77:** Falle de precarga de alto voltaje
- **P1B90:** Fallo del circuito del sensor de voltaje de la batería de alto voltaje
- **P1B97:** Fallo del circuito del sensor de temperatura de la batería de alto voltaje
- **00001:** Comunicación del CAN BUS de alta velocidad OFF (C-CAN)
- **U0110:** Comunicación interrumpida con el módulo de control del motor de accionamiento (CAN C)
- **U9293:** Comunicación interrumpida con el módulo de control del tren de potencia del hibrido (CAN C)
- **U1001:** Bus de comunicación CAN de alta velocidad (CAN H)
- **U1004:** Comunicación interrumpida con el módulo de control del tren de potencia del híbrido (CAN H)
- **U1005:** Comunicación interrumpida con el módulo de control del motor de accionamiento (H-CAN)

## 4.2 Revisión de las Celdas

Dependiendo del estado de carga por porcentaje (SOC) se puede ver la entrega de Amper/hora de cada celda, en el análisis de las celdas del pack de baterías del vehículo; en la revisión de las celdas se vio afectado el primer módulo que consta de 8 celdas, entrando en la categoría “X” con un voltaje variable, no posee un voltaje estable. El voltaje del módulo 1 presento variaciones de 2 a 3

voltios, los módulos del 2 al 9 están en la categoría “A” con un voltaje estable y entrega de tensión optima en el tiempo respectivo.

**Tabla 14**

*Categorización de Módulos por Tiempo*

<b>MODULO</b>	<b>TIEMPO EN HORAS</b>
<b>MODULO 1</b>	<b>1:00</b>
<b>MODULO 2</b>	<b>2:00</b>
<b>MODULO 3</b>	<b>1:58</b>
<b>MODULO 4</b>	<b>1:57</b>
<b>MODULO 5</b>	<b>2:00</b>
<b>MODULO 6</b>	<b>1:59</b>
<b>MODULO 7</b>	<b>2:00</b>
<b>MODULO 8</b>	<b>1:59</b>
<b>MODULO 9</b>	<b>2:00</b>

En la tabla 14 se puede apreciar el tiempo de entrega en horas, dependiendo de este tiempo de entrega pues se generará la categorización de las celdas o de los módulos, en el caso de la prueba que se está realizando se logra ver que el módulo uno tiene un tiempo de entrega de 1 hora lo cual según los

rangos las celdas o módulos entran en la categoría X ya que presenta una rápida descarga e inestabilidad en los voltajes.

A pesar de las leves variaciones de tiempo en los módulos 2 – 9 igual entran en la categoría “A” ya que la entrega en la descarga se encuentra con una tolerancia aceptable para la categorización y se puede afirmar que no habrá ningún tipo de problemas en el vehículo.

### **4.3 Análisis para la Recuperación de Celdas**

Una vez que se haya identificado las celdas o los módulos que estén afectando el pack de batería se procedió al proceso de recuperación generando una descarga y recarga para analizar el tiempo de entrega de Amper/Hora, el módulo completo estaba afectado, estando en la categoría “X”, según la tabla 11, no se puede generar la recuperación de esta.

Según el proceso, las celdas del módulo afectado serán reemplazadas por celdas de la misma categoría que los 8 módulos restantes, se procedió a cambiarse con celdas tipo “A” con un voltaje estable y en el mismo rango de entrega de Amper/Hora.

Al haberse armado el pack de baterías e instalado en el vehículo, el vehículo no presento ningún problema al encender y tampoco se reflejó en el panel el DTC que mostraba problemas en el pack de baterías.

Las 8 celdas del módulo afectado sirvieron para generar un arrancador para el mismo vehículo, ya que las celdas aún seguían funcionales para reciclarlas de este modo

**Tabla 15**

*Categorización de Módulos luego del Reemplazo*

<b>MODULO</b>	<b>CATEGORIA</b>
<b>MODULO 1</b>	<b>X</b>
<b>MODULO 2</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 3</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 4</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 5</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 6</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 7</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 8</b>	<b>A</b>
<b>MODULO 9</b>	<b>A</b>

## Conclusiones

Se pudo reconocer las características de las baterías de polímero de litio que posee el Hyundai híbrido, características internas, externas y la razón por la cual Hyundai elige trabajar con este tipo de material en sus baterías que es la reducción del tamaño de las celdas, así ahorrar espacio y reducir el peso del vehículo. Por medio de pruebas realizadas con el banco de trabajo Charger Research se observa que es muy conveniente trabajar con dicho banco para realizar los respectivos análisis; con este equipo se logró conocer el comportamiento de las celdas que posee el pack de baterías por medio de pruebas de carga y descarga.

Gracias a este método práctico se puede hacer un descarte netamente de la celda que está generando problema en el pack y así se evita generar la compra de un pack de batería entero, de esta manera se crea un gran ahorro y oportunidades de exploración en el tema para la rama automotriz.

Tras el análisis con los respectivos instrumentos de comprobación, scanners y bancos de prueba se puede lograr conocer el estado respectivo de cada celda del pack de baterías del vehículo Hyundai Híbrido, de esta manera se puede reemplazar las celdas según la clasificación que tenga las celdas que se están evaluando, ya sean tipo “A”, “B”, “C” o “X”, de esta manera se puede obtener un pack de baterías balanceado con las celdas de las categorías correspondientes, de este modo el vehículo puede circular correctamente sin ningún tipo de problemas o DTC que se haya presentado.

