

**Universidad Internacional del Ecuador**



**Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz**

**Proyecto de grado para la obtención del Título de Ingeniera en Mecánica Automotriz**

**Análisis del proceso de recuperación de baterías para el vehículo Hyundai Sonata  
híbrido**

**Gabriel Gonzalo Carrera Rivera**

**Director: Ing. Edwin Puente M, MsC.**

**Guayaquil, marzo 2018**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

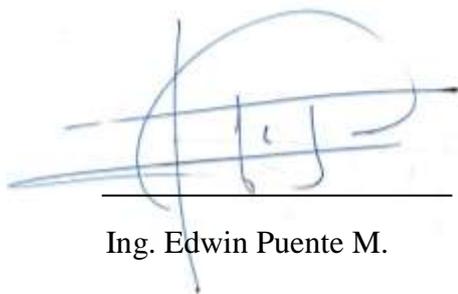
Ing. Edwin Puente M., MsC.

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE BATERÍAS PARA EL VEHÍCULO HYUNDAI SONATA HÍBRIDO “**, realizado por el estudiante: **CARRERA RIVERA GABRIEL GONZALO**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional. El mencionado trabajo consta de un empastado que contiene toda la información de este trabajo. Autoriza al señor: Gabriel Gonzalo Carrera Rivera, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, marzo 2018



Ing. Edwin Puente M.

Director de Proyecto

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, CARRERA RIVERA GABRIEL GONZALO, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



---

Gabriel Carrera Rivera

0930937818

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a Dios por ayudarme a enfrentar todas las adversidades sin dejarme desfallecer ante cada problema que me enfrente.

A mi familia a quienes por ellos he llegado a cumplir una meta más de las que me he propuesto. Para mis padres por su apoyo constante, por su comprensión y apoyo en todos los momentos difíciles. A mis hermanos que siempre han sido mis modelos a seguir, gracias a uds me da coraje de seguir con nuevas metas. A mis abuelos, sé que estarían muy orgullosos de mí.

A ti que has estado a mi lado en las buenas y malas; ayudándome a ser una mejor persona cada día gracias a tu compañía e impulsándome a cumplir todas las metas que me proponga.

Att. GABRIEL GONZALO CARRERA RIVERA

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por ser mi guía y apoyo día a día, con la ayuda de el cumplo esta meta más y sé que me ayudara en las metas que me proponga.

Agradezco a los compañeros y docentes de la Universidad Internacional del Ecuador, por haberme transmitido todos los conocimientos para mi formación como profesional.

## INDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| Certificado .....  | i    |
| Certificación y acuerdo de confidencialidad .....  | ii   |
| Dedicatoria.....   | iii  |
| Agradecimiento .....   | iv   |
| Indice General.....  | v    |
| Indice de Figuras .....  | viii |
| Indice de Tablas.....  | xi   |
| Indice de Ecuaciones .....   | xii  |
| Resumen .....  | xiii |
| Abstract.....  | xiv  |
| <b>CAPÍTULO I</b> .....  | 1    |
| <b>ANTECEDENTES</b>  |      |
| 1.1. Situación actual del vehiculo Hyundai Sonata híbrido.....   | 1    |
| 1.2. Baterías del modelo Hyundai Sonata híbrido .....  | 4    |
| 1.3. Objetivos .....   | 6    |
| 1.3.1. Objetivo general.....   | 6    |
| 1.3.2. Objetivos específicos .....   | 7    |
| 1.4. Situación actual de la recuperación de baterías del vehículo Hyundai Sonata híbrido en Ecuador..... | 7    |
| 1.5. tiempo de vida útil de las baterías híbridas del vehículo Hyundai Sonata.....                       | 8    |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....   | 9    |
| <b>MARCO TEORICO</b>   |      |
| 2.1 Sistemas híbridos Hyundai .....  | 9    |
| 2.1.1. Modo operativo del vehículo y flujo de potencia .....   | 10   |
| 2.1.3. Indicadores del sistema híbrido .....   | 12   |
| 2.2 Hyundai Sonata híbrido .....   | 12   |
| 2.2.1. Diseño del Hyundai Sonata híbrido .....   | 12   |
| 2.2.2. Componentes y operaciones del Hyundai Sonata híbrido .....  | 14   |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.3. HCU, unidad de control híbrida del Hyundai Sonata .....   | 16        |
| 2.3 Baterias Hyundai Sonata hibrido .....  | 26        |
| 2.3.1. Ventajas y desventajas de baterias de polimero de litio .....   | 28        |
| 2.3.2. Descripción y operación del sistema de baterias de alto voltaje del Hyundai Sonata híbrido.....   | 28        |
| 2.3.3. Guía de comprobación del sistema de baterias de alto voltaje del Hyundai Sonata híbrido.....  | 31        |
| 2.3.4. Guía de comprobación para el almacenaje, transporte y desechos del sistema de baterías de alto voltaje de del Hyundai Sonata híbrido..... | 34        |
| 2.4 Proceso de recuperación de baterias .....  | 36        |
| 2.4.1. Banco de pruebas Charger Research.....  | 36        |
| 2.4.1.1. Partes del banco de pruebas Charger Research.....   | 38        |
| 2.4.1.2. Preparación del banco de pruebas Charger Research .....   | 40        |
| <b>CAPÍTULO III .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>RECOLECCIÓN DE DATOS</b>  |           |
| 3.1 Revisión técnica del sistema de baterias de alto voltaje .....   | 43        |
| 3.1.1 Procedimiento de desconexión del alto voltaje.....   | 43        |
| 3.1.2 Comprobación del fusible principal del alto voltaje .....  | 46        |
| 3.1.3 Comprobación de indicios de soldadura en el relé de alto voltaje.....  | 48        |
| 3.1.4 Comprobación de la resistencia al aislamiento .....  | 50        |
| 3.1.5 Comprobación de alto voltaje .....   | 52        |
| 3.2 Análisis de celdas.....  | 52        |
| 3.2.1 Proceso de primera descarga de la bateria .....  | 56        |
| 3.2.2 Aplicación de calculos y formulas .....  | 59        |
| 3.2.3 Proceso de carga de la bateria.....  | 60        |
| 3.2.4 Proceso de descarga de la bateria.....   | 62        |
| 3.3 Cambio y categorización de celdas.....   | 63        |
| 3.4 Precauciones importantes.....  | 65        |
| 3.4.1 Precauciones e información de seguridad general en el trabajo con vehículos con sistema híbrido Hyundai .....                              | 65        |
| <b>CAPÍTULO IV.....</b>  | <b>67</b> |
| <b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>  |           |
| 4.1 Resultados de la revisión técnica .....  | 67        |
| 4.1.1 Codigos de fallas dtc.....   | 67        |

|                                       |   |           |
|---------------------------------------|---|-----------|
| 4.2                                   | Revisión de las celdas .....                  | 70        |
| 4.3                                   | Análisis para la recuperación de celdas ..... | 71        |
| <b>CAPÍTULO V</b>                     | .....   | <b>73</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> |   |           |
| 5.1                                   | conclusiones.....                             | 73        |
| 5.2                                   | recomendaciones.....                          | 74        |
|                                       | bibliografía.....                             | 75        |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Hyundai Sonata Híbrido.....   | 1  |
| Figura 2. Ventas anuales de automotores .....   | 2  |
| Figura 3. Mercado automotor regional .....  | 3  |
| Figura 4. Venta de vehículos híbridos .....   | 4  |
| Figura 5. Ubicación de batería Hyundai Sonata Híbrido.....                            | 5  |
| Figura 6. Batería Hyundai Sonata Híbrido .....  | 5  |
| Figura 7. Comparación de baterías .....   | 6  |
| Figura 8. Analisis de recuperación de baterías .....                                  | 7  |
| Figura 9. Sistema híbrido del Hyundai Sonata .....                                    | 9  |
| Figura 10. Modo operativo del Hyundai Sonata.....                                     | 10 |
| Figura 11. Principio operativo del Hyundai Sonata .....                               | 11 |
| Figura 12. Panel del Hyundai Sonata .....   | 12 |
| Figura 13. Vista exterior del Hyundai Sonata .....                                    | 13 |
| Figura 14. Vista posterior del Hyundai Sonata.....                                    | 13 |
| Figura 15. Vista general del panel de instrumentos del Hyundai Sonata .....           | 14 |
| Figura 16. Componentes del Hyundai Sonata .....                                       | 15 |
| Figura 17. Diagrama del control híbrido del Hyundai Sonata.....                       | 16 |
| Figura 18. Funcionamiento del HCU del Hyundai Sonata.....                             | 17 |
| Figura 19. Ubicación de componentes del sistema híbrido del Hyundai Sonata .....      | 18 |
| Figura 20. Ubicación del HCU del sistema híbrido del Hyundai Sonata .....             | 19 |
| Figura 21. Ubicación de componentes de unidad de alto voltaje del sistema híbrido.... | 19 |
| Figura 22. Ubicación de interruptor de freno del sistema híbrido.....                 | 20 |
| Figura 23. Ubicación de sensor de la presión del embrague del sistema híbrido.....    | 21 |
| Figura 24. Ubicación del fusible CC del sistema híbrido.....                          | 21 |
| Figura 25. Diagrama del sistema de control de emisiones del sistema híbrido.....      | 22 |
| Figura 26. Componentes del sistema de control de emisiones del sistema híbrido.....   | 23 |
| Figura 27. Válvula PCV del control de emisiones del sistema híbrido.....              | 24 |
| Figura 28. Canister del control de emisiones del sistema híbrido .....                | 24 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 29. PCSV del control de emisiones del sistema híbrido .....             | 25 |
| Figura 30. Filtro de aire de depósito de combustible del sistema híbrido ..... | 25 |
| Figura 31. Convertidor catalítico del sistema híbrido .....                    | 26 |
| Figura 32. Batería de polímero de litio del Hyundai Sonata .....               | 27 |
| Figura 33. Celdas de polímero de litio del Hyundai Sonata .....                | 27 |
| Figura 34. Diagrama esquemático del sistema de baterías .....                  | 29 |
| Figura 35. Numeración de módulos del sistema de baterías .....                 | 29 |
| Figura 36. Elementos del sistema de baterías.....                              | 30 |
| Figura 37. Guía de almacenaje o desecho de baterías Sonata Híbridos .....      | 34 |
| Figura 38. Banco Charger Research.....   | 36 |
| Figura 39. Conexiones del Charger Research .....                               | 37 |
| Figura 40. Partes del Charger Research.....                                    | 38 |
| Figura 41. Partes traseras del Charger Research .....                          | 39 |
| Figura 42. Conexión trasera del Charger Research .....                         | 40 |
| Figura 43. Conexión del Charger Research.....                                  | 41 |
| Figura 44. Encendido del Charger Research .....                                | 42 |
| Figura 45. Desconexión de alto voltaje .....                                   | 44 |
| Figura 46. Desconexión de enchufe de seguridad .....                           | 44 |
| Figura 47. Desconexión de inversor .....                                       | 45 |
| Figura 48. Mediciones del inversor .....                                       | 46 |
| Figura 49. Cubierta del fusible de alto voltaje.....                           | 47 |
| Figura 50. Fusible del alto voltaje .....                                      | 47 |
| Figura 51. GSD e interfaz.....   | 48 |
| Figura 52. Cubierta de batería .....   | 49 |
| Figura 53. Conector del inversor .....   | 49 |
| Figura 54. Medición de resistencia con GDS .....                               | 50 |
| Figura 55. Retiro de cubierta de batería .....                                 | 51 |
| Figura 56. Conjunto de batería .....   | 51 |
| Figura 57. Medición de voltaje.....  | 52 |
| Figura 58. Batería Sonata para análisis .....                                  | 54 |
| Figura 59. Conexión de alto voltaje.....                                       | 55 |
| Figura 60. Block de celdas .....   | 55 |
| Figura 61. Diagrama de conexión en serie de las celdas .....                   | 56 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 62. Conexión en serie de las celdas.....                   | 56 |
| Figura 63. Diagrama de conexión con Charger Research .....        | 57 |
| Figura 64. Conexión con Charger Research.....                     | 58 |
| Figura 65. Descarga en Charger Research.....                      | 58 |
| Figura 66. Carga de los blocks en Charger.....                    | 61 |
| Figura 67. Balanceo de celdas .....                               | 62 |
| Figura 68. Análisis de celda para categorización .....            | 63 |
| Figura 69. Equipos de protección personal del Hyundai Sonata..... | 66 |
| Figura 70. Interfaz de DTC del Hyundai Sonata .....               | 68 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Guía de daño de batería por fuego.....   | 32 |
| Tabla 2. Guía de daño de batería por colisión .....                                     | 32 |
| Tabla 3. Guía de daño de batería por sumersión .....                                    | 33 |
| Tabla 4. Guía de almacenaje o desecho de baterías Sonata Híbridos.....                  | 35 |
| Tabla 5. Especificaciones generales de la batería de alto voltaje .....                 | 53 |
| Tabla 6. Especificaciones funcionales de la batería de alto voltaje.....                | 53 |
| Tabla 7. Especificaciones del conjunto de relé de potencia .....                        | 53 |
| Tabla 8. Especificaciones del conjunto de relé de potencia en voltaje y corriente ..... | 53 |
| Tabla 9. Categorización de celdas .....   | 53 |
| Tabla 10. Categorización de módulos por tiempo .....                                    | 53 |
| Tabla 11. Categorización de módulos .....   | 53 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|  |    |
|--|----|
| Ecuación 1. Ecuación de carga .....                        | 59 |
| Ecuación 2. Ecuación de descarga.....                      | 59 |
| Ecuación 3. Ecuación de estado de carga en porcentaje..... | 60 |

## **RESUMEN**

En este análisis se llega a conocer el proceso que conlleva la recuperación de baterías del vehículo Hyundai Sonata Híbrido, se integra la revisión mediante diagnósticos con distintos bancos de trabajo y comprobadores.

