



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**ESTUDIO DE LA FUNCIONABILIDAD DE LA BATERÍA HEV
DEL VEHÍCULO HÍBRIDO SONATA LF AÑO 2017 MEDIANTE
EL DISEÑO DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN DE CARGA
Y DESCARGA.**

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

LUCIANO BRAYAN ECHANIQUE VERA

DIRECTOR:

ING. ELVIS GUALOTUÑA, MSc.

Santo Domingo de los Tsáchilas, enero, 2019

© Universidad UTE 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

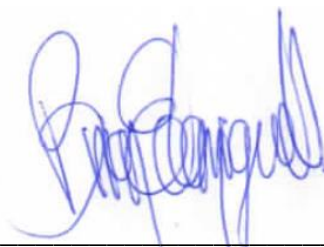
TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1711825768
APELLIDO Y NOMBRES:	Echanique Vera Luciano Brayan
DIRECCIÓN:	Vía Chone Km 2
EMAIL:	brianismo@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022746948
TELÉFONO MOVIL:	0992494623

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Estudio de la funcionabilidad de la batería HEV del vehículo híbrido Sonata LF año 2017 mediante el diseño de un banco de comprobación de carga y descarga.
AUTOR O AUTORES:	Echanique Vera Luciano Brayan
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Enero 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Gualotuña Quishpe Elvis Patricio MsC.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	El proyecto a continuación desarrollado de tema: Eestudio de la funcionabilidad de la batería HEV del vehículo híbrido Sonata LF año 2017 mediante el diseño de un banco de comprobación de carga y descarga, tiene como finalidad el estudio de su estructura, posibles fallas y a través de procesos de carga y descarga determinar posibles fallos y soluciones y así mejorar el estado de la misma, logrando de esta manera resolver uno de los principales problemas que se presenta actualmente en esta tecnología con un mantenimiento preventivo o correctivo de una manera técnica y

	<p>garantizada.</p> <p>Para la construcción de este dispositivo se analizó las principales funciones de los elementos que componen un sistema híbrido y como se relacionan con la batería de alta tensión, funciones como la de la unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) de medir el voltaje de cada paquete que forman la misma y la temperatura a la que se encuentra al momento de su funcionamiento.</p> <p>Se identificó las normas de seguridad a seguir para la correcta manipulación de las baterías así como su correcto montaje y desmontaje teniendo en cuenta las seguridades y consideraciones a tomar.</p> <p>Este análisis sirvió para establecer un diagrama eléctrico que sea capaz de evaluar el estado de una batería, cargarla, descargarla, identificar que paquete de la batería se encuentra en mal estado y recuperar el estado de carga del mismo en el caso de que el daño no sea definitivo.</p> <p>Así se estableció un circuito eléctrico que fue montado en un mueble de madera usando elementos eléctricos fáciles de conseguir en las tiendas que comercializan dichos productos, se realizó pruebas de funcionamiento en la batería de un vehículo Hyundai Sonata Híbrido 2017 logrando diagnosticar el estado de la batería e identificando dos paquetes de batería en mal estado los mismos que fueron reemplazados, evitando así la pérdida total de la batería y concluyendo con el proceso de mantenimiento satisfactoriamente.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Batería HEV, vehículo híbrido, carga, descarga, banco de batería, SONATA</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Echanique Vera Luciano Brayan', positioned above a horizontal line.

f:

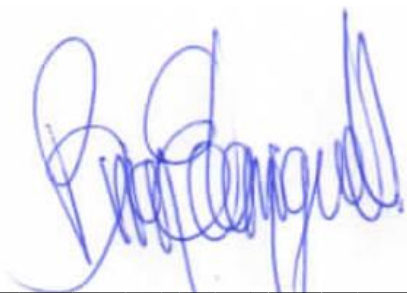
ECHANIQUE VERA LUCIANO BRAYAN
C.I. 1711825768

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ECHANIQUE VERA LUCIANO BRAYAN**, CI 1711825768 autor del trabajo de titulación: ESTUDIO DE LA FUNCIONABILIDAD DE LA BATERÍA HEV DEL VEHÍCULO HIBRIDO SONATA LF AÑO 2017 MEDIANTE EL DISEÑO DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN DE CARGA Y DESCARGA previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad UTE.


1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 14 de diciembre del 2018

f. 
ECHANIQUE VERA LUCIANO BRAYAN
C.I.1711825768

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **ESTUDIO DE LA FUNCIONABILIDAD DE LA BATERÍA HEV DEL VEHÍCULO HIBRIDO SONATA LF AÑO 2017 MEDIANTE EL DISEÑO DE UN BANCO DE COMPROBACIÓN DE CARGA Y DESCARGA PARA ASPIRAR AL TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ** fue desarrollado por **ECHANIQUE VERA LUCIANO BRAYAN**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



ING. Elvis Patricio Gualotuña Quishpe, MsC
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 171687660-0

DEDICATORIA

La elaboración de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida, mis hermanos, esposa y toda mi familia.

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por el ejemplo de mis padres lo que soy ahora.

AGRADECIMIENTO

A mi padre celestial por haberme dado la oportunidad del estudio, por la fortaleza y sabiduría que me dio para luchar por mi meta, a mis padres por haber estado motivándome a seguir cuando flaquearon mis ánimos, a mi familia por ser mi fortaleza en todo momento de mi vida y apoyarme a concluir mi formación académica, a los docentes de la Universidad Tecnológica Equinoccial ya que supieron impartir sus sabios conocimientos y esto me ha permitido formarme profesionalmente, a mis compañeros que aportaron con su granito de arena sea esta por el transporte, apoyo académico anímico etc., me dieron ánimos e hicieron que esta etapa de mi vida sea única. De manera especial agradezco al Ing. Elvis Gualotuña director de mi tesis que con su esfuerzo, dedicación, tiempo, conocimiento supo guiarme y colaborar con la elaboración de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
1.1 SISTEMA HIBRIDO	4
1.1.1 ANTECEDENTES	4
1.2. VEHICULOS CON PROPULSIÓN HIBRIDA.	7
1.2.1. DEFINICIÓN.....	7
1.2.2. HÍBRIDOS SEGÚN SU ESTRUCTURA.	8
1.2.3. PARTES DE UN VEHÍCULO HIBRIDO.	8
1.3. BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.....	9
1.3.1. GENERALIDADES.	9
1.3.2. TIPO BATERÍAS RECARGABLES.....	10
1.3.2.1. Baterías alcalina (Hidruro de Níquel-Metal / Níquel Cadmio)....	11
1.3.2.2. Batería de Polímero de Iones de Litio.....	11
2. METODOLOGIA	¡Error! Marcador no definido.
2.1 CARACTERISTICAS BATERIA SONATA LF.	14
2.1.1 PACK BATERÍA SONATA LF.....	14
2.1.2 UBICACIÓN BATERÍA.	16
2.1.3 MODULO DE MANEJO DE BATERÍA BMS.	16
2.1.4. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BATERÍA.....	18
2.1.5. CONJUNTO DEL RELÉ DE POTENCIA.	20
2.1.6 TAPÓN DE SEGURIDAD.....	23
2.1.7 CAJA DE FUSIBLES DE LA BATERÍA.....	24
2.2. PRECAUCIONES, NORMAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR EN BATERIA DE ALTO VOLTAJE	25
2.2.1 PRECAUCIONES E INFORMACION DE SEGURIDAD GENERAL.....	25
2.2.2. PROCEDIMIENTO DE DESCONEXIÓN DEL ALTO VOLTAJE ..	28
2.2.3. GUIA DE COMPROBACION DEL SISTEMA DE LA BATERIA DE ALTO VOLTAJE	30
2.2.4. PROCEDIMIENTO DE MANIPULACION PARA EL ALMACENAJE, TRANSPORTE Y DESECHO DE SISTEMAS DE BATERIAS DE ALTO VOLTAJE	34
2.3 PROCESO DE DESMONTAJE DE BATERIA DE ALTO VOLTAJE.....	37
2.3.1 EXTRACCIÓN.....	37
2.4. DIAGNOSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE BATERIA40	
2.4.1 CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍA HEV.....	40
2.4.2 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL DISPOSITIVO.	46
2.4.3 ESTRUCTURA DEL EQUIPO	48
2.4.5 MANTENIMIENTO Y DIAGNOSTICO BATERIA.....	56