## Bibliografía

- Acclerando. (12 de Febrero de 2018). *Acclerando Ec.* Obtenido de [www.acclerando.com.ec/industria/producto](http://www.acclerando.com.ec/industria/producto)
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). *Anuario 2021.* (A. d. Ecuador, Ed.) Recuperado el 10 de septiembre de 2020, de [https://www.aeade.net/sdm\\_downloads/anuario-2021/](https://www.aeade.net/sdm_downloads/anuario-2021/)
- Autocosmos. (20 de 05 de 2022). *Autocosmos.* Obtenido de Autocosmos: [oticias.espanol.autocosmos.com/2018/08/15/19-sorprendentes-datos-de-la-gasolina](https://oticias.espanol.autocosmos.com/2018/08/15/19-sorprendentes-datos-de-la-gasolina)
- Bosch España. (21 de abril de 2016). *Bosch.* Obtenido de [www.Bosch.es/Sensores/automovil](http://www.Bosch.es/Sensores/automovil)
- Carrasco, I. (17 de Noviembre de 2009). *Baterías de Litio Polimero.* Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/22631266/BATERIAS-DE-LITIO>
- Carrasco, I. (2019). *Baterías de Litio Batería Recargable - Baterías de Iones de Litio. Retrieved.*
- Cise Electronics. (2018). *Manual de uso Charger Research.* Estados Unidos: Cise.
- D, P. (2020). *Como es el motor del coche eléctrico?* Mexico.
- Denton, T. (2020). *Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil.: Tecnología automotriz: mantenimiento y reparación de vehículos.* Mexico D.F: Marcombo.
- Forte, P. (1 de 10 de 2010). *iFriedEgg.* Obtenido de <http://www.ifriedegg.com/SonataTurboHybrid.htm>
- Garcia. (2022). *Nuevos inversores.* Madrid.
- Gonzales. (2020). *Tipos de batería para coche eléctrico.* Mexico.
- Hyundai. (2018). *Manual de Servicio Hyundai Sonata.* Seúl, Corea.
- Hyundai USA. (06 de 13 de 2022). *Hyundaiusa.* Obtenido de <https://www.hyundaiusa.com/us/es/vehiculos/sonata>
- Llanos López, M. J. (2017). *Circuitos Eléctricos Auxiliares del Vehículo.* Madrid: Paraninfo.
- Lopez, J. (2015). *Vehiculos híbridos y electricos.* Madrid: Dextra.
- Pallas, R. (2006). *Instrumentos electrónicos básicos.* España: Marcombo S.A.
- Pérez&Pérez. (2022). *Autobuild.* EEUU.
- Ribbens, W. (2016). *Electrónica automotriz.* Mexico: Limusa.
- Ros, J. (2017). *Vehiculos electricos e híbridos.* Madrid: Paraninfo.

Saenz, S. (2014). *Motores*. Mexico: Editex.

Simon Electric. (21 de junio de 2021). *Simon Electric*. Obtenido de [www.simonelectric.com/funcionamientobaterias](http://www.simonelectric.com/funcionamientobaterias)

Solutions E. (14 de Junio de 2022). *LoveSharing*. Obtenido de [www.lovesharing.com/como/funciona/motor/electrico](http://www.lovesharing.com/como/funciona/motor/electrico)

Soriano, S. (2014). *ABI Electronics*. Obtenido de <https://www.abielectronics.co.uk/>

Srinivasan. (2008). *Auto Mechanics*. New Dheli: McGraw Hill.

Stanley, W. &. (2005). *Guia para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio*. México: Pearson Educación.

TAAET. (2016). *CISE ELECTRONICS*.

Toyota. (2016). *Manual de Taller Prius*. Japón: Toyota Corporation.

Urriolagoitia. (2012). *Aplicacion vehiculos hibridos y electricos*. Mexico: Academia Española.

## Autores



**Ing. Gabriel Gonzalo Carrera Rivera, MsC.**

**Filiación institucional: Universidad Internacional del Ecuador**

**Correo: [gacarrerari@uide.edu.ec](mailto:gacarrerari@uide.edu.ec)**

Gabriel Gonzalo Carrera Rivera

Ingeniero Mecánico Automotriz, Máster en Ecoeficiencia Industrial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Docente de Física, Química y Álgebra Lineal en la Universidad Internacional del Ecuador; Producción científica de: artículos científicos, ponencias nacionales e internacionales.



**Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, Magister**

**Universidad Internacional del Ecuador, Extensión Guayaquil**

**Correo: [manoroname@uide.edu.ec](mailto:manoroname@uide.edu.ec)**

Marco Vinicio Noroña Merchán

Docente Investigador de la Escuela de Ingeniería Automotriz; PhD (c). Doctorado En Ciencias de la Educación en La Universidad Nacional de Rosario – Argentina; Magister en Sistemas Automotrices por la Escuela Politécnica Nacional; Ingeniero Automotriz por la Escuela Politécnica Javeriana; Tecnólogo Automotriz por el Instituto Tecnológico Superior Central Técnico; Experiencia laboral en el Área Automotriz por más de 20 años. Autor de varios artículos científicos publicados en revistas internacionales.

ISBN: 978-9942-7049-4-8