También se da a conocer un banco de trabajo como dispositivo de análisis de las celdas del pack de baterías del vehículo que se analizó, se realiza el proceso con un banco de trabajo Charger Research, un banco que cubre todas las necesidades de revisión de un sistema de alto voltaje entorno al pack de baterías.

Con este análisis se presenta un sistema de recuperación que no se usa hoy en día en el país, la implementación de este método de recuperación de baterías por medio de un banco de carga y descarga de las celdas del pack.

Estas aplicaciones permiten dar un paso al avance en el área automotriz, el proceso que se presenta en este proyecto permite implementar el sistema para abrir un espacio no explotado en el país; permitiendo generar nuevas oportunidades laborales.

## **ABSTRACT**

In this analysis we get to know the process that involves the recovery of Hyundai Sonata Hybrid vehicle batteries, the review is integrated through diagnostics with different workbenches and testers.

A working bank is also disclosed as a device for analyzing the cells of the battery pack of the vehicle that was analyzed, the process is carried out with a Charger Research work bank, a bank that covers all the needs of reviewing a system high voltage around the battery pack.

This analysis presents a recovery system that is not used in the country today, the implementation of this method of battery recovery by means of a bank of loading and unloading the cells of the pack.

These applications allow us to take a step forward in the automotive area, the process presented in this project allows us to implement the system to open an unexploited space in the country; allowing to generate new job opportunities.

# CAPÍTULO I

## ANTECEDENTES

### 1.1. Situación actual del vehículo Hyundai Sonata híbrido

Como sabemos 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. Hyundai en Ecuador busco introducir autos de esta gama, estamos hablando del modelo Sonata Hybrid, un vehículo tipo sedán de cuatro puertas. La generación de baterías que ha traído la marca Hyundai es una batería que según la marca es la primera batería para este tipo de vehículos con garantía de por vida.



**Figura 1.** Hyundai Sonata Híbrido

**Fuente:** Hyundai USA

**Editado por:** Gabriel Carrera

Ecuador fue el primer país latinoamericano al que le llego este vehículo; este nuevo mercado de tecnología híbrida está creciendo constantemente ya que a los usuarios les gusta la modernidad. "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 Patiotuerca.com.

Según los datos que compartió la Hyundai con el anuario de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, los vehículos híbridos de la marca en alza correspondiendo a cada año, por ejemplo en el año 2015 al nivel nacional se vendieron alrededor de 403 vehículos y según el análisis la venta incrementa al pasar el año ya que la unidad ha tenido una gran aceptabilidad debido a la tecnología de Hyundai, se puede observar un gran incremento en el año 2016 con una venta de alrededor de 536 vehículos; la gran cantidad de las ventas se generan en la región costa en la provincia del guayas y la mayor participación es en la región sierra con más del 50% de las ventas del vehículo Sonata.

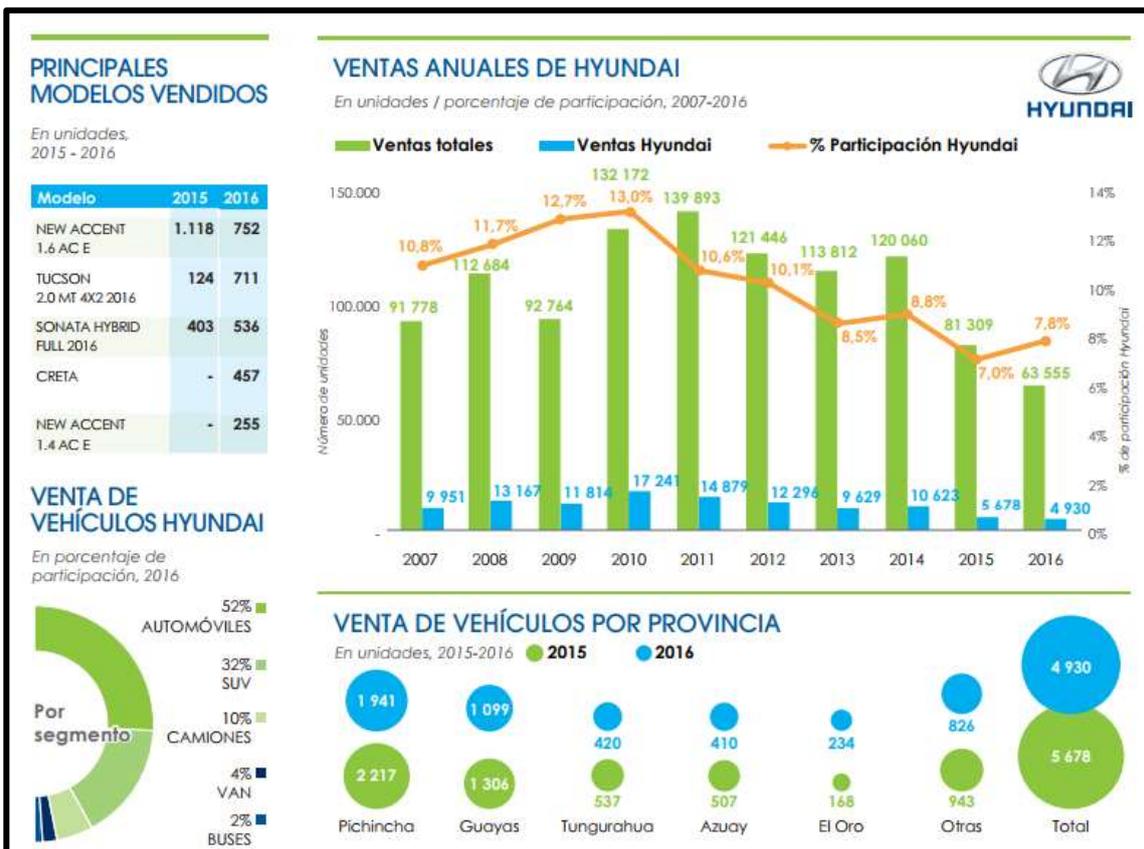


Figura 2. Ventas anuales de automotores

Fuente: AEADE

Editado por: Gabriel Carrera

Al nivel regional podemos ver que la marca ha tenido un gran incremento en venta de vehículos en países como Perú, Chile; la marca Hyundai posee un índice de venta que crece con cada año. En el Ecuador descendió la venta en el año del 2016 por el tema de impuestos, el pago de impuestos hizo que el cliente piense más de una vez en la compra de un vehículo híbrido o eléctrico, en el 2016 se esperaba un incremento del 4% en ventas de vehículos en la marca; dichos índices se aprecian en la figura número 3.

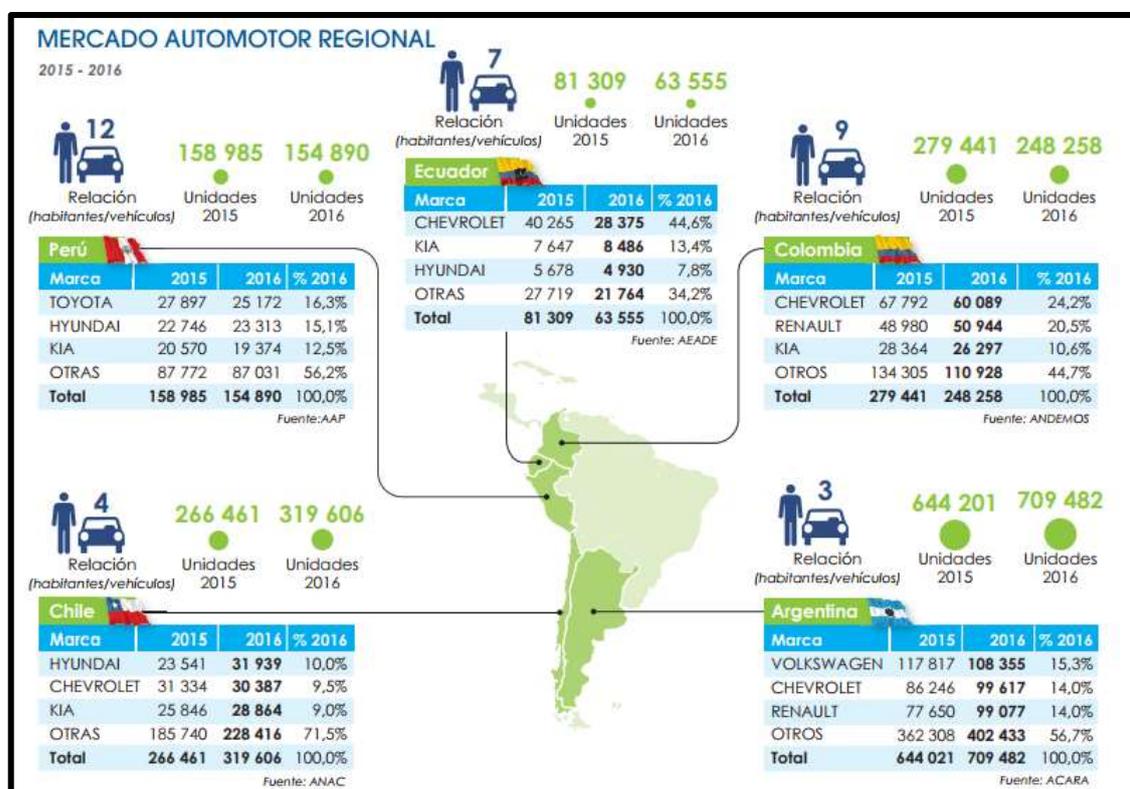


Figura 3. Mercado automotor regional

Fuente: AEADE

Editado por: Gabriel Carrera

En la gráfica de ventas de vehículos híbridos en la figura 4 se puede observar que los modelos híbridos están al alza, en el caso de Hyundai que empezó con el modelo Sonata Hybrid en el año 2014, se puede visualizar el incremento en ventas del 2014 al 2015 pero decayó en el año 2016 por el tema de impuestos verdes y otras tasas de pagos de importación, decayó del 78.88 % que tenía en el 2015 al 65,09 % en el 2016.



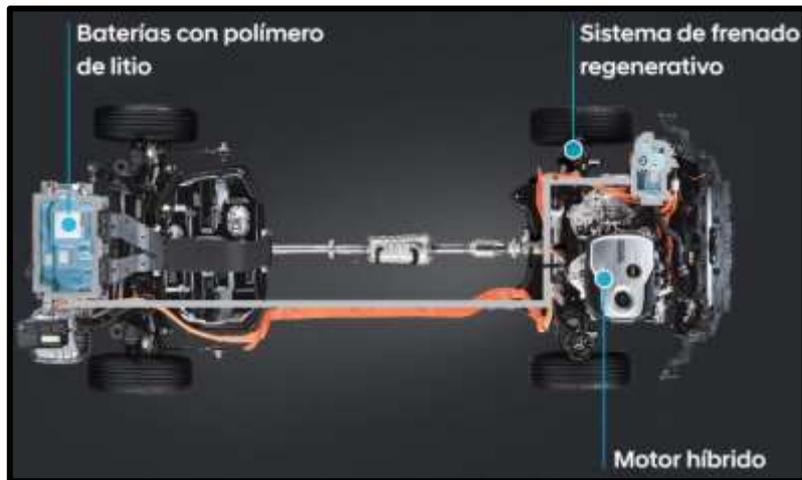
**Figura 4.** Venta de vehículos híbridos

**Fuente:** AEADE

**Editado por:** Gabriel Carrera

## 1.2. Baterías del modelo Hyundai Sonata híbrido

El motor eléctrico está 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 de modelo Sonata. Las baterías de alto voltaje poseen refrigeración interna líquida



**Figura 5.** Ubicación de batería Hyundai Sonata Híbrido

**Fuente:** Hyundai Costa Rica

**Editado:** Gabriel Carrera

Estas baterías de Hyundai aseguran un peso reducido 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.