2.4.6 VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL PACK BATERÍA CON UN CASO REAL MEDIANTE EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA...	68
3. RESULTADOS Y DISCUSION	80
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
4.1. CONCLUSIONES.....	85
4.2. RECOMENDACIONES.....	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINAS
Tabla 1. Características de baterías	11
Tabla 2. Listado de elementos eléctricos, electrónicos y otros para la construcción del Banco.....	41
Tabla 3. Voltaje de módulos del 1 al 9 antes de ser cargados	74
Tabla 4. Voltaje de módulos del 1, 8 y 9 después de ser cargados.....	75
Tabla 5. Voltaje de módulos del 1, 8 y 9 después de su 1º descarga	76
Tabla 7. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 1º carga	77
Tabla 8. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 1º descarga	77
Tabla 9. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 2º carga	78
Tabla 10. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 2º descarga.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINAS
Figura 1. Híbrido por estructura	8
Figura 2. Tipo de baterías usadas en vehículos híbridos.	10
Figura 3. Características de baterías tipo alcalino	11
Figura 4. Características de baterías tipo LiPo	12
Figura 5. Características de baterías	14
Figura 6. Diagrama esquemático Pack Batería	15
Figura 7. Especificaciones pack batería.....	16
Figura 8. Ubicación Batería	16
Figura 9. Modulo BMS	17
Figura 10. Flujograma BMS	18
Figura 11. Sistema de refrigeración de la Batería Sonata LF	19
Figura 12. Curva de Potencia vs Temperatura batería.....	19
Figura 14. Partes del PRA	20
Figura 15. Diagrama esquemático básico PRA.....	20
Figura 16. Ubicación PRA.....	21
Figura 17. Curva Voltaje vs tiempo PRA	21
Figura 18. Voltajes de activacion PRA	22
Figura 19. Voltajes de control del PRA	22
Figura 20. Voltajes de potencia del PRA.....	23
Figura 22. Ubicación del tapón de seguridad.	23
Figura 23. Ubicación del fusible en el tapón de seguridad.	24
Figura 24. Características técnicas del tapón y fusible de seguridad	24
Figura 25. Caja de fusibles de la batería.....	24
Figura 26. Ilustración del letrero de precaución.	25
Figura 27. Cuadro de equipo de protección personal para trabajar en los sistemas de alto voltaje.....	26
Figura 28. Procedimiento para desmontar el tapón de seguridad	28
Figura 29. Procedimiento de desconexión cable de alimentación del inversor.....	29
Figura 30. Procedimiento de medición de voltaje de los terminales de alimentación del inversor.	29
Figura 34. Fusible de tapón de seguridad.....	30
Figura 35. Datos de soldadura en GDS.	31
Figura 36. Proceso de desmontaje tapa de PRA.	31
Figura 37. Proceso de medición de soldadura de PRA.....	32
Figura 38. Proceso de medición de resistencia del aislamiento.	32
Figura 39. Proceso de medición de resistencia del aislamiento con multímetro.....	33
Figura 40. Proceso de medición de resistencia del aislamiento inversor con multímetro.....	33

Figura 41. Proceso de medición de voltaje de batería de alta tensión con multímetro.....	34
Figura 42. Guía de manipulación, almacenamiento de batería y componentes del sistema de alto voltaje.....	35
Figura 44. Proceso de aislamiento de los terminales de batería.	36
Figura 45. Descarga de batería sumergida en agua con sal.	36
Figura 46. Desmontaje ventilador batería.	37
Figura 47. Tapa de batería.	37
Figura 48. Desmontaje del PRA.....	38
Figura 49. Desmontaje del BMS.	38
Figura 52. Desmontaje de cubierta de módulos de batería.	39
Figura 53. Desmontaje de terminales de módulos de batería.	40
Figura 54. Voltímetro analógico	42
Figura 55. Amperímetro analógico	42
Figura 56. Voltímetro digital	43
Figura 57. Condensador electrolítico	43
Figura 58. Condensador poliéster.....	44
Figura 59. Puente rectificador.....	44
Figura 60. Foco halógeno lineal.....	44
Figura 61. Diodo P600M.....	45
Figura 62. Diodo rectificador RS405	45
Figura 63. Transformador 110V a 12V.....	46
Figura 64. Diagrama circuito eléctrico.....	47
Figura 65. Diseño terminado del banco de pruebas.....	48
Figura 66. Diseño terminado del banco de pruebas.....	49
Figura 67. Zona caliente y zona de ubicación de componentes electrónicos	49
Figura 68. Perforaciones para ventiladores	50
Figura 69. Perforaciones para controladores perillas etc.	50
Figura 70. Acabado de equipo con pintura de color negro	51
Figura 71. Ensamble de la estructura	51
Figura 72. Acabado final luego del ensamble de la estructura	51
Figura 73. Disposición de los voltímetros.....	52
Figura 74. Disposición de los cables en bornera.....	52
Figura 75. Diagrama de conexión de amperímetro de carga	53
Figura 76. Disposición del amperímetro de descarga.	53
Figura 77. Circuito de carga.....	54
Figura 78. Circuito de descarga	55
Figura 79. Circuito de carga y descarga	56
Figura 80. Flujograma localización de averías del conjunto del pack de la batería.	57
Figura 82. Porcentaje del estado de carga del pack de la batería.....	58
Figura 83. Comprobación del voltaje de carga del pack de la batería.	58
Figura 84. Secciones de ventilación a limpiar en módulos HEV.....	59

Figura 89. Análisis de datos de BMS con escáner.	60
Figura 90. Análisis de datos de BMS con escáner resistencia aislamiento. .	61
Figura 91. Inspección PRA.	61
Figura 92. Inspección estado físico batería.....	62
Figura 93. Vehículo a realizar diagnostico real.	68
Figura 94. Análisis de datos en escáner GDS.....	69
Figura 95. Vehículo a realizar diagnostico real.	69
Figura 96. Banco de carga y descarga conectado.	70
Figura 97. Disposición de conexión de bornera.	70
Figura 98. Disposición de conexión de bornera.	71
Figura 99. Disposición de conexión de bornera a equipo.....	71
Figura 100. Ilustración de rango de trabajo de baterías tipo LiPo.	72
Figura 101. Ilustración de rango de trabajo de baterías tipo LiPo.	73
Figura 102. Ilustración de rango de carga y descarga máxima de baterías tipo LiPo.	74
Figura 103. Equipo conectado en proceso de carga.	75
Figura 104. Daño en batería por bajo voltaje.	76
Figura 105. Verificación que no existe DTC en módulo BMS.....	79
Figura 106. Resultado de diferencias de voltajes de módulos antes vs después del mantenimiento	80
Figura 107. Resultado de voltajes de módulos antes vs después del mantenimiento	81
Figura 108. Resultado de voltajes de carga de módulos 1, 8 y 9 antes vs después del mantenimiento	82
Figura 109. Resultado de voltajes de descarga de módulos 1, 8 y 9 antes vs después del mantenimiento	82
Figura 110. Resultado de voltajes de descarga de módulo 6 antes vs después del mantenimiento	83
Figura 111. Resultado de voltajes de carga de módulos 4, 5 y 6 antes vs después del mantenimiento	83
Figura 112. Resultado de voltajes de descarga de módulos 4, 5 y 6 antes vs después del mantenimiento	84

ANEXOS

PÁGINAS

Anexo 1. Diagrama esquemático control de BMS	90
Anexo 2. Layout conjunto PRA	91
Anexo 3. Diagrama del circuito del tapón de seguridad.	92
Anexo 4. Diagrama esquemático caja de fusibles de la batería	93
Anexo 5. Vista frontal de banco de carga y descarga	94
Anexo 6. Vista superior de banco de carga y descarga	95
Anexo 7. Vista Lateral izquierda de banco de carga y descarga	96
Anexo 8. Vista Lateral derecha de banco de carga y descarga	97
Anexo 9. Vista posterior de banco de carga y descarga	98
Anexo 10. Practica guía de uso de equipo de carga y descarga de batería.	99

RESUMEN

El proyecto a continuación desarrollado de tema: Eestudio de la funcionabilidad de la batería HEV del vehículo híbrido Sonata LF año 2017 mediante el diseño de un banco de comprobación de carga y descarga, tiene como finalidad el estudio de su estructura, posibles fallas y a través de procesos de carga y descarga determinar posibles fallos y soluciones y así mejorar el estado de la misma, logrando de esta manera resolver uno de los principales problemas que se presenta actualmente en esta tecnología con un mantenimiento preventivo o correctivo de una manera técnica y garantizada.

Para la construcción de este dispositivo se analizó las principales funciones de los elementos que componen un sistema híbrido y como se relacionan con la batería de alta tensión, funciones como la de la unidad electrónica de control de la batería (ECU de la batería) de medir el voltaje de cada paquete que forman la misma y la temperatura a la que se encuentra al momento de su funcionamiento.

Se identificó las normas de seguridad a seguir para la correcta manipulación de las baterías así como su correcto montaje y desmontaje teniendo en cuenta las seguridades y consideraciones a tomar.

Este análisis sirvió para establecer un diagrama eléctrico que sea capaz de evaluar el estado de una batería, cargarla, descargarla, identificar que paquete de la batería se encuentra en mal estado y recuperar el estado de carga del mismo en el caso de que el daño no sea definitivo.

Así se estableció un circuito eléctrico que fue montado en un mueble de madera usando elementos eléctricos fáciles de conseguir en las tiendas que comercializan dichos productos, se realizó pruebas de funcionamiento en la batería de un vehículo Hyundai Sonata Híbrido 2017 logrando diagnosticar el estado de la batería e identificando dos paquetes de batería en mal estado los mismos que fueron remplazados, evitando así la pérdida total de la batería y concluyendo con el proceso de mantenimiento satisfactoriamente.

Palabras claves: Batería HEV, vehículo híbrido, carga, descarga, banco de batería, SONATA.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Para analizar la problemática es necesario entender que con el avance tecnológico en el área automotriz, como el desconocimiento de nuevas tecnologías aplicadas en los vehículos híbridos, el incremento de vehículos HV en el Ecuador está ganando mercado, la falta de equipo especializado para la verificación y reparación de los vehículos HV, requiere que se investigue acerca del diseño de un banco de pruebas genérico para poder realizar el mantenimiento y reparación de las baterías híbridas, donde existan fuentes de investigación de los componentes HV estando acorde con el desarrollo de las nuevas tecnologías.

Por otro lado la principal causa, fundamentalmente es la descarga de las celdas de la batería híbrida, la misma que está asociada a malos consumos de corriente que son provocados cuando la resistencia interna de los packs aumenta, esto produce que la potencia de disipación aumente y se generen códigos de error de funcionamiento en la batería provocando que el vehículo no funcione adecuadamente o en casos deje de funcionar (Hyundai Motor Co., 2017).

En la actualidad, hay varios factores que están llevando a la industria automotriz a abandonar paulatinamente los motores de combustión interna como sistema para mover un vehículo, entre ellos la certeza de que las reservas de petróleo se agotarán en algún momento y una conciencia de época mucho más enfocada en el cuidado del medio ambiente. La exploración de fuentes alternativas de propulsión está tal vez en su momento de mayor interés, pero curiosamente la más aplicable en la actualidad es la híbrida, es decir la misma que impulsó muchos de los primeros vehículos, aunque claro está combinada ahora con más de cien años de evolución tecnológica (Aficionados a la Mecánica, 2013).

En la década de 1970 varios ingenieros mecánicos se proponen desarrollar nuevas tecnologías para reducir el consumo de los motores convencionales implementando una tecnología alternativa conocida como el sistema híbrido (Aficionados a la Mecánica, 2013).

La característica principal de los vehículos híbridos está dada por el motor de combustión interna que trabaja en serie, paralelo o mixto con un motor eléctrico, además que todo el sistema utiliza una batería de alto voltaje para de esta forma almacenar carga eléctrica, este sistema está formado por elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que cumplen funciones específicas y son de avanzada tecnología, mejorando la capacidad, la potencia que puede alcanzar y el tiempo de recarga (Augeri, F., 2010).

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales (Augeri, F., 2010).

Considerando que la batería del vehículo híbrido es la parte más importante de este sistema por la función que realiza y las características como la capacidad, la potencia que es capaz de desarrollar y en la actualidad también es importante tomar en cuenta el tiempo de recarga, es significativo el desarrollo que se ha ido dando con la historia de los híbridos hasta lograr que las baterías puedan rodar veinte o treinta kilómetros en modo eléctrico y las baterías actuales con características muy superiores a las anteriores. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

Es por eso que para llegar a las baterías usadas actualmente en los vehículos híbridos se ha tenido que ir desarrollando avances que reduzcan el problema del tamaño, el peso y aumente la capacidad de las mismas. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010).

La batería de Níquel-zinc es un tipo de batería recargable que se puede usar en las cámaras de foto, teléfonos inalámbricos, herramientas eléctricas, bicicletas eléctricas, motocicletas, estas son de elevada energía pero con un periodo corto de vida útil, son de buen rendimiento cuando se las aplica en sistemas de alto consumo, pueden llegar a remplazar a las baterías de plomo-acido puesto que tienen mayor potencia y energía y tienen menor costo. (Viera, 2003)

Otra tipo de batería que se desarrolló son las de Níquel Metal, tienen una mayor capacidad de carga pero con mayor ciclos de auto descarga, la capacidad de cada pila de este tipo proporciona 1,2 voltios y una capacidad que fluye entre 0,8 a 2,9 amperio hora, este tipo de batería presentan en menor grado el problema de perder su capacidad en cada recarga por causa de la temperatura o de corrientes elevadas, uno de los problemas que se puede presentar estas baterías es la elevada temperatura que alcanzan durante la recarga o su funcionamiento, su costo es mayor y son utilizadas en los vehículos híbridos como el caso del Toyota Prius. (Aficionados a la Mecánica)

Por ultimo referente a nuestra batería de alto voltaje utiliza una tecnología de polímero de iones de litio de 270 voltios, esta tiene cuatro componentes principales contenidos en el paquete. Para mejorar la seguridad, el conjunto utiliza un circuito de verificación de corriente de la batería que apaga la corriente eléctrica en caso de sobrecarga. Sin embargo, existen casos en los que la batería de alto voltaje ha dado problemas ocasionando fallas en el funcionamiento o el paro del vehículo, esto significa una desventaja por los

elevados costos que tienen los elementos que forman el sistema híbrido (Hyundai Motor Co., 2017).

Por esta razón en algunos países a nivel mundial están invirtiendo recursos dedicados a la investigación de nuevas tecnologías que ayuden a reducir este problema, siendo ahora la tecnología de los vehículos híbridos la más usada, la misma que es capaz de reducir las emisiones contaminantes en cifras considerables, esta tecnología es llamada PZEV que significa (Emisión Cero de Forma Parcial) significa que por momentos el vehículo genera cero emisiones, pensando en forma global es un gran aporte para reducir las emisiones (Aficionados a la Mecánica, 2013).

La investigación del sistema híbrido se realizó debido al incremento de la cantidad de vehículos híbridos en nuestro país. Esto permitió identificar las ventajas predominantes de este sistema, entre las más importantes están: emitir el 80% menos de gases que contaminan el ambiente, mejor eficacia en el consumo de combustible, menor contaminación acústica, mayor autonomía en relación con los vehículos eléctricos (Verni, 2011).

Por otra parte profundizar el nivel de confiabilidad de la tecnología de vehículos híbridos y su asentamiento en el mercado automotriz a través de los años, para poder determinar las variables considerables de los consumidores y los estándares de aceptación de este tipo de tecnología (Verni, 2011).

1.1 SISTEMA HIBRIDO

1.1.1 ANTECEDENTES

Nikolas August Otto co-inventor del motor de combustión, llegó a decir: “El motor eléctrico es un genial invento que seguramente un día complementará al motor de gasolina”. 1985 (Colonia, 10 de junio de 1832- 26 de enero de 1891)(Martínez V. A., 2007, pág. 6)

En 1899 Emilio de la Cuadra español junto con los suizos Carlos Vellino y Marc Charles Birking, fabricaron cuatro modelos: un carruaje biplaza, una camioneta, un autobús y un camión todos los vehículos eran eléctricos y podían tener un motor de combustión con un generador que cargaba las baterías sin tener éxito en el mercado. (Medina, 2012)

Ferdinand Porsche impulsó el primer vehículo híbrido eléctrico en el año 1989, pero no hubo fabricantes que hayan alterado el concepto de lo que significaba un vehículo híbrido y su producción en masa hasta el siglo xx, antes de aquello solo se utilizaba la tecnología híbrida en el desarrollo de

submarinos los que utilizaban motores diesel y motores eléctricos.(Ludvigsen, 2009)

El diseño de Ferdinand Porsche tenía un motor de gasolina que se mantenía girando a velocidad constante para alimentar a una dinamo con el que se cargaba las baterías eléctricas y se arrancaba al motor, la energía producida se utilizaba para mover motores eléctricos ubicados dentro de las ruedas del eje delantero fue considerado el primer coche híbrido de mundo y el primero en tener tracción delantera, llegaba a tener una autonomía de 64 kilómetros funcionando solo con baterías.(Martínez J. , 2009)

(Toyota Motor Corporation, 2009) “Algunas baterías HV están formadas por un paquete de Módulos que consiste de 28 módulos de baterías de Ni-MH de bajo voltaje (7.2 voltios) conectados en serie para producir aproximadamente 201.6 voltios. Cada módulo de baterías de Ni-MH tiene diseño anti derrames y está en una caja hermética. El electrolito que se usa en el módulo de baterías de Ni-MH es una mezcla alcalina de potasio e hidróxido de sodio. El electrolito se absorbe en las placas de las celdas de la batería y normalmente no tendrá fugas, incluso en caso de una colisión.”

El motor de combustión de este vehículo no tenía conexión mecánica con las ruedas por lo que no tenía transmisión ni embrague, y un asombroso rendimiento del 83%, con una gran aceptación en esa época se fabricó trescientas unidades y se presentó oficialmente al mercado en 1900 en la Exposición Mundial de Paris(Martínez J. , 2009).