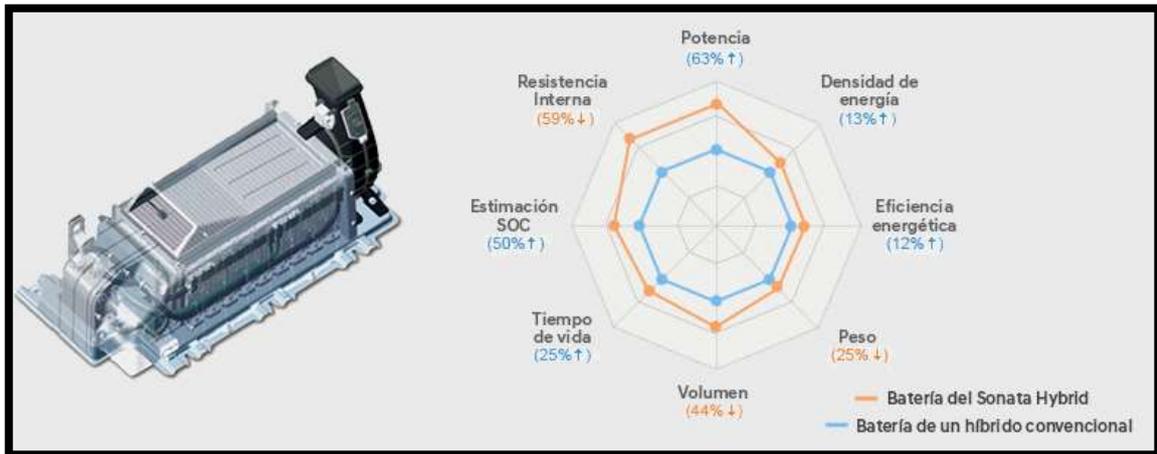


**Figura 6.** Batería Hyundai Sonata Híbrido

**Fuente:** ifriedegg. 2017. Disponible en: <http://www.ifriedegg.com/SonataTurboHybrid.htm>.

**Editado:** Gabriel Carrera

En el modelo Hyundai Sonata Hybrid existe en el sistema “Hybrid Starter Generator” (HSG), es un sistema que permite que el motor del vehículo arranque y que sus baterías generen carga al mismo momento. Poseen un funcionamiento al 270 V, el Hybrid Starter Generator permite una muy buena conexión con el embrague en la sincronía con la velocidad de transmisión del motor.



**Figura 7.** Comparación de baterías

**Fuente:** Hyundai USA

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Analizar por medio de un banco de pruebas Charger Research el proceso de recuperación y funcionamiento de baterías del vehículo Hyundai Sonata híbrido dentro de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, en el año 2018.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Lograr analizar las características de las baterías híbridas del modelo Sonata híbrido.
- Realizar pruebas para hacer las comprobaciones del estado de baterías y carga de las mismas en un banco de pruebas Charger Research
- Desarrollar con los resultados obtenidos un análisis de del estado de vida útil de una batería híbrida de modelo Sonata híbrido

### 1.4. Situación actual de la recuperación de baterías del vehículo Hyundai Sonata híbrido en ecuador

Hoy en día en el país no hay mucho tipo de información sobre la recuperación de baterías híbridas en general, no hay muchos talleres que generen recuperación de las mismas o estén capacitados para realizar pruebas de vida útil; existen empresas que están dando capacitaciones sobre la recuperación de baterías, pero como se mencionó pues es un tema que recién se va a dar a conocer en el país.

Existen talleres que ofrecen pruebas básicas del estado de las baterías mas no una prueba completa del estado de cada celda del conjunto de baterías por falta de capacitación y equipos de trabajo.



**Figura 8.** Análisis de recuperación de baterías

**Fuente:** TAAET

**Editado por:** Gabriel Carrera

En la marca Hyundai con el modelo Sonata Hybrid, la recuperación de baterías se realiza por análisis de celdas, se realizan distintos tipos de pruebas por medio de bancos de trabajo y de distintas herramientas para hacer análisis de vida útil.

### **1.5. Tiempo de vida útil de las baterías híbridas del vehículo Hyundai Sonata**

En el Ecuador muy poco se conoce por la recuperación de baterías del vehículo Sonata por el tiempo de vida útil que dice la marca tener, la marca se respalda por una garantía de 10 años o 100,000 millas.

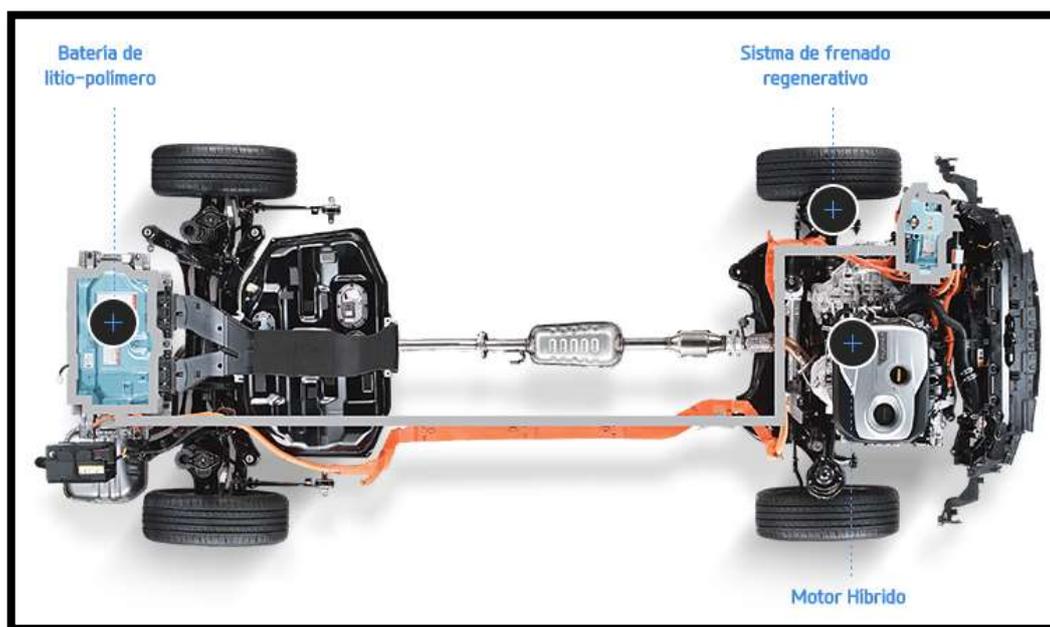
En la actualidad en el país se desconoce mucho sobre el tema, ya que el vehículo está en el país desde finales del año 2014 por ende no se ve reflejados aun daños por vida útil de batería. Sin embargo, la batería puede presentar daños prematuros en su funcionamiento.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 SISTEMAS HÍBRIDOS HYUNDAI

El sistema híbrido está conformado de una forma paralela ha sido desarrollado por la 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.



**Figura 9.** Sistema híbrido del Hyundai Sonata

**Fuente:** Hyundai Puerto Rico

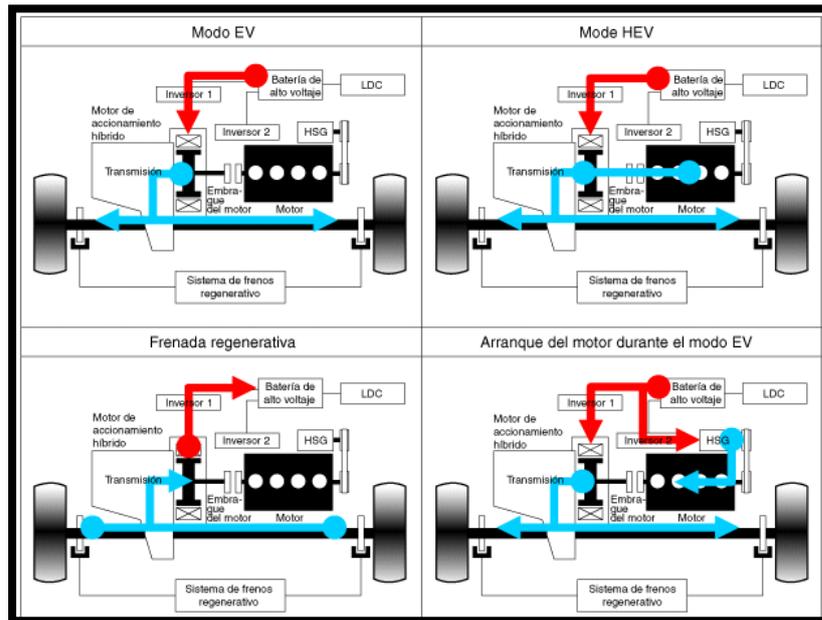
**Editado por:** Gabriel Carrera

El sistema híbrido del Hyundai Sonata 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.

El sistema que posee Hyundai 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 optima

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. MODO OPERATIVO DEL VEHÍCULO Y FLUJO DE POTENCIA



**Figura 10.** Modo operativo del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio de Hyundai Sonata 2018

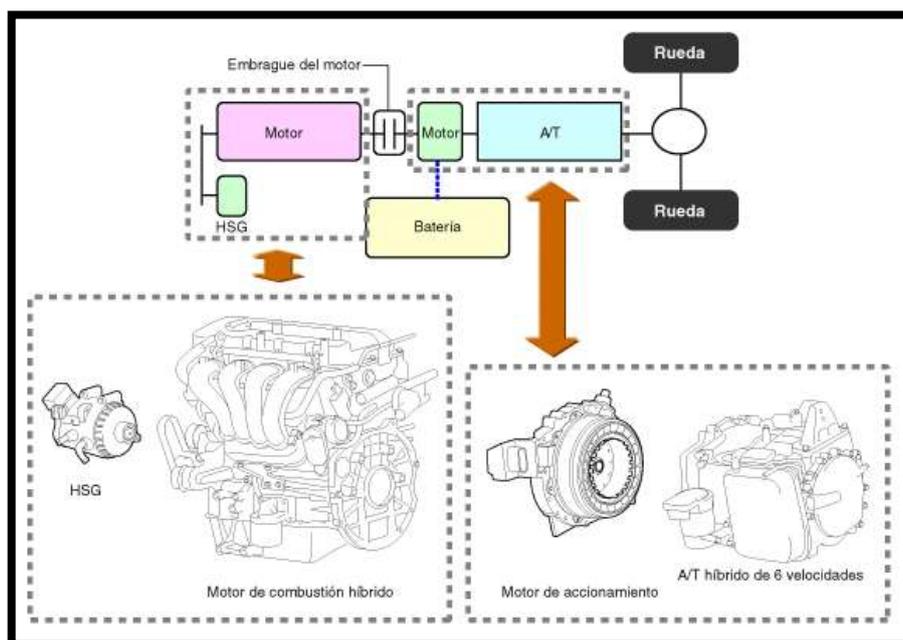
**Editado por:** Gabriel Carrera

Modo EV: El modo EV señala el modo de solo marcha del motor eléctrico

Modo HEV: El modo HEV señala que el modo esta con el sistema hibrido 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.

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 l unidad está en movimiento.



**Figura 11.** Principio operativo del Hyundai Sonata  
**Fuente:** Manual de servicio de Hyundai Sonata 2018  
**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.1.3. Indicadores del sistema híbrido

- 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 12.** Panel del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio de Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

## 2.2 HYUNDAI SONATA HÍBRIDO

### 2.2.1. DISEÑO DEL HYUNDAI SONATA HÍBRIDO

El modelo Sonata Híbrido de Hyundai cuenta con una versión mejorada a sus versiones pasadas, habiendo un incremento en el ámbito aerodinámico que ayuda a minimizar la resistencia a las fluctuaciones de aire cuando el vehículo este en movimiento, de esta manera ayuda a la eficiencia del consumo de combustible, reduce

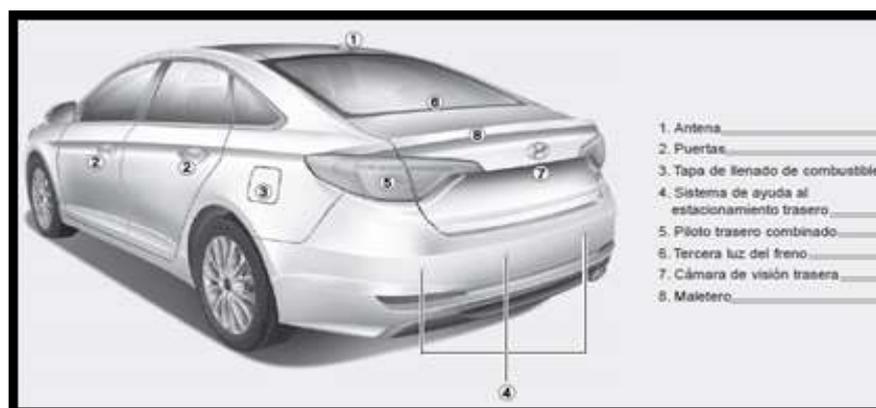
también el sonido externo que se podría escuchar al rodar y también ayuda a mejorar al guiar el vehículo



**Figura 13.** Vista exterior del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual del usuario Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera



**Figura 14.** Vista posterior del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual del usuario Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

Sus interiores interactuar con el sistema “Human-Machine Interface” que posee una interfaz amigable con el usuario, es fácil de realizar las operaciones deseadas, dicho sistema provee una información fácil de entender por medio de distintas pantallas digitales que optimizan la tarea solicitada por el usuario, también posee botones que están a la mano de cada pasajero dentro del vehículo.