El estadounidense Víctor Wouk, ingeniero eléctrico, investigador, inventor y precursor en el desarrollo de los vehículos eléctricos y vehículos híbridos tenía la idea de que una buena e inmediata solución no estaba en los 9 motores eléctricos sino en el vehículo híbrido, construyo un vehículo híbrido en los años 1960, treinta años antes de que el Toyota Prius tenga aceptación en el mercado, su creación era un vehículo híbrido, eléctrico y a gasolina que no se fabricó más ejemplares pero ya empezó a generar el comienzo de esta tecnología.(Callery, 2008)

Según un estudio de (Martínez A. , 2008), la Empresa General Motors en 1969 fabrico prototipos de micro coche uno tenía tecnología híbrida, el otro era eléctrico, después de las pruebas realizadas con los prototipos, el funcionamiento del coche eléctrico tenía fallas de autonomía, mientras que el híbrido tenía mejores características de funcionamiento por lo que se denominó una buena alternativa para reducir el problema de contaminación en menor tiempo.

La crisis del petróleo en 1973, significó el aumento en el costo y la escasez del combustible, lo que incentivó a la investigación de las energías alternativas. (Hormaeche & Pérez, 2008)

La marca alemana Volkswagen desarrolló a finales del año 1973 el modelo llamado Volkswagen Taxi, este modelo podía funcionar con un motor eléctrico o con un motor a gasolina alternándose o a la vez, logrando recorrer 13.000 Kilómetros mejorando el problema de autonomía que tenían estos vehículos con más eficiencia. (Costas, 2009)

En 1973 General Motor confirió un vehículo modelo Buick Skylark a Víctor Wouk que ya tenía nombre en la historia de los autos híbridos y al Doctor Charles Rosen, quienes construyeron un prototipo de híbrido, en el vehículo 10 acoplaron un motor eléctrico de 20 caballos de vapor (CV) y un motor rotativo del Mazda RX-2, las pruebas que se realizaron en el vehículo reflejaron un menor consumo de combustible y por consiguiente reducción en las emisiones de gases contaminantes. (Martínez A. , 2008)

Toyota marca japonesa en 1976 empieza el desarrollo de tecnología híbrida con un prototipo deportivo híbrido que era impulsado por turbina de gas GT y motor eléctrico, el modelo fue llamado Toyota GT Hybrid Concept. (Kiyoshima, 2006)

A finales de los años 80 se desarrolló el modelo de la compañía Audi llamado Audi Duo el cual tenía un motor eléctrico de 12.6 CV para el eje posterior y un motor 2.3 de cinco cilindros para el eje delantero y baterías de níquel cadmio. (Audi, 2007)

Environmental Concept Car, prototipo construido por la marca Volvo en 1992 poseía una batería de con un peso de 349 kilogramos y fue una base para el Recharge Concept tecnología que usa un motor térmico para cargar las baterías. (Corporation Volvo Car, 2005)

El Audi Duo de tercera generación fue fabricado en 1997 el cual usaba un motor 1.9 TDI de 90 CV y un motor eléctrico de 29 CV, de este modelo se vendieron pocas unidades debido a su alto costo, y fue el primer híbrido 11 europea de producción pertenecía a la configuración paralela y tracción delantera de los vehículos híbridos. (Audi, 2007)

Toyota Motor Corporation empresa multinacional japonesa lanza al mercado el modelo Toyota Prius en el año 1997 este vehículo fue el primer híbrido de producción masiva del mundo vendiendo 18.000 unidades. (Toyota, 2012)

A partir de esta fecha las marcas más reconocidas empezaron a participar de esta tecnología es el caso de la marca Honda en 1999 con el modelo Honda Insight, con transmisión manual o variable continua (CVT), este

vehículo tenía menor peso y era de menor tamaño al Toyota Prius, se comercializó en Estados Unidos y España, la tecnología híbrida tubo acogida en los vehículos y se empezaron a vender autos de diferentes marcas como: el Honda Civic IMA y Honda Civic Híbrido y el Toyota Prius II, alta gama de Toyota como: Lexus RX 400h, Lexus GS 450h y Lexus LS 600h.(Álvarez, 2004)

En el mercado americano no fue hasta el 2004 que empezó la comercialización masiva del primer SUV híbrido del mundo el modelo Ford Escape Hybrid con un motor Atkinson 2.3 de 156 CV, modulo eléctrico de 94 CV en versiones 4x4 y 4x2.(Ford, 2004)

El no cobrar impuestos a estos vehículos ayudo a que tengan buena aceptación en nuestro país incrementando así la plaza automotriz de los híbridos, especialmente marcas como Toyota con el Toyota Prius, Highlander, Hyundai con el Sonata e Ioniq y Ford con el modelo Escape, lamentablemente la imposición de impuestos en la actualidad por parte de nuestro gobierno se ve reflejada en el elevado costo, falta de interés y limitación de las personas por obtener estos vehículos.

El modelo Sonata de la marca Hyundai es actualmente unos de los vehículos híbridos más vendidos en nuestro país por lo que tomaré como referencia el modelo del año 2017 para explicación de esta sección.

1.2. VEHICULOS CON PROPULSIÓN HÍBRIDA.

1.2.1. DEFINICIÓN.

Es un vehículo de propulsión alternativa cuya plataforma de funcionamiento es un motor de combustión interna, un motor eléctrico el mismo que trabaja en forma alterna y una batería de alto voltaje que almacena la carga eléctrica, algunas de estas tecnologías permite que el motor de combustión interna pueda funcionar con combustibles como el metano que contaminan menos y utilizar la cinética del frenado para cargar la batería de alta tensión. (FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil, 2007)

El sistema híbrido tiene la característica de usar al motor de combustión interna como última opción y a través de su sistema eléctrico se establece que motor va a funcionar dependiendo de las circunstancias de funcionamiento del vehículo, así el motor de combustión interna funciona siendo muy eficaz y cuando se producen exceso de energía el motor eléctrico actúa como generador cumpliendo la misión de cargar la batería de alto voltaje y en ocasiones aprovechando la energía de la batería solo funciona el motor eléctrico que es donde se contamina menos el ambiente.

(FITSA, Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil, 2007)

1.2.2. HÍBRIDOS SEGÚN SU ESTRUCTURA.

Existen diferentes formas de conexión de los motores para realizar la propulsión híbrida y cada marca ha optado por diferentes sistemas para realizar esta operación, en la Figura 1 se puede ver las diferencias.

HEV System	Tipo Paralelo		Power split (reparto de potencia)
	FMED (Flywheel Mounted Electric Device)	TMED (Transmission Mounted Electric Device)	
EV mode	No disponible : Tipo (Soft) levee	Disponible : Tipo (Hard) Completo	Disponible : Tipo (Hard) completo
Esquemático			
Modelo	<ul style="list-style-type: none"> Hyundai: Gets, Accent Kia: Rio Honda: Civic, Accord 	<ul style="list-style-type: none"> Hyundai: Sonata Kia: Optima PSA: 308, C4 VW: Touareg, Audi: Q7 Porsche: Cayenne 	<ul style="list-style-type: none"> Toyota: Prius, Camry, RX400h, Highlander Ford: Escape, Mariner GM: Tahoe, Yukon Benz: ML450

Figura 1. Híbrido por estructura
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

1.2.3. PARTES DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO.

Las partes más importantes de un vehículo híbrido son:

- Motor de Combustión Interna.
- Motores Generadores.
- Inversor.
- Transmisión.
- Batería de alto voltaje.

1.3. BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.

1.3.1. GENERALIDADES.

Considerando que la batería del vehículo híbrido es la parte más importante de este sistema por la función que realiza y las características como la capacidad, la potencia que es capaz de desarrollar y en la actualidad también es importante tomar en cuenta el tiempo de recarga, es significativo el desarrollo que se ha ido dando con la historia de los híbridos hasta lograr que las baterías puedan rodar veinte o treinta kilómetros en modo eléctrico y las baterías actuales con características muy superiores a las anteriores. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

Es por eso que para llegar a las baterías usadas actualmente en los vehículos híbridos se ha tenido que ir desarrollando avances que reduzcan el problema del tamaño, el peso y aumente la capacidad de las mismas. (Augeri, Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido, 2010)

El desarrollo de las baterías aumenta en los años 1950-1960 con las primeras pilas de 9V, pilas alcalinas, pilas de botón y las pilas recargables apuntando a tener baterías de menor tamaño, peso y mayores voltajes, la necesidad de reducir la polución ayudo a que los fabricantes de vehículos inviertan recursos en desarrollar tecnologías hasta llegar a contar con baterías como la del Toyota Prius. (Toyota, 2012)

Otra tipo de batería que se desarrolló son las de Níquel Metal, tienen una mayor capacidad de carga pero con mayor ciclos de auto descarga, la capacidad de cada pila de este tipo proporciona 1,2 voltios y una capacidad que fluye entre 0,8 a 2,9 amperio hora, este tipo de batería presentan en menor grado el problema de perder su capacidad en cada recarga por causa de la temperatura o de corrientes elevadas, uno de los problemas que se puede presentar estas baterías es la elevada temperatura que alcanzan durante la recarga o su funcionamiento, su costo es mayor y son utilizadas en los vehículos híbridos como el caso del Toyota Prius. (Aficionados a la Mecánica)

Por último referente a nuestra batería de alto voltaje utiliza una tecnología de polímero de iones de litio de 270 voltios siendo así la primera de este tipo para vehículos híbridos, esta tiene cuatro componentes principales contenidos en el paquete. Para mejorar la seguridad, el conjunto utiliza un circuito de verificación de corriente de la batería que apaga la corriente eléctrica en caso de sobrecarga.

Se usa un sistema de enfriamiento de aire de ventilador de 12 voltios para mantener la temperatura óptima de la batería pasando aire frío a través de la caja de la batería. El módulo del sistema de administración de la batería se encuentra dentro de la caja de la batería y mantiene el rendimiento óptimo de la batería de alto voltaje.

El BMS mide la corriente, el voltaje y la temperatura de la batería y calcula la etapa de carga de la batería de alto voltaje. Controla el ventilador de refrigeración de la batería para mantener la temperatura óptima de funcionamiento de la batería y realiza el control de equilibrio de la celda que minimiza la desviación de voltaje de cada celda durante la carga y descarga de la batería. Además, si ocurre una falla en el sistema, el BMS apaga el relevador de alto voltaje para proteger el sistema híbrido de la alta tensión. Además, los dispositivos de protección activa como el conjunto de relé de potencia y el fusible se utilizan para mejorar la fiabilidad y la durabilidad (Hyundai Service Tech Academy, 2016).

1.3.2. TIPO BATERÍAS RECARGABLES.

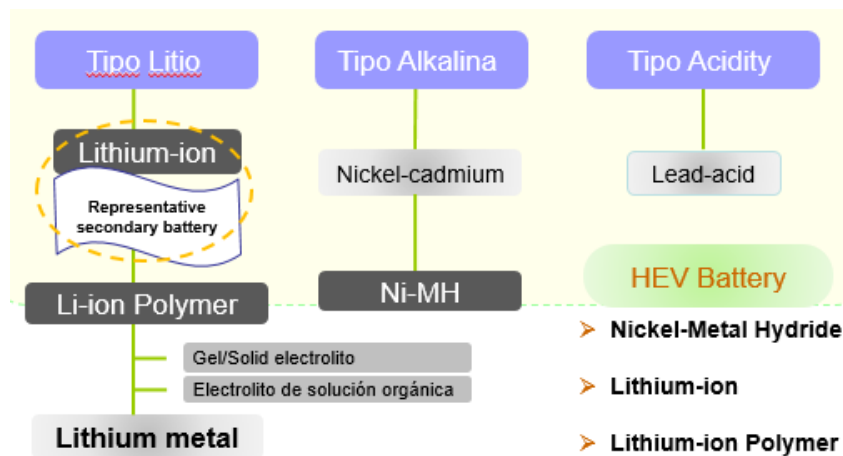


Figura 2. Tipo de baterías usadas en vehículos híbridos.
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

En la Figura 2 se detallan los tipos de baterías secundarias usadas en vehículos híbridos, estas se clasifican como litio, alcalino y tipo ácido. Entre ellos, la batería de iones de litio es la más popular puesto que la capacidad de almacenar energía es de alta densidad.

Actualmente, las baterías de tipo níquel y de iones de litio se utilizan en vehículos híbridos en la Tabla 1 detallamos características de estas:

Tabla 1. Características de baterías

ESTRUCTURA	VOLTAJE (TRABAJO)	ESPERANZA DE VIDA	EFEECTO MEMORIA
NI-MH	1.0V ~ 1.6V (1.2V)	ALREDEDOR DE 1 AÑO	SI
LI-PB	2.5V ~ 4.3V (3.75V)	UNOS 7 AÑOS	NO

(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

1.3.2.1. Baterías alcalina (Hidruro de Níquel-Metal / Níquel Cadmio).

Las baterías de tipo alcalino de níquel-cadmio (NiCd) e hidruro de níquel-metal (NiMH) tienen una salida de aproximadamente 1.0 a 5.0 kWh (Batería normal: alrededor de 0.3 ~ 1.0 kWh) 1.2 V con 10 a 30% de alta tasa de auto descarga y efecto de memoria. Se usa comúnmente en reproductores de CD portátiles y dispositivos digitales como cámaras digitales. En la Figura 3 se detalla las características más importantes de estas baterías.

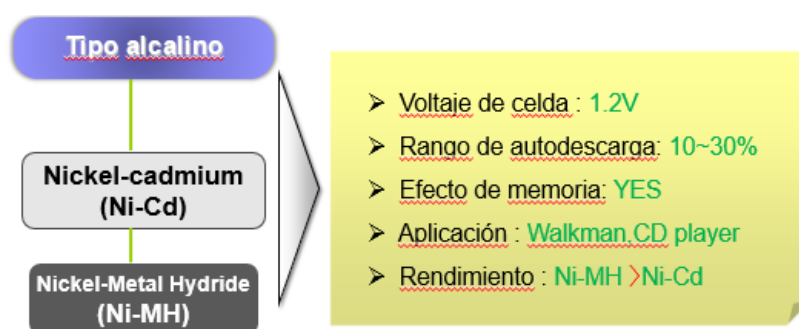


Figura 3. Características de baterías tipo alcalino
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

1.3.2.2. Batería de Polímero de Iones de Litio.

La batería de polímero de iones de litio, de ion de litio polímero o más comúnmente batería de polímero de litio (abreviadamente Li-poli, Li-Pol, LiPo, LIP, PLI o LiP) son pilas recargables (células de secundaria), compuestas generalmente de varias células secundarias idénticas en paralelo para aumentar la capacidad de la corriente de descarga, y están a menudo disponibles en serie de "packs" para aumentar el voltaje total disponible.

Las baterías LiPo se caracterizan por ser ligeras y por poder almacenar una gran cantidad de energía. Normalmente las baterías LiPo están compuestas por multitud de celdas. Cada celda tiene un voltaje máximo de entre 3,7 y 4,2V dependiendo de los materiales con los que se ha hecho la batería.

Las baterías de Polímero de Iones de Litio cuando no se usa durante 6 meses a temperatura ambiente, aproximadamente el 5% del SOC se descarga, en la tabla 2.6 se describe las características más importantes.

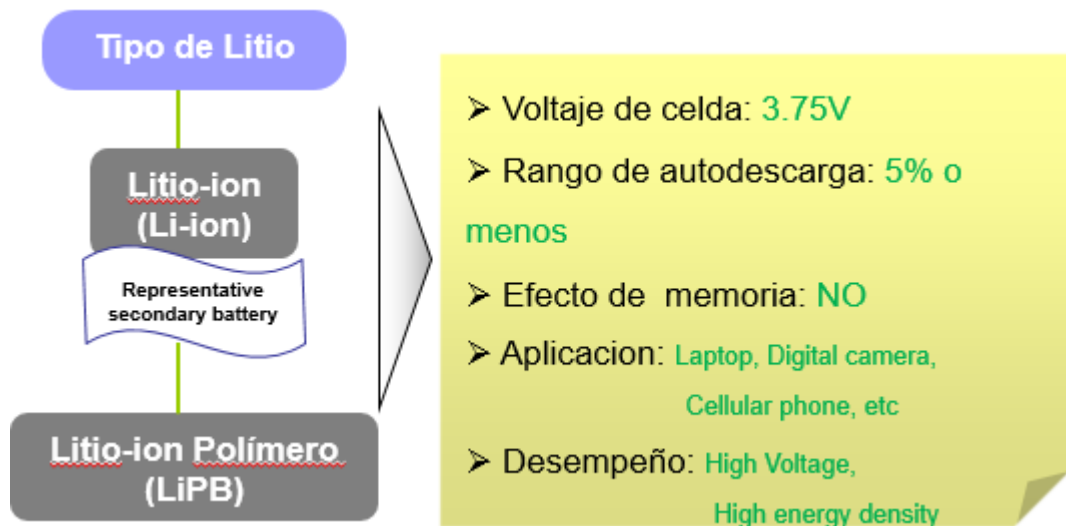


Figura 4. Características de baterías tipo LiPo
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

Una vez visto un preámbulo de los vehículos Híbridos y la batería HEV podemos decir que la investigación tiene como objetivo construir un banco de carga y descarga para baterías de vehículos híbridos en especial del vehículo Hyundai Sonata año 2017, de tal manera que ayude al estudio de la funcionabilidad de la misma, como a identificar las fallas que una batería puede presentar, como también normas de seguridad para el desmontaje y montaje de este componente beneficiando a nuevos estudiantes cómo a docentes de la facultad de ingeniería automotriz que servirá cómo equipo de diagnóstico didáctico en las prácticas de los estudiantes, facilitando e incorporando el servicio de mantenimiento automotriz para vehículos híbridos.