**Figura 15.** Vista general del panel de instrumentos del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual del usuario Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.2.2. Componentes y operaciones del Hyundai Sonata híbrido

**Motor.** – Posee un motor Un que produce 154 caballos de fuerza y 140 libras por pie de torque.

**Motor eléctrico.** - El motor produce 38 KW y 151 libras por pie de torque. La potencia neta de todo el sistema hibrido es de 193 HP a 6000 rpm. Se espera que logre 39 mpg en la ciudad y 44 mpg en carretera.

**Sistemas del vehículo.** – El modelo Sonata posee siete airbags, control de estabilidad, control de estabilidad del vehículo, control de tracción, frenos ABS y sistemas de supervisión de presión de neumáticos con pantalla donde se refleja la presión de los cuatro neumáticos.

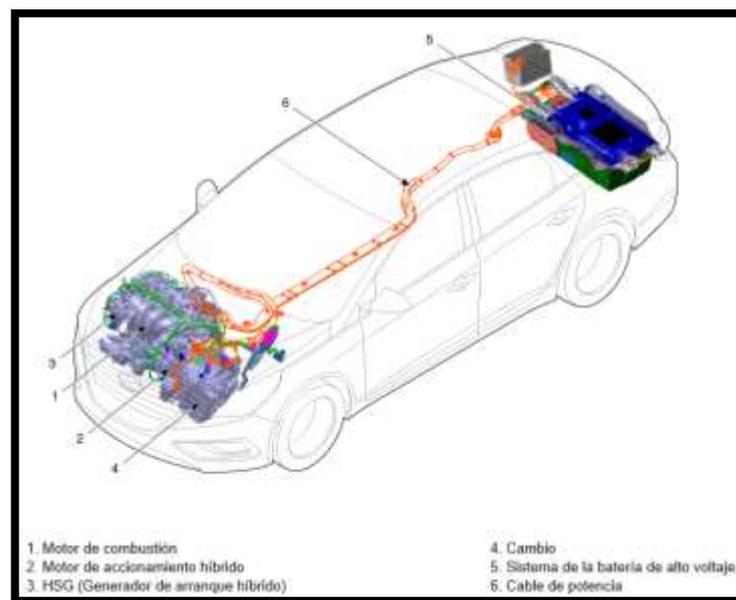
El Sonata Hybrid cuenta con tecnología como el Smart Trunk de Hyundai, con apertura de las puertas sin usar las manos, consta también con el freno electrónico de parqueo con parada automática del auto.

**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.



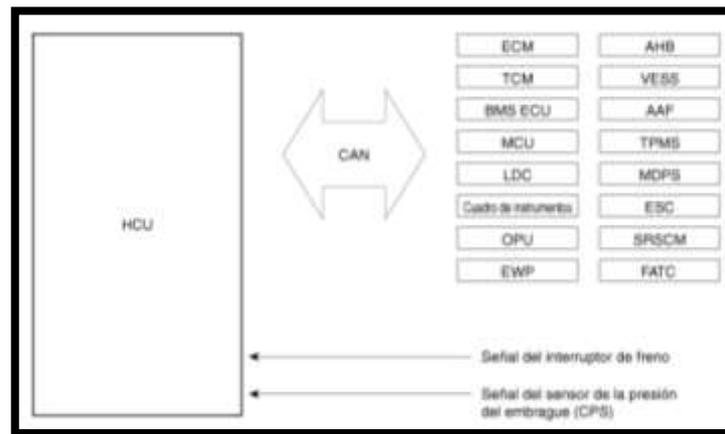
**Figura 16.** Componentes del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.2.3. HCU, unidad de control híbrida del Hyundai Sonata

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.



**Figura 17.** Diagrama del control híbrido del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

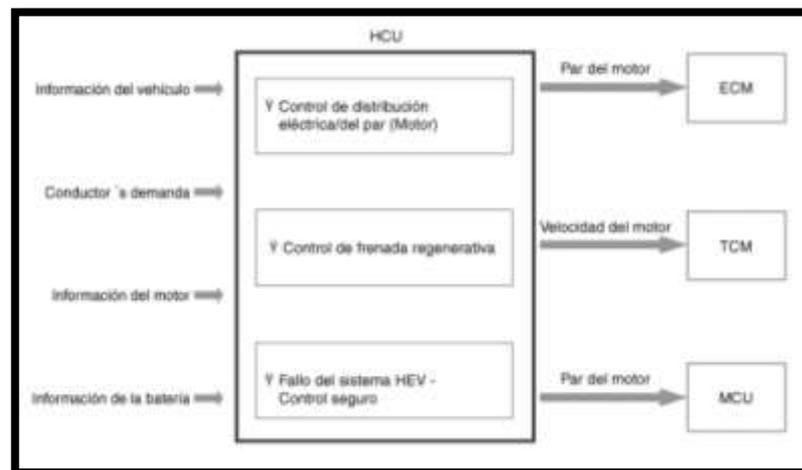
**Editado por:** Gabriel Carrera

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
- ✓ AAF: 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 sist. de restricción complementario
- ✓ FATC: Control de la temperatura completamente automático

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.



**Figura 18.** Funcionamiento del HCU del Hyundai Sonata

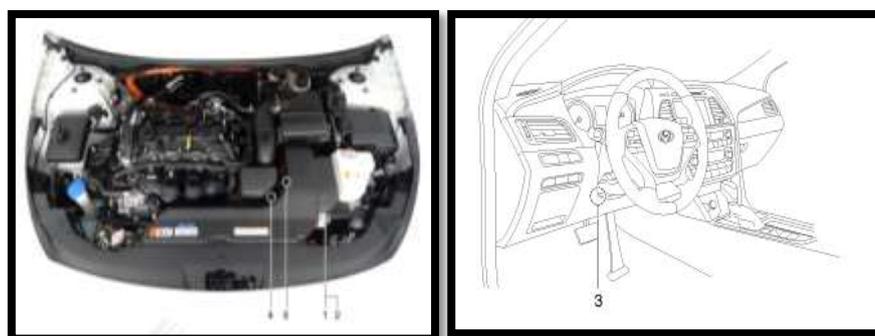
**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- **Determinación de la demanda del par:** Calculo 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 anti golpe:** Restricción del par y control del asistente de cambio control del embrague

#### 2.2.4. UBICACIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA HÍBRIDO DEL HYUNDAI SONATA



**Figura 19.** Ubicación de componentes del sistema híbrido del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

Donde:

- 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

Tal como se indica en la figura 19.



**Figura 20.** Ubicación del HCU del sistema híbrido del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera



**Figura 21.** Ubicación de componentes de unidad de alto voltaje del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

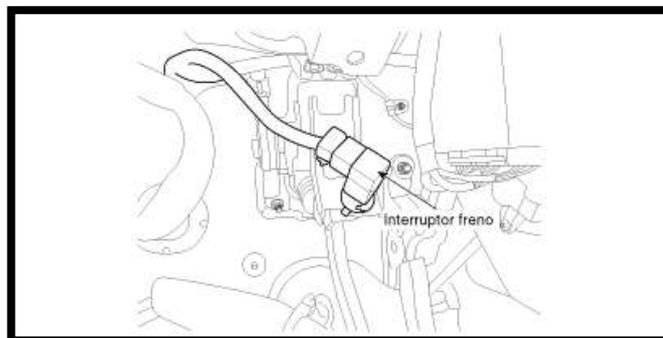
Donde:

- 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)

Como se puede visualizar en las figuras 20 y 21.

### **Interruptor de freno:**

El interruptor del freno es un dispositivo eléctrico y electrónico que sirve para calibrar y alimentar el sistema de luces de freno en el vehículo.



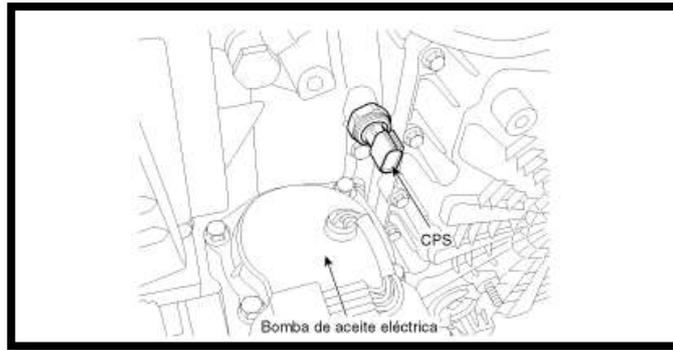
**Figura 22.** Ubicación de interruptor de freno del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **Sensor de la presión del embrague (CPS):**

El sensor CPS es el sensor de posición del embrague, dicho sensor detecta la posición del embrague, censando la apertura del mismo.



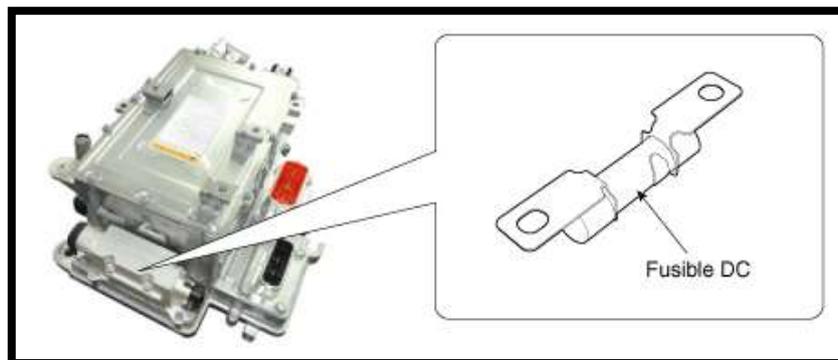
**Figura 23.** Ubicación de sensor de la presión del embrague del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **Fusible CC:**

El fusible de corriente directa, es el método 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



**Figura 24.** Ubicación del fusible CC del sistema híbrido

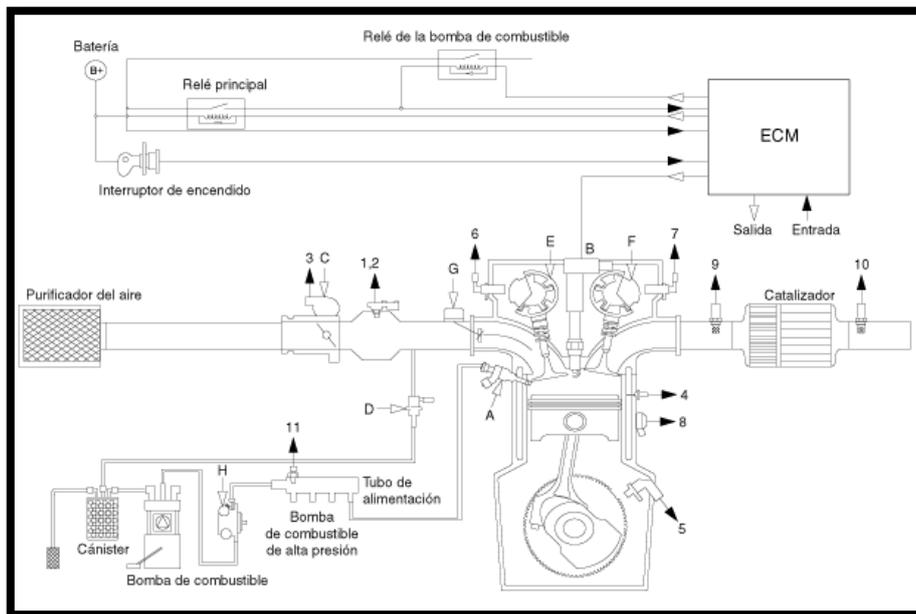
**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.2.5. Sistema control de emisiones del Hyundai Sonata

El sistema de control de emisiones tiene tres sistemas principales:

- ✓ El sistema de control de emisiones del cárter impide el paso del gas por expansión salga al medio ambiente, a la atmosfera; tiene un tipo de ventilación de cigüeñal cerrado.
- ✓ El sistema de control de emisión evaporativa impide el paso del gas evaporativo salga a la atmosfera. El sistema que posee el Sonata quema los gases de la forma correcta para el motor de combustión después de almacenarlos en el canister del vehículo.
- ✓ El sistema de control de la emisión de escape transforma los tres contaminantes HC, CO y NOx en partículas no contaminantes por medio de un convertidor catalítico de tres vías.



**Figura 25.** Diagrama del sistema de control de emisiones del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.2.5.1 Componentes del sistema control de emisiones del Hyundai Sonata.



**Figura 26.** Componentes del sistema de control de emisiones del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

Donde:

- 1) Válvula PCV
- 2) Canister
- 3) Válvula solenoide de control de purga (PCSV)
- 4) Filtro de depósito de combustible
- 5) Convertidor catalítico

Como se puede apreciar en la figura 26.

### Válvula PCV:

La válvula PCV es la válvula de ventilación positiva del cárter, permite el buen funcionamiento del sistema de lubricación por medio de su regulación interna.



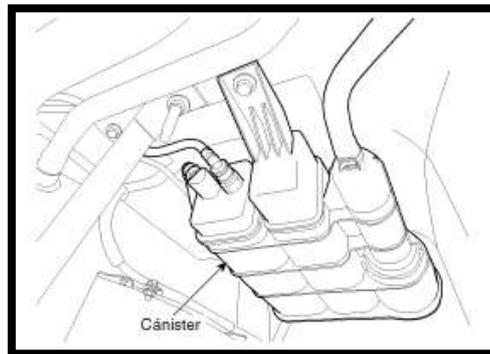
**Figura 27.** Válvula PCV del control de emisiones del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### Canister:

El canister es parte del sistema de control de emisiones, es un cartucho que contiene carbón activado, ayuda a filtrar las emisiones que llegan por medio del vapor.



**Figura 28.** Canister del control de emisiones del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **Válvula solenoide de control de purga (PCSV):**

Es una válvula que por medio de pulsos eléctricos controla la ventilación y el paso de gases al cárter.



**Figura 29.** PCSV del control de emisiones del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **Filtro de aire de depósito de combustible:**

Filtra el aire de la manguera del respiradero, sirve para evitar que entre contaminación al depósito de combustible.



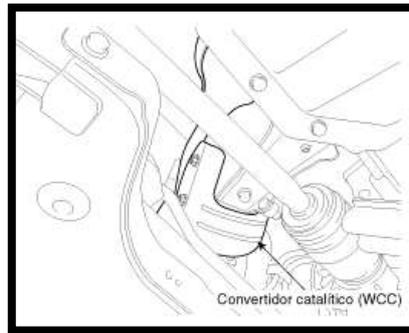
**Figura 30.** Filtro de aire de depósito de combustible del sistema híbrido

**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **Convertidor catalítico:**

Sirve para el control de gases nocivos expulsados por el motor de combustión interna.



**Figura 31.** Convertidor catalítico del sistema híbrido

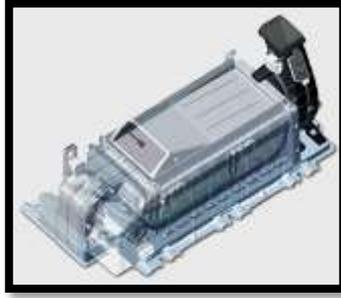
**Fuente:** Manual de servicio del Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **2.3 Baterías Hyundai Sonata híbrido**

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

La batería de polímero de litio en comparación con las otras baterías de distintos vehículos híbridos esta usa un gel de polímero como electrolito en la batería de Hyundai. 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 la misma ahora 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.



**Figura 32.** Batería de polímero de litio del Hyundai Sonata

**Fuente:** Hyundai Costa Rica

**Editado por:** Gabriel Carrera

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.



**Figura 33.** Celdas de polímero de litio del Hyundai Sonata

**Fuente:** Ismael Simón Carrasco.: “Fabricación de baterías de litio”, pp. 9, Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/22631266/BATERIAS-DE-LITIO>

**Editado por:** Gabriel Carrera

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

### **2.3.1. Ventajas y desventajas de baterías de polímero de litio**

Ventajas:

- ✓ Se puede reducir el grosor hasta 1 mm
- ✓ Existen distintas formas de empaquetarse
- ✓ Posee alta capacidad de almacenar energía
- ✓ Tienen un peso reducido
- ✓ Son baterías de libre mantenimiento
- ✓ Leve % de auto descarga

Desventaja:

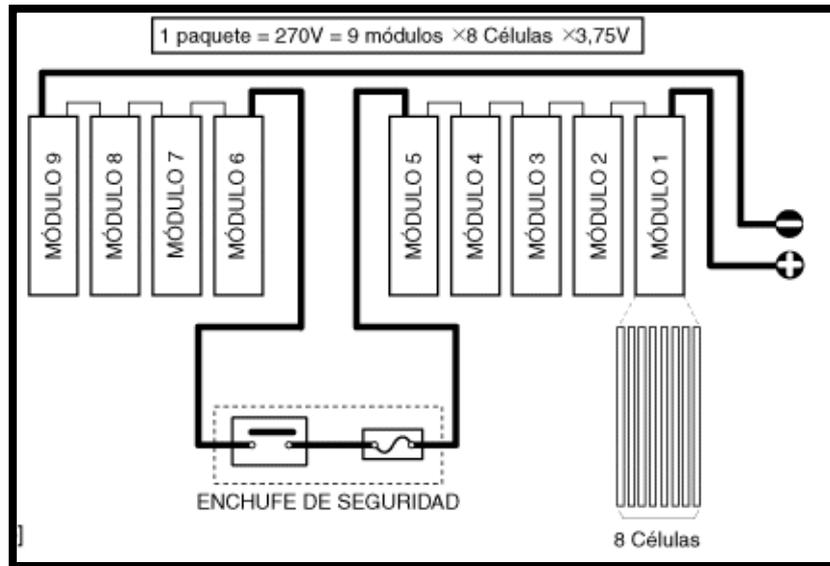
- ✓ La batería necesita un circuito de seguridad para controlar los picos de voltaje
- ✓ Se debe controlar la temperatura de las baterías
- ✓ La movilización del equipo debe ser controlada por medios de transporte
- ✓ La tecnología de las baterías aún sigue incrementándose y sigue en desarrollo
- ✓ Son muy perjudiciales si es que se las intenta abrir o perforar de una manera inadecuada

### **2.3.2. Descripción y operación del sistema de baterías de alto voltaje del Hyundai sonata híbrido**

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.

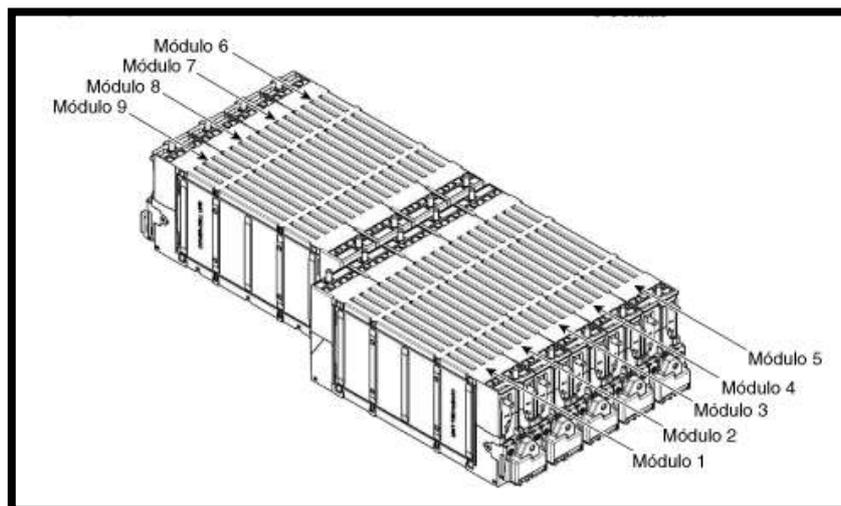
La batería posee 72 células, el voltaje de cada célula es de 3,75 V CC, con tal forma que el voltaje nominal de este pack de batería es de 270V CC.



**Figura 34.** Diagrama esquemático del sistema de baterías

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera



**Figura 35.** Numeración de módulos del sistema de baterías

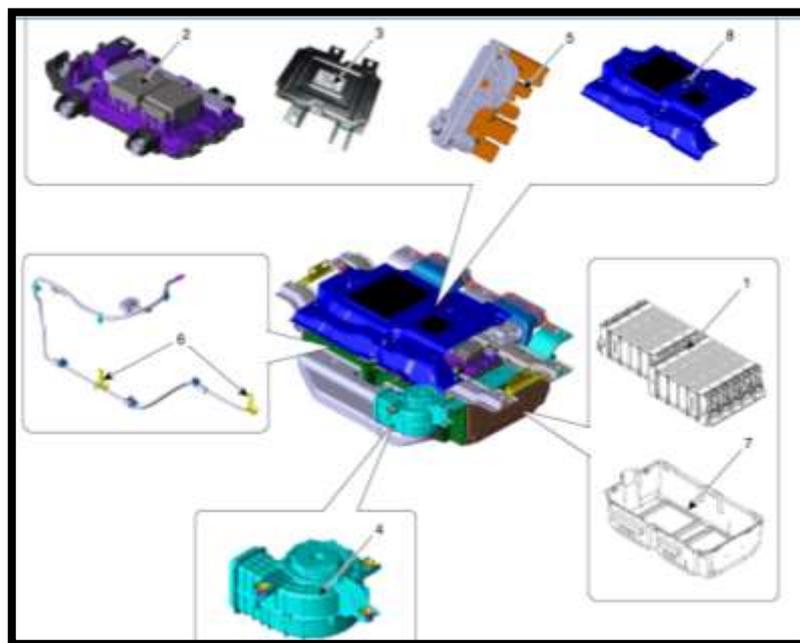
**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

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
- 8) High voltage Battery Top Cover

Tal como se indica en la figura 35.



**Figura 36.** Elementos del sistema de baterías

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### **2.3.3. GUÍA DE COMPROBACIÓN DEL SISTEMA DE BATERIAS DE ALTO VOLTAJE DEL HYUNDAI SONATA HÍBRIDO**

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.

1. Se debe de tener una comprobación visual para ver el tipo de daño que tiene el vehículo
2. Hay que seguir un proceso de seguridad basado en códigos de DTC
3. Se debe determinar el tipo del accidente antes de generar cualquier tipo de trabajo

#### **1) 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)

## 2) Fuego

**Tabla 1.** 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 | <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> </ol>   | Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado               |   | Desmunte la batería de alto voltaje y repare el proceso de aislamiento/vainas.  |
| [Ejemplo]<br>Fuego del motor                          |   | 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.   |
|   | <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Compruebe si hay indicios de soldadura 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 fallos en las otras piezas.</li> <li>6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.</li> </ol>   |  | 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     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realice un comprobación visual (deformación, corrosión, vainas de los cables, olor, conector).</li> <li>2. Compruebe visualmente si la batería de alto voltaje está dañada.</li> <li>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.</li> <li>4. Mida la resistencia de aislamiento de la batería/chasis de alto voltaje.</li> <li>5. Compruebe fallos en las otras piezas.</li> <li>6. Comprobar el código DTC en la BMS ECU.</li> </ol> | 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.   |
| [Ejemplo]<br>Fuego en el maletero                     |   | Aislamiento de la batería de alto voltaje dañado               |   | Desmunte 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: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Tabla 2.** Guía de daño de batería por colisión

| 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 | <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 |   | Desmunte la batería de alto voltaje y repare el aislamiento/vainas.   |
| [Ejemplo]<br>Colisión delantera/lateral   |   | 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                | <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.<br>※ 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. |
| [Ejemplo]<br>Colisión de la parte trasera   |   | La batería de alto voltaje no está dañada        | Código DTC                                    |   |

## 3) Colisión

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

#### 4) Sumersión

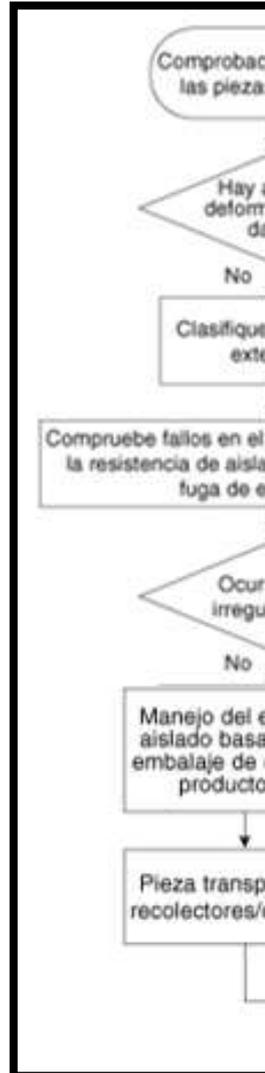
**Tabla 3.** Guía de daño de batería por sumersión

| 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. |            |  |  |   |
|  |  | <table border="1"> <tr> <td>La batería de alto voltaje no está dañada</td> <td>Código DTC</td> <td>Si ocurre un código DTC, lleve a cabo el proceso de reparación descrito en la guía de diagnóstico DTC.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ningún código DTC ni batería parecen normales</td> <td>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).</td> </tr> </table> | 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 |
| 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: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

### 2.3.4. Guía de comprobación para el almacenaje, transporte y desechos del sistema de baterías de alto voltaje de del Hyundai Sonata híbrido

- 1) Proceso de manipulación del sistema de baterías de alto voltaje del vehículo Sonata híbrido



**Figura 37.** Guía de almacenaje o desecho de baterías Sonata Híbridos

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

Editado por: Gabriel Carrera

2) Proceso de manipulación del sistema de la batería de alto voltaje defectuoso

**Tabla 4.** Guía de almacenaje o desecho de baterías Sonata 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>1. <b>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]<br/>→ Especificación: Aprox. 150 V.</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]<br/>→ Especificación: Aprox. 120 V.</p> <p>► Mediciones: Si son anómalas, sumerja la batería en agua salada inmediatamente para prevenir un incendio.</p> <p>2. <b>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>3. <b>Comprobación de la resistencia del aislamiento</b>(usando una prueba MQ)</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.<br/>(Consulte "Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar.")</p> <p>4. <b>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>- Arrgle el terminal del conector para evitar que el cableado se mueva.</li> </ul> <p>5. <b>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.<br>► Medida de aislamiento: Consulte "Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar."<br>► 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.  |

## 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 y descargas de las baterías que vayamos 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.