El alcance de este proyecto es el estudio de la funcionabilidad de la batería híbrida del vehículo Hyundai Sonata año 2017, sus características físicas y estructurales para lo cual construiremos un banco de carga y descarga para 9 módulos de baterías e identificar su correcto procedimiento para el desmontaje y montaje, normas de seguridad de trabajo en baterías de alta tensión y determinar posibles fallos como soluciones.

El proyecto se desarrolló con objetivos claros a cumplir, puesto que está determinado su finalidad, en consecuencia, el objetivo general es estudiar la funcionabilidad de la batería HEV del vehículo híbrido Sonata año 2017 mediante el diseño de un banco de comprobación de carga y descarga.

Para poder llegar a este objetivo general debemos cumplir con objetivos específicos debidamente planteados:

- Establecer las características físicas y estructurales del pack de baterías.

- Identificar las normas de seguridad a tomar en cuenta para la manipulación de las baterías híbridas.
- Definir el correcto procedimiento de desmontaje y montaje del conjunto del pack de la batería híbrida y sus demás componentes para reemplazar y/o reparar los componentes que se encuentren defectuosos en la misma.
- Seleccionar componentes eléctricos y electrónicos para generar tensión de prueba para la batería híbrida de sus partes en forma de 110 VAC.
- Diseñar el sistema de carga que permita trabajar en un rango hasta 110 voltios para cargar los 9 módulos de tres en tres de la batería híbrida del modelo Sonata LF año 2017 y de otras marcas.
- Diagnosticar de manera eficiente los componentes de la batería híbrida.
- Realizar gráficas de carga y descarga verificando el estado de los paquetes de la batería HV.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

2.1 CARACTERÍSTICAS BATERÍA SONATA LF.

La batería de alto voltaje tiene cuatro componentes principales contenidos en el conjunto como son: BMS, Sistema de enfriamiento, Conjunto de Baterías y el conjunto de Relé de potencia tal como se indica en la Figura 5.

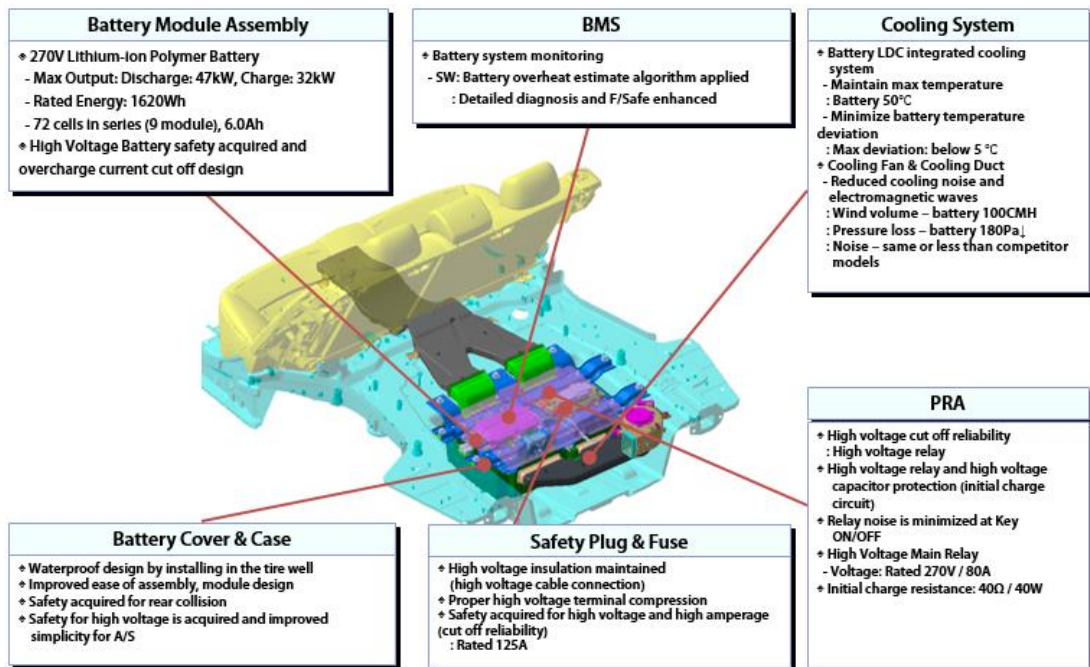
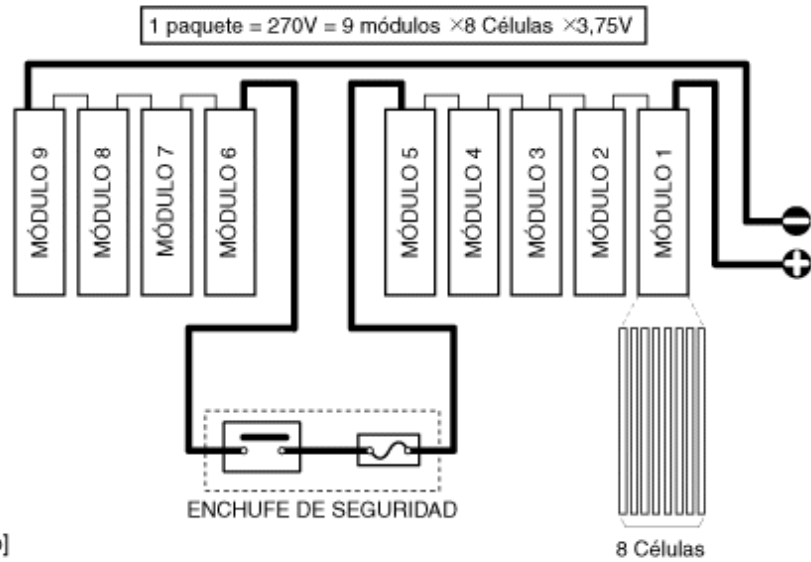


Figura 5. Características de baterías (Hyundai Service Tech Academy, 2016)

2.1.1 PACK BATERÍA SONATA LF.

El conjunto de batería de 270 voltios se desarrolla utilizando la tecnología de batería de polímero de iones de litio. Para mejorar la seguridad, el conjunto utiliza un circuito de verificación de la corriente de la batería que apaga la corriente eléctrica en caso de sobrecarga. Como se indica en la Figura 5 la batería es una batería de polímero de ión de litio (LiPB) y tiene 72 células (8 células x 9 módulos), el voltaje de cada célula es de 3,75V CC, de tal forma que el voltaje nominal es de este pack de batería es de 270V CC, este suministra energía eléctrica al motor de accionamiento híbrido, al HSG (arrancador-generador híbrido) y al compresor eléctrico del aire acondicionado y además reserva la energía eléctrica generada durante la frenada regenerativa. (Hyundai Motor Co., 2017)

[Diagrama esquemático]



[Número de Módulo]

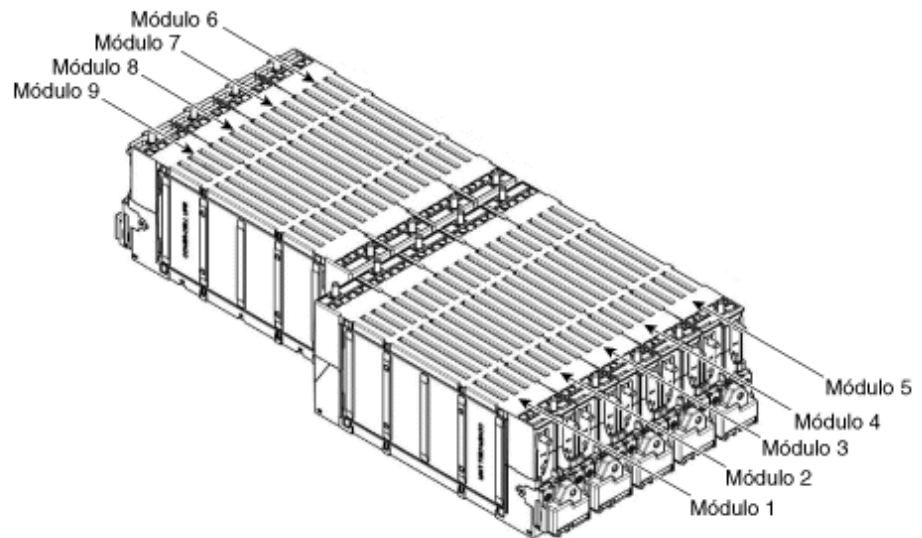


Figura 6. Diagrama esquemático Pack Batería
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

En la Figura 6 se detalla las especificaciones del pack de baterías, siendo estas: el voltaje de funcionamiento, la corriente de funcionamiento y tanto potencia de descarga como de carga medidas en kW

Elemento	Especificación	Observaciones
Numero de células	8 células x 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)	6.0	[Comienzo de la vida, 20°C (68°F)]
Energía Nominal (BI)	1.620	Capacidad nominal X Voltaje Nominal
Elemento	Especificación	
Potencia de descarga (kW)	Máx. 56	
Potencia de carga (kW)	Máx. (-) 45	
Voltaje de funcionamiento (V)	180-310	[2.5V ≤ Voltaje de la célula ≤ 4.3V]
Corriente de funcionamiento (A)	-250 ~ 250	

Figura 7. Especificaciones pack batería
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

2.1.2 UBICACIÓN BATERÍA.

La ubicación de la batería para el caso del modelo Sonata y como es casi en la mayoría de los vehículos híbridos se encuentra ubicada en parte posterior del vehículo, en este caso como se muestra en la Figura 8, va ubicada bajo de la porta maletas.