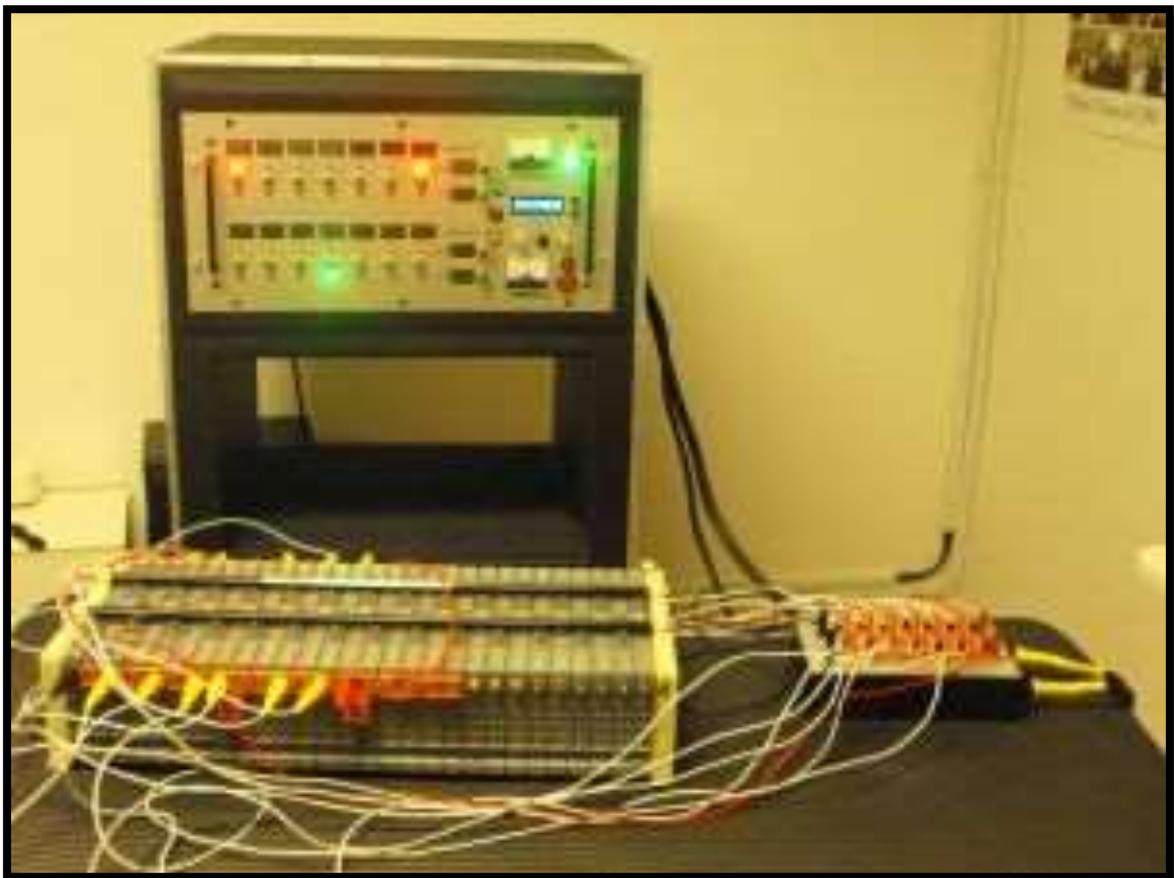
**Figura 38.** Banco Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

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.

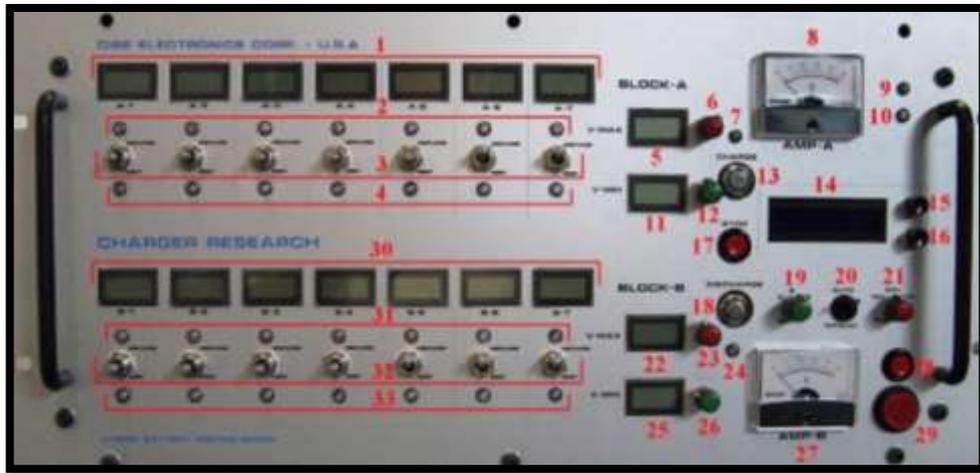


**Figura 39.** Conexiones del Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 2.4.1.1. PARTES DEL BANCO DE PRUEBAS CHARGER RESEARCH



**Figura 40.** Partes del Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

1. Conjunto voltímetros bloque A
2. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango alto bloque A
3. Conjunto llaves tres posiciones – Alta: forzar carga – Media: Posición normal de trabajo - Baja: Reseteo – bloque A
4. Conjunto leds indicación voltaje fuera de rango seteado bajo bloque A
5. Voltímetro indicación máximo voltaje de carga admitido bloque A
6. Potenciómetro selección máximo voltaje de carga bloque A
7. Led indicación
8. Amperímetro para carga y descarga bloque A
9. Led indicación
10. Led indicación
11. Voltímetro indicación mínimo voltaje de descarga admitido bloque A
12. Potenciómetro selección mínimo voltaje de descarga bloque A
13. Pulsador comienzo de carga bloque A
14. Display seteos bloque A y B
15. Pulsador visualización de seteos – selección de bloque – corriente – tiempo de ambos bloques

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



**Figura 41.** Partes traseras del Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

1. Conexión al block A
2. Conexión al block B
3. Interruptor de encendido

#### 2.4.1.2. Preparación del banco de pruebas Charger Research

Para hacer uso del banco de pruebas debemos necesitar los siguientes elementos:

- ✓ Equipo Charger Research
- ✓ Caja de distribución
- ✓ Cables de conexión principal
- ✓ Cables de conexión para las celdas
- ✓ Manual de uso del equipo

- 1) 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 dispongamos donde esté conectado el equipo.

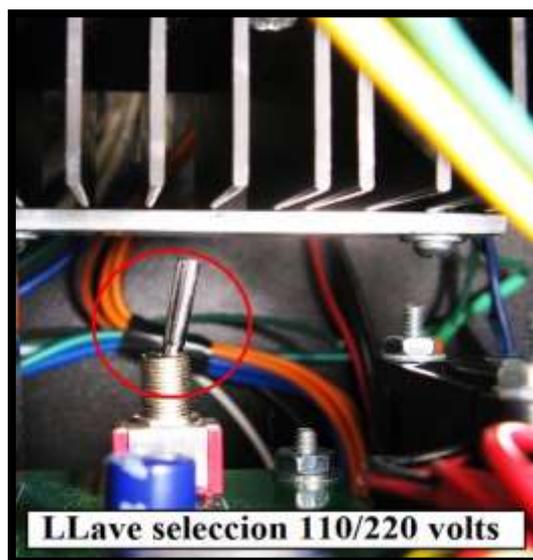
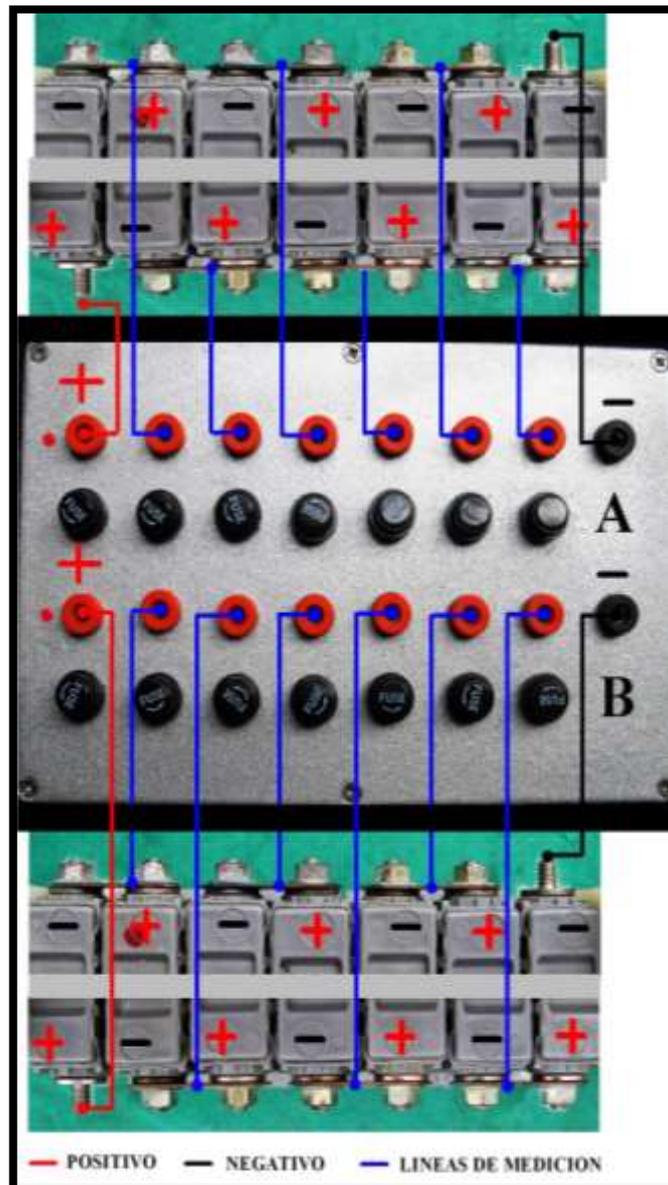


Figura 42. Conexión trasera del Charger Research

Fuente: CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 2) 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



**Figura 43.** Conexión del Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

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



**Figura 44.** Encendido del Charger Research

**Fuente:** CISE ELECTRONICS

**Editado por:** Gabriel Carrera

## CAPÍTULO III

### RECOLECCIÓN DE DATOS

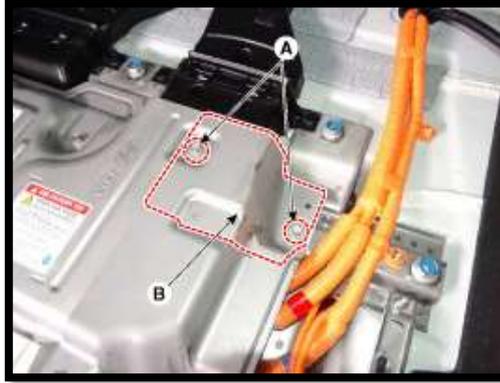
#### 3.1 Revisión técnica del sistema de baterías de alto voltaje

##### 3.1.1 Procedimiento de desconexión del alto voltaje

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

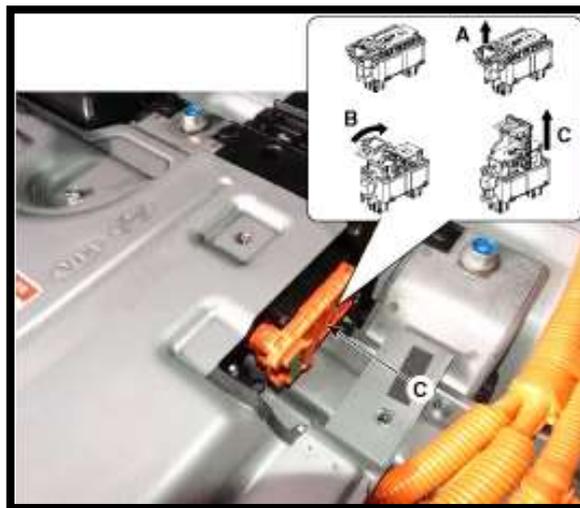


**Figura 45.** Desconexión de alto voltaje

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 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.