Figura 8. Ubicación Batería
(HYUNDAI, 2017)

2.1.3 MODULO DE MANEJO DE BATERÍA BMS.

El módulo del Sistema de administración de la batería está contenido dentro de la caja de la batería y mantiene el rendimiento óptimo de la batería de alto voltaje, en la Figura 8 se indica físicamente la estructura del módulo BMS.



Figura 9. Modulo BMS
(Hyundai Motor Co., 2017)

En la Figura 9 muestra como el BMS mide la corriente, el voltaje y la temperatura de la batería, así estima la etapa de carga de la batería de alto voltaje. Controla el ventilador de enfriamiento de la batería para mantener la temperatura óptima de funcionamiento de la batería y realiza el control de balanceo de la celda que minimiza la desviación de voltaje de cada celda durante la carga y descarga de la batería.

Además, si ocurre una falla en el sistema, el BMS desactiva el relé de alto voltaje para proteger el sistema híbrido del alto voltaje además, los dispositivos de protección activa, como el relé de potencia y el fusible, se utilizan para mejorar la confiabilidad y la durabilidad, en la ilustración 16 se indica el diagrama de administración del módulo, donde la primera función es realizar las mediciones de los módulos de las baterías, voltajes y temperaturas, la corriente de todo el pack, temperatura del aire de entrada para controlar las velocidades del ventilador y por último la resistencia del aislamiento para prevenir daños a la batería por cortos.

Con esta información como lo indica la Figura 10 la BMS controla la funcionalidad de la batería, empezando por la activación de los relés de potencia para suministrar energía hacia el inversor y el resto de componentes, paralelamente controlando el SOC estado de salud de la batería y realizando un autodiagnóstico.

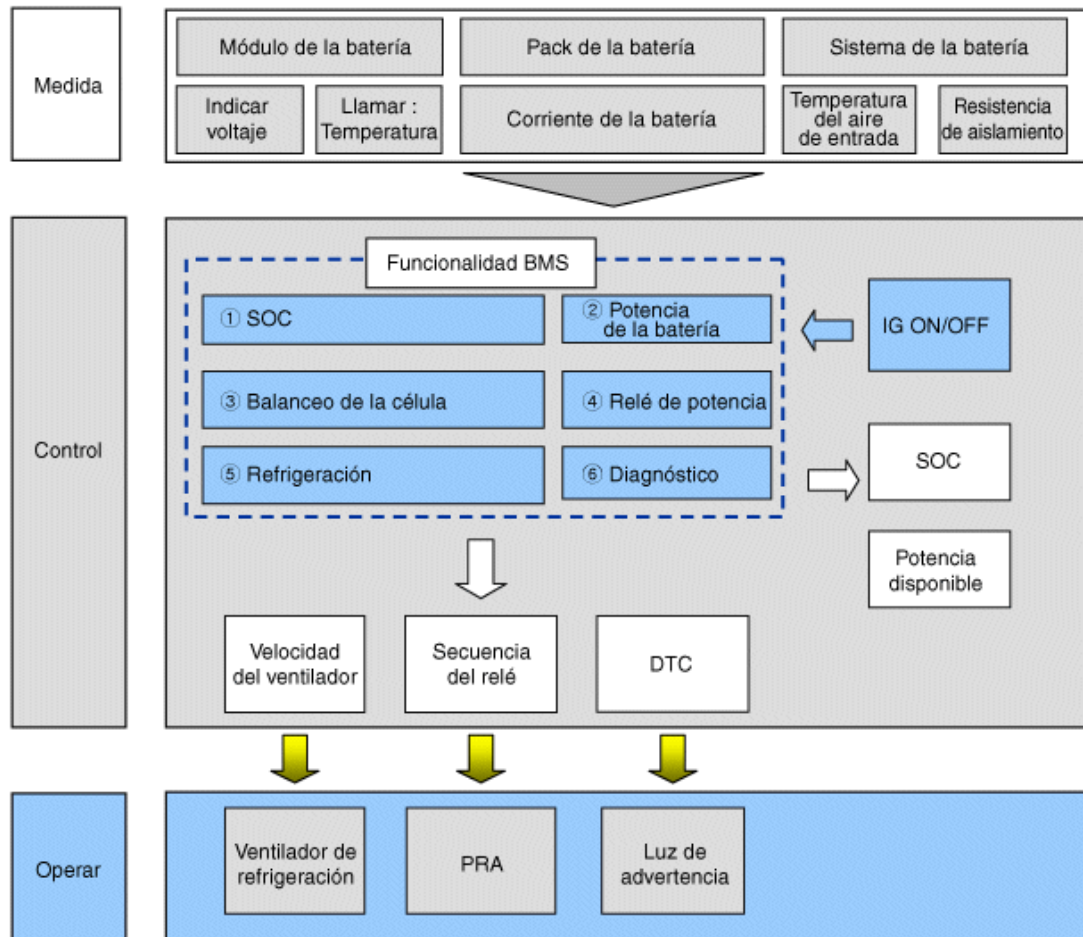


Figura 10. Flujograma BMS
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.1.4. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE BATERÍA.

Se utiliza un sistema de enfriamiento por aire de 12 voltios controlado por la BMS para mantener la temperatura óptima de la batería al pasar aire frío a través de la caja de la batería el cual está compuesto por un motor de 12v de tipo rotor, ductos de entrada que toman el aire fresco del habitáculo, haciéndolo pasar por los módulos de la batería de tal manera que se mantienen refrigerados, el calor extraído es expulsado hacia la parte inferior del baúl como se muestra en la Figura 10.

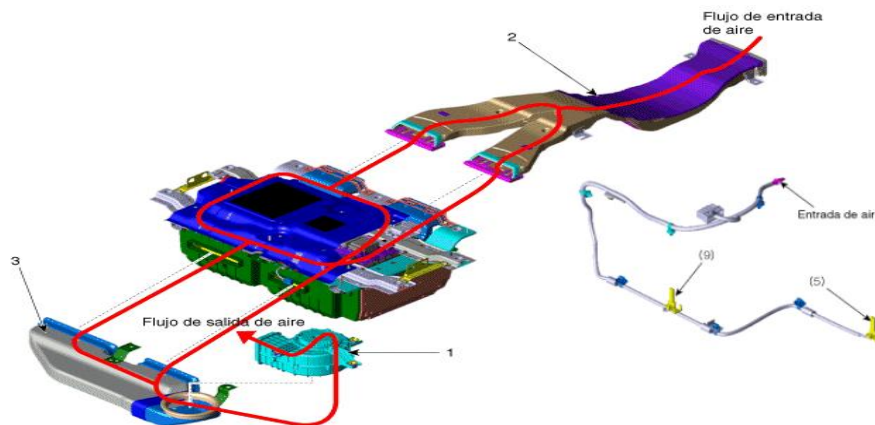


Figura 11. Sistema de refrigeración de la Batería Sonata LF (Hyundai Motor Co., 2017)

- 1. Ventilador de refrigeración
- 2. Conducto de refrigeración (admisión)
- 3. Conducto de refrigeración (escape)
- 5. Sensor modulo

El sensor de temperatura de la batería está instalado dentro del conjunto del pack de la batería de alto voltaje. Mide la tempera de los módulos 5, 9 de la batería y de la admisión de aire. Además, integra un cableado de detección de voltaje para cada módulo.