**Figura 46.** Desconexión de enchufe de seguridad

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 6) Esperar que los capacitores del sistema de alto voltaje se descarguen y esperar alrededor de 5 min
  - 7) 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

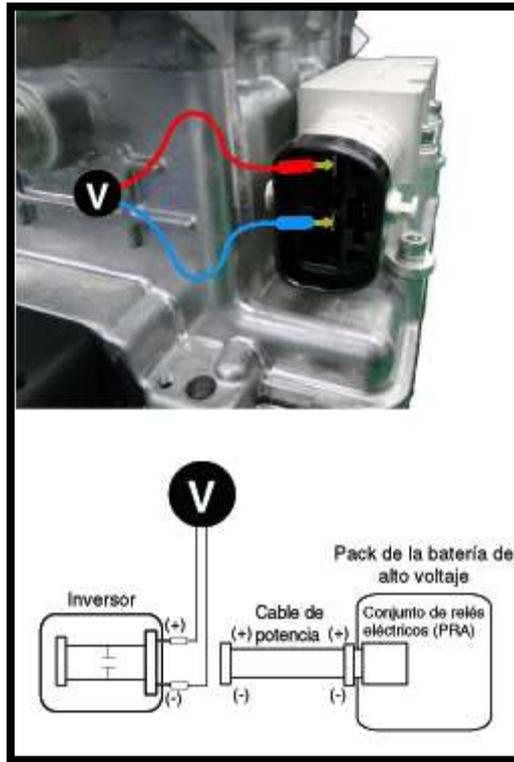


**Figura 47.** Desconexión de inversor

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- ✓ 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



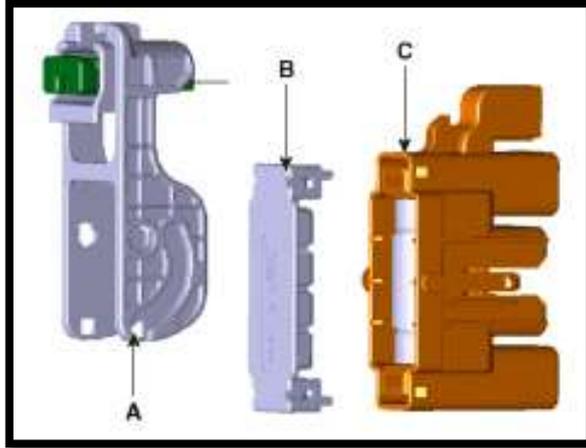
**Figura 48.** Mediciones del inversor

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

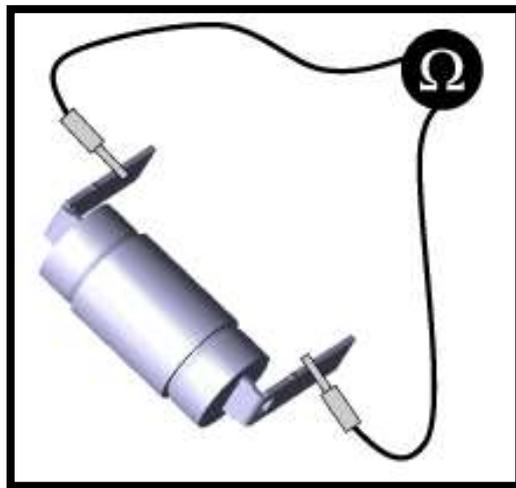
### 3.1.2 Comprobación del fusible principal del alto voltaje

- 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



**Figura 49.** Cubierta del fusible de alto voltaje  
**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018  
**Editado por:** Gabriel Carrera

- 3) Medir la resistencia del fusible principal
  - a. Especificaciones: 1 Ohm o inferior



**Figura 50.** Fusible del alto voltaje  
**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018  
**Editado por:** Gabriel Carrera

- 4) Si la resistencia no pertenece dentro del rango, cambiar el fusible de alta

### 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 GDS 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

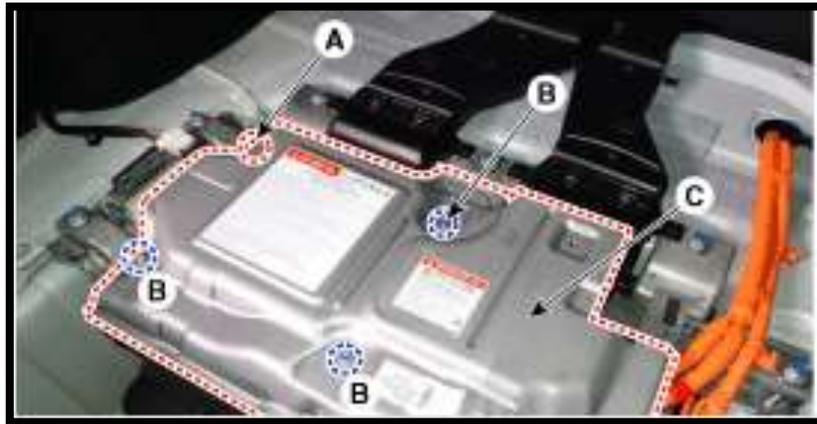


**Figura 51.** GSD e interfaz

**Fuente:** Hyundai Equipment

**Editado por:** Gabriel Carrera

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

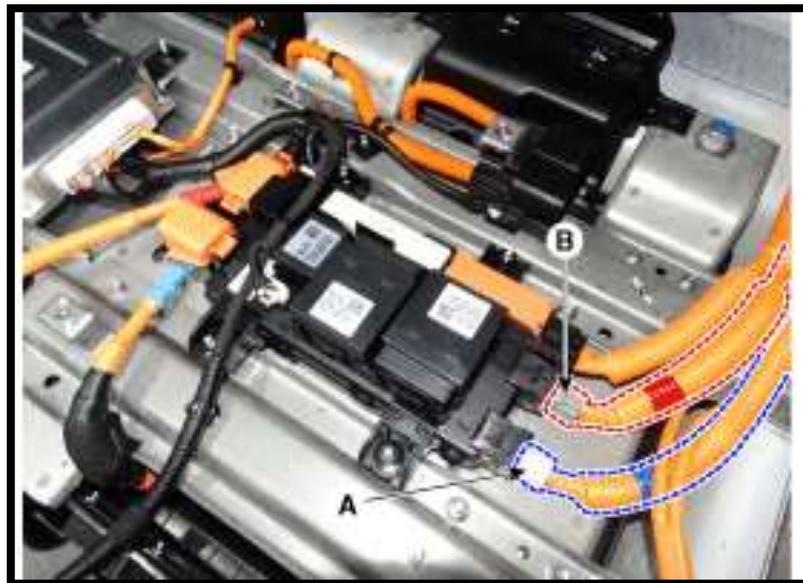


**Figura 52.** Cubierta de batería

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

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



**Figura 53.** Conector del inversor

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 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
  - a. El rango normal de la resistencia del aislamiento debe ser alrededor de 1 mega ohmio



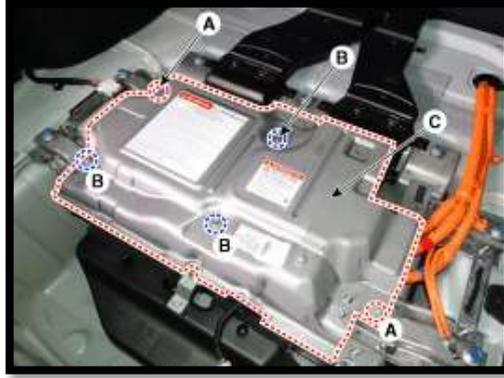
| Sensor Name   | Value | Unit |
|---|-------|------|
| <input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS) | 39.0  | %    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage              | 262.9 | V    |
| <input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current              | 2.0   | 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    |

Figura 54. Medición de resistencia con GDS

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

Editado por: Gabriel Carrera

- 4) 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



**Figura 55.** Retiro de cubierta de batería

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 6) Conecte el terminal negativo de la prueba de aislamiento A a masa del conjunto de baterías de alto voltaje



**Figura 56.** Conjunto de batería

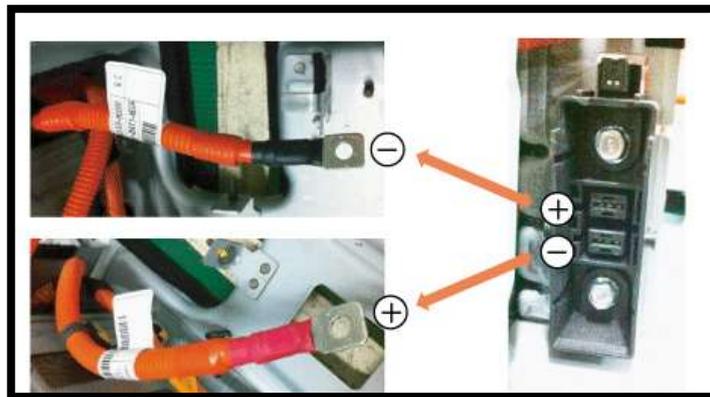
**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 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
  - a. Aproximadamente tiene que ser 150 Voltios



**Figura 57.** Medición de voltaje

**Fuente:** Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 3.2 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 Hyundai Sonata Híbrido.

**Tabla 5.** 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 (Bl)   | 1.755                 | Capacidad nominal X Voltaje nominal                                  |

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Tabla 6.** 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<br>[2.5V ≤ Voltaje de la célula ≤ 4.3V] |
| Corriente de funcionamiento (A) | -250 ~ 250  |

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Tabla 7.** 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<br>[2.5V ≤ Voltaje de la célula ≤ 4.3V] |
| Corriente de funcionamiento (A) | -250 ~ 250  |

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 2018

**Tabla 8.** Especificaciones del conjunto de relé de potencia en voltaje y corriente

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

Fuente: Manual de servicio Hyundai Sonata 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 vamos 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



**Figura 58.** Batería Sonata para análisis

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 2) Se procede a hacerse las desconexiones internar entre todo el conjunto de alto voltaje



**Figura 59.** Conexión de alto voltaje

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 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



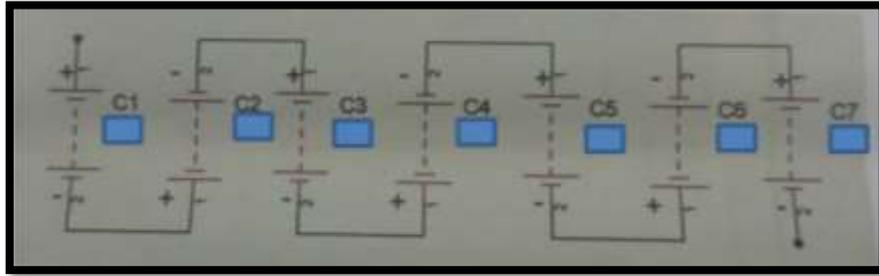
**Figura 60.** Block de celdas

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 3.2.1 Proceso de primera descarga de la batería

- 1) Para empezar con la descarga de la batería se debe de 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 61.** Diagrama de conexión en serie de las celdas

**Fuente:** Manual Charger Research

**Editado por:** Gabriel Carrera

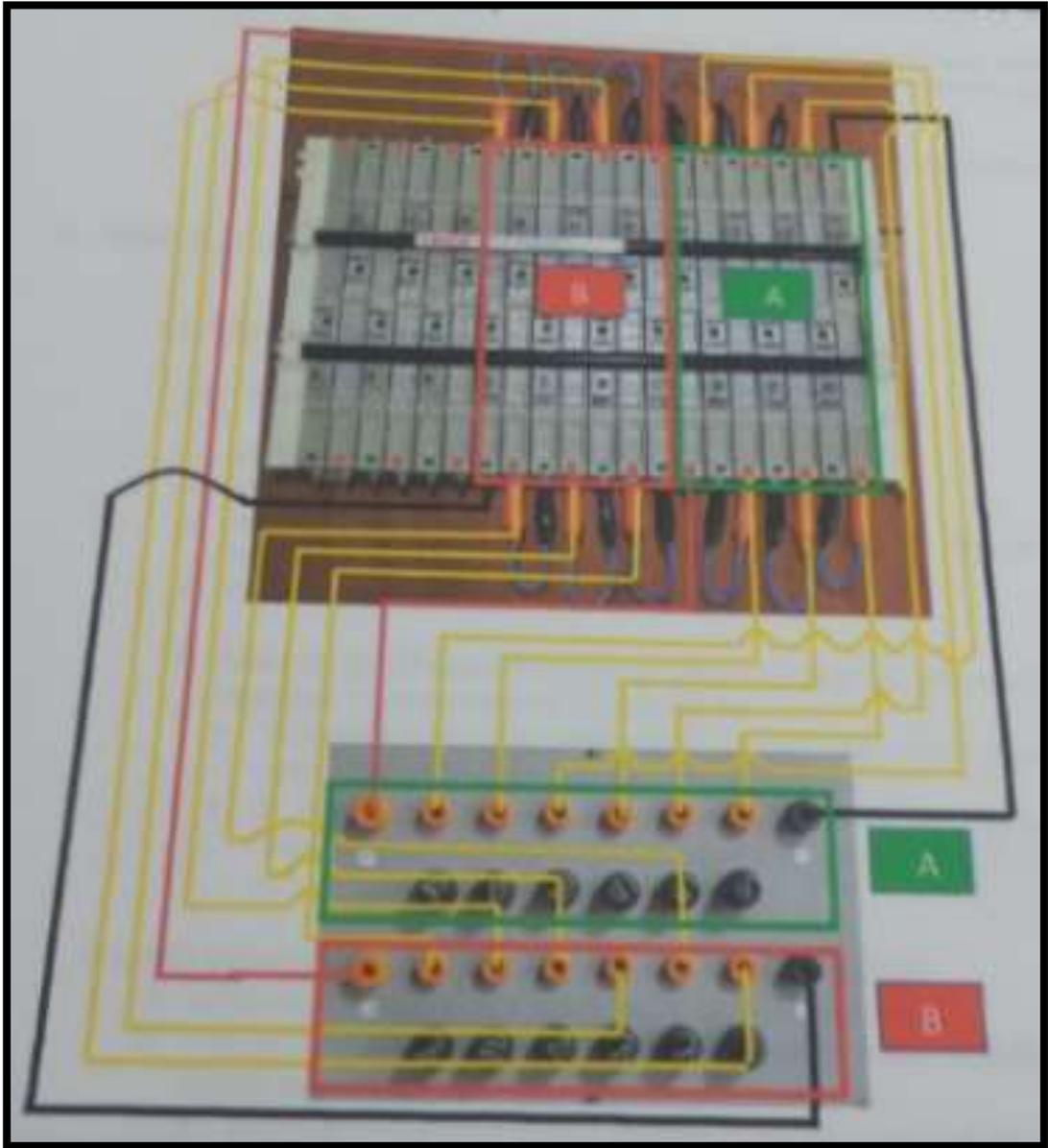


**Figura 62.** Conexión en serie de las celdas

**Fuente:** Manual Charger Research

**Editado por:** Gabriel Carrera

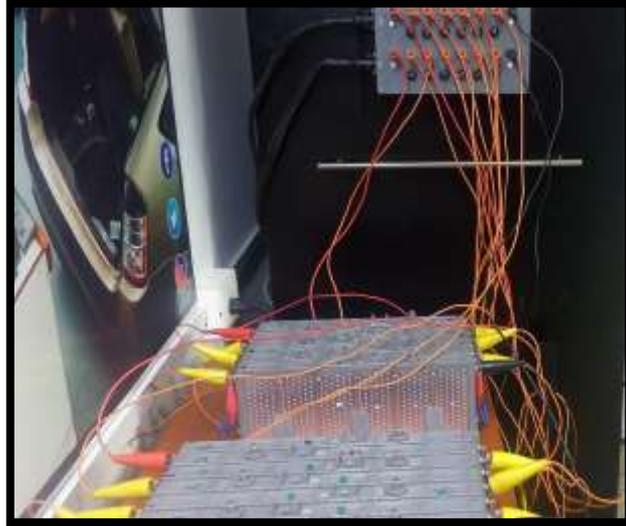
- 2) Luego de que estén conectadas en serie cada bloque de manera independiente se lo conectara con el banco Charger Research. Se conectará de la siguiente manera:



**Figura 63.** Diagrama de conexión con Charger Research

**Fuente:** Manual Charger Research

**Editado por:** Gabriel Carrera



**Figura 64.** Conexión con Charger Research

**Fuente:** Manual Charger Research

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 3) Configuramos en los controles del charger research.
  - a. Ponemos 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 65.** Descarga en Charger Research

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 3.2.2 APLICACIÓN DE CALCULOS Y FORMULAS

**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

**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

### 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

### 3.2.3 PROCESO DE CARGA DE LA BATERIA

#### 1) Procedimiento de precarga

##### a. Configuramos 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 podemos como celda aprobada
- ii. Si la tensión disminuye al pasar los 10 min se puede considerar una celda con problemas



**Figura 66.** Carga de los blocks en Charger

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

- 2) Procedimiento de carga a una capacidad del 30%
  - a. Configuramos 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 64.** Configuración en Charger Research

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 3.2.4 Proceso de descarga de la batería

- 1) Configuramos 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



**Figura 67.** Balanceo de celdas

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

### 3.3 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 tienen que tener la misma categoría para poder funcionar correctamente.



**Figura 68.** Análisis de celda para categorización

**Fuente:** CISE Electronics

**Editado por:** Gabriel Carrera

**Tabla 9.** Categorización de celdas

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

**Fuente:** CISE Electronics

**Elaborado por:** Gabriel Carrera

- **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.

### **3.4 Precauciones importantes**

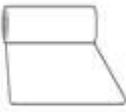
#### **3.4.1 precauciones e información de seguridad general en el trabajo con vehículos con sistema híbrido Hyundai**

Tomando en cuenta que el vehículo híbrido contiene una batería de alto voltaje, si se controla el sistema de alto voltaje o el vehículo de forma incorrecta esto podría ligar 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 proceder a usar equipos de protección personal
- ✓ Coloque las partes de alto voltaje desmontados sobre una alfombra dieléctrica

## Equipos de protección personal en el área de trabajo:

| NOMBRE                  | Ilustración   | Descripción  |
|-------------------------|---|--|
| Guantes de aislamiento  |    | Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje<br>[Rendimiento de aislamiento: 1000 V / 300 A o superior]  |
| Calzado de aislamiento  |    |  |
| Ropa de aislamiento     |    | Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje   |
| Casco de aislamiento    |   |  |
| Gafas de seguridad      |  | Se utiliza en los siguientes casos:<br>• Durante el desmontaje y montaje o comprobación de los terminales de la batería de alto voltaje o los cables, puesto que pueden producirse chispas.<br>• Durante el trabajo en el conjunto del pack de la batería de alto voltaje. |
| Máscara protectora      |  |  |
| Alfombra de aislamiento |  | Coloque los componentes de alto voltaje desmontados sobre una alfombra de aislamiento para evitar accidentes.  |
| Lámina de aislamiento   |  | Cubra los componentes de alto voltaje con una lámina de aislamiento para evitar que el personal que no lleva equipo de protección personal sufra accidentes.   |

**Figura 69.**Equipos de protección personal del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio de Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

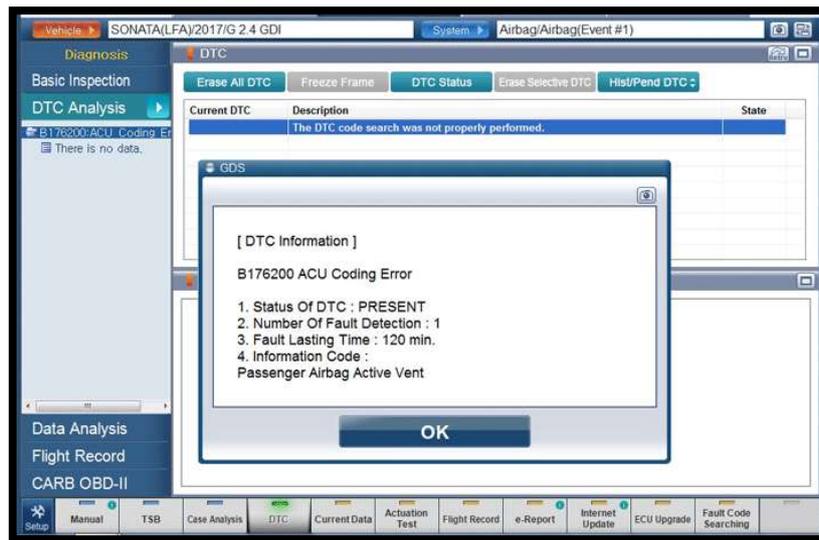
#### **4.1 Resultados de la revisión técnica**

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 la misma. Se pudo detectar el mal funcionamiento de la batería y se la procedió a desmotar para realizar el análisis con el banco de prueba Charger Research para poder encontrar la falla en el pack de baterías.

##### **4.1.1 Códigos de fallas DTC**

Los códigos de fallas DTC, son códigos que presenta el vehículo y se los lee por medio del scanner GDS, entre los códigos está el de deterioro de la batería, el código del vehículo que estamos trabajando, los códigos del sistema híbrido y de circuito de alto voltaje están divididos por una sección, cada código viene con una descripción. Los DTC del circuito de alto voltaje son los siguientes:



**Figura 70.** Interfaz de DTC del Hyundai Sonata

**Fuente:** Manual de servicio de Hyundai Sonata 2018

**Editado por:** Gabriel Carrera

- **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:** Circuito "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:** Circuito de serial de despliegue del airbag bajo
- **P1B25:** Fallo del recorrido de alto voltaje
- **P1B76:** Fallo del relé de alto voltaje
- **P1B77:** Fallo 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 híbrido (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 Hyundai Sonata; 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.

En la tabla 10 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 modulo 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.

**Tabla 10.** Categorización de módulos por tiempo.

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

**Fuente:** CISE Electronics

**Elaborado por:** Gabriel Carrera

### 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 modulo completo estaba afectado, estando en la categoría “X”, según la tabla 11, no se puede generar la recuperación de la misma. 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.

Una vez reemplazado el módulo 1 con las 8 celdas afectadas se vuelve a hacer las respectivas pruebas con el módulo reemplazado para lograr un correcto balanceo en todas las celdas internas en los módulos y lograr la confirmación de que todas las celdas están en la categoría correspondiente.

**Tabla 11.** Categorización de módulos.

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

**Fuente:** CISE Electronics

**Elaborado por:** Gabriel Carrera

Al haberse armado el pack de baterías e instalado en el vehículo Hyundai Sonata, 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.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se pudo reconocer las características de las baterías de polímero de litio que posee el Hyundai Sonata 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 observamos 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 practico 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 Sonata 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 por desperfecto en el pack de baterías del circuito de alto voltaje.

## 5.2 Recomendaciones

- Se debe conocer las características de las baterías con las que estamos trabajando, tener en cuenta el voltaje y corriente que maneja el pack de baterías, se debe obtener la datasheet del vehículo para evitarnos futuros problemas en las conexiones con los bancos de trabajo y scanners. El modelo Sonata de Hyundai posee celdas de polímero de litio, son celdas diferentes dependiendo de cada marca y los usos necesarios.
- Cuando se estén realizando las pruebas necesarias para el análisis del pack de baterías, se debe tener en cuenta la manipulación del circuito de alto voltaje ya que dicho circuito posee líneas de alto voltaje que puede ser muy destructivo para una persona sin poseer elementos de protección dieléctricos. En las pruebas del banco charger research se debe conocer el procedimiento de las conexiones ya que puede dañar las celdas que se estén analizando o el equipo de pruebas charger research.
- Tras el análisis con el banco de prueba Charger Research se categoriza las celdas ya sea, A, B, C o X; una vez que se categorice las celdas se debe tener en cuenta que se tenga la misma categoría para que no se tengan problemas de funcionamiento. Con los resultados ya se puede armar una batería estable con las celdas ya en las mismas categorías.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Española de Profesionales de automoción. 2015. Vehículos eléctricos.
- Asociación de Empresas Automotrices. 2016. Anuario 2016 AEADE: 50 – 96
- Acelerando. 2016. Disponible en: <http://www.acelerando.com.ec/industria/producto/775-llego-a-ecuador-el-nuevo-hyundai-sonata-hibrido-2016> Consultada el 02/03/2018
- Bosch. 2014. Los sensores del automóvil de Bosch. España
- Cise Electronics 2018. Manual de uso de ChargerResearch. USA
- El Comercio. 2015. Disponible en <http://www.revistalideres.ec/lideres/hyundai-le-apuesta-hibrido-pais.html>. Consultado el 01/03/2018.
- Hyundai. 2016. Manual del modelo Sonata Hybrid. Mexico: Reverte S.A.
- Hyundai. 2017. Manual del modelo Sonata Hybrid. Mexico: Reverte S.A.
- Hyundai. 2018. Manual del modelo Sonata Hybrid. Mexico: Reverte S.A.
- Hyundai Ecuador. 2018. Disponible en: <https://www.hyundai.com.ec/showroom/sonata-hybrid/> Consultada el 12/02/2018
- Hyundai USA. 2018. Disponible en: <https://www.hyundai.com.us/sonata-hybrid/> Consultada el 12/02/2018
- Hyundai Puerto Rico. 2018. Disponible en: <http://www.hyundaipr.com/Hyundai-Puerto-Rico/sy/en/Showroom/Eco/Sonata-Hybrid/PIP/index.php> Consultada el 12/02/2018
- Ifriedegg. 2017. Disponible en: <http://www.ifriedegg.com/SonataTurboHybrid.htm>. Consultada el 12/02/2018
- La Republica EC. 2014. Disponible en: [www.larepublica.ec/blog/economia/20/hyundai-rebaja-el-precio-del-sonata-hibrido-2013](http://www.larepublica.ec/blog/economia/20/hyundai-rebaja-el-precio-del-sonata-hibrido-2013). Consultada el 12/02/2018
- Lopez, J. 2015. Vehiculos hibridos y electricos. Madrid: Editorial Dextra.
- Ros, J. 2017. Vehiculos electricos e hibridos. Madrid: Paraninfo.
- Srinivasan, S. 2008. Auto Mechanics . New Dheli: Tata McGraw-Hill Education.
- Sergio Saenz. 2014. Motores. México: Editex, S.A
- Urriolagoitia 2012. Aplicacionde vehiculos hibridos y electricos. Mexico: Academia Española.