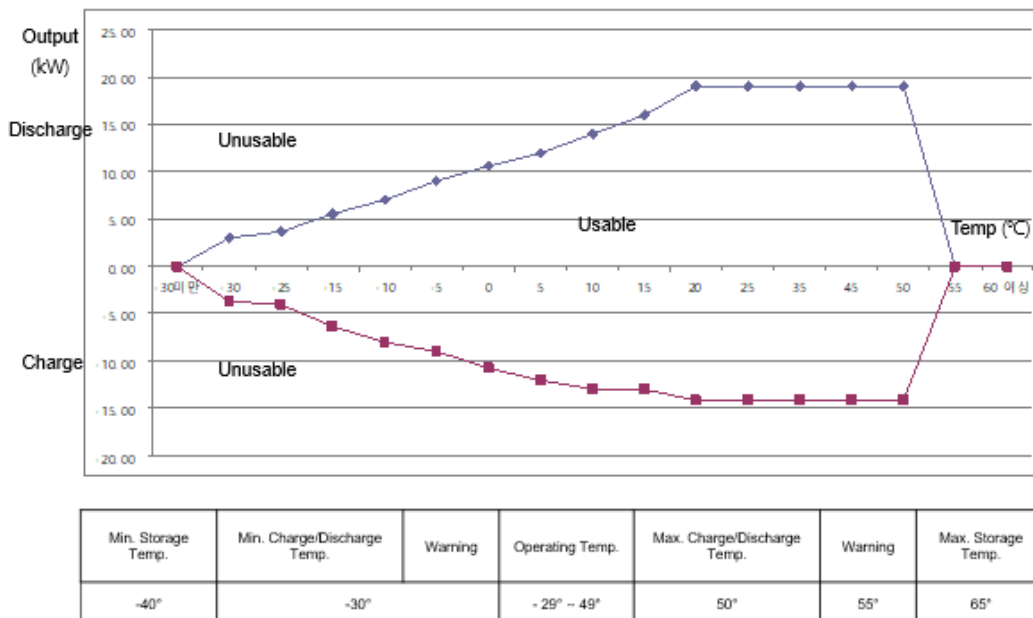


Figura 12. Curva de Potencia vs Temperatura batería. (Hyundai Service Tech Academy, 2016)

2.1.5. CONJUNTO DEL RELÉ DE POTENCIA.

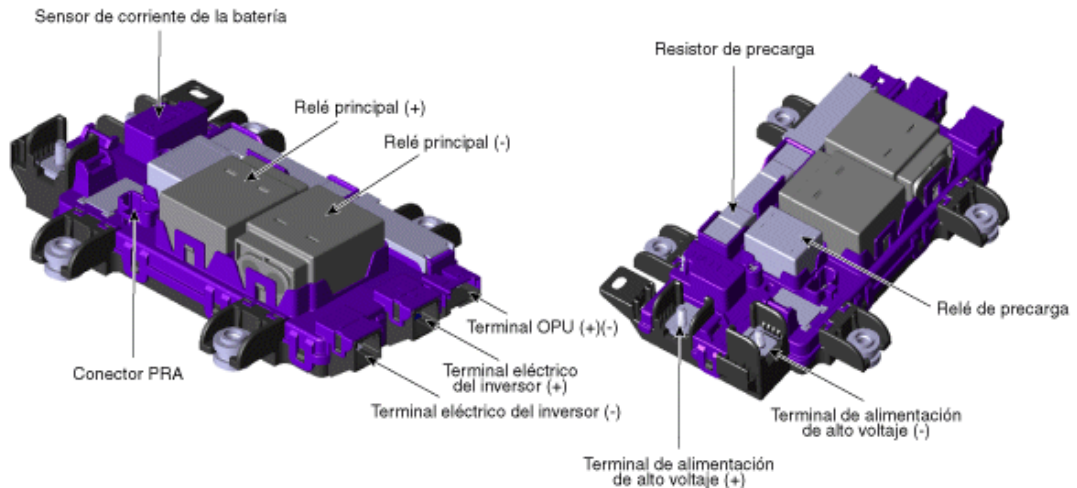


Figura 14. Partes del PRA
(Hyundai Motor Co., 2017)

El conjunto de relé de potencia (PRA) como se ilustra en la Figura 12 se compone de los relés principales positivo y negativo, del relé de precarga, de la resistencia de precarga y del sensor de corriente de la batería.

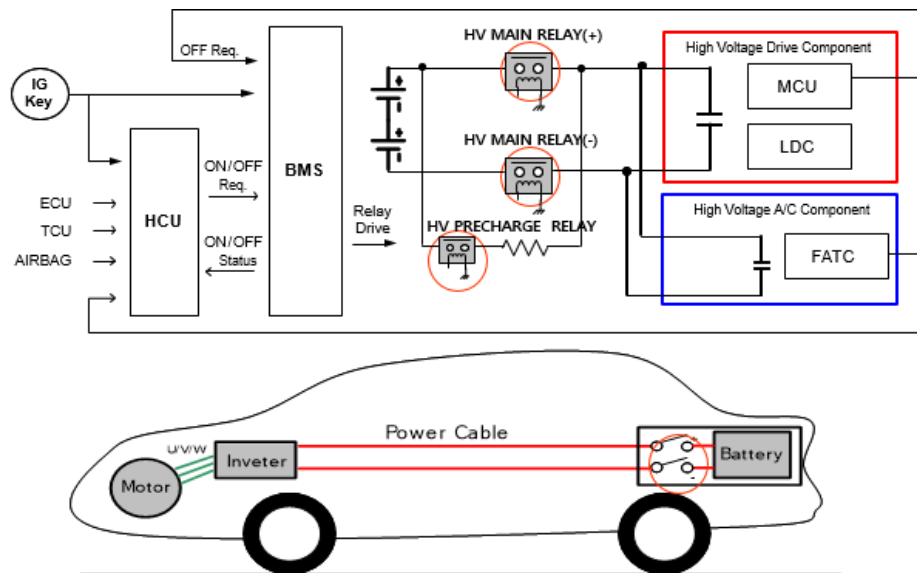


Figura 15. Diagrama esquemático básico PRA
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

Se encuentra dentro del conjunto del pack de la batería como se indica en la **Figura 13**, este controla el circuito de potencia de alto voltaje entre la batería de alto voltaje y el inversor a través de la señal de control de la BMS ECU.

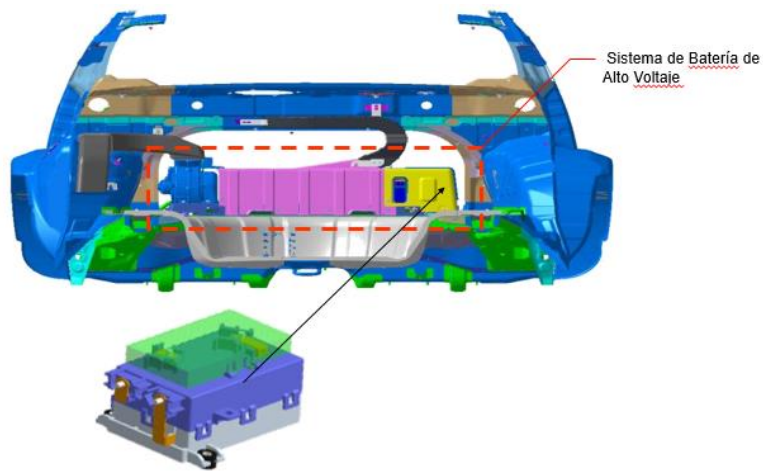


Figura 16. Ubicación PRA
(Hyundai Motor Co., 2017)

El funcionamiento del PRA empieza por activarse el relé de pre carga, el relé principal negativo (-), se carga el capacitor, se activa el relé principal positivo (+) y por último se apaga el relé de pre carga, al conectar el osciloscopio podemos ver como al conectarse el relé de pre carga que trabaja con un voltaje de 12V conecta a los relés principales y el voltaje de alta aumenta progresivamente haciendo una curva hasta llegar a los 270 voltios de trabajo nominal

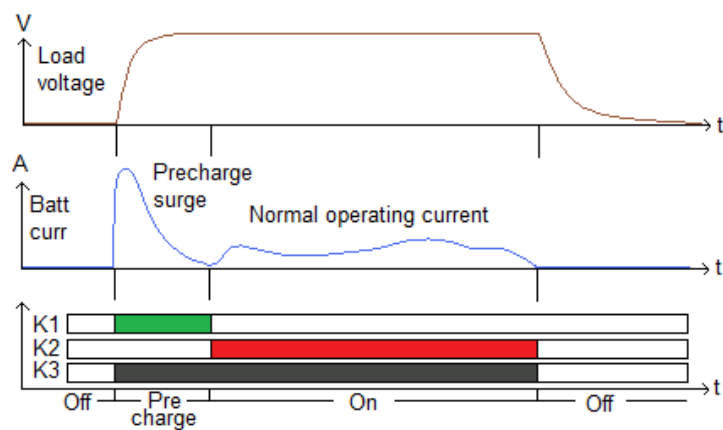


Figura 17. Curva Voltaje vs tiempo PRA
(Hyundai Service Tech Academy, 2016)

K1 : Pre-charge relay

K2 : Main relay (+)

K3 : Main relay(-)

Relay de Control de poder del Alto Voltaje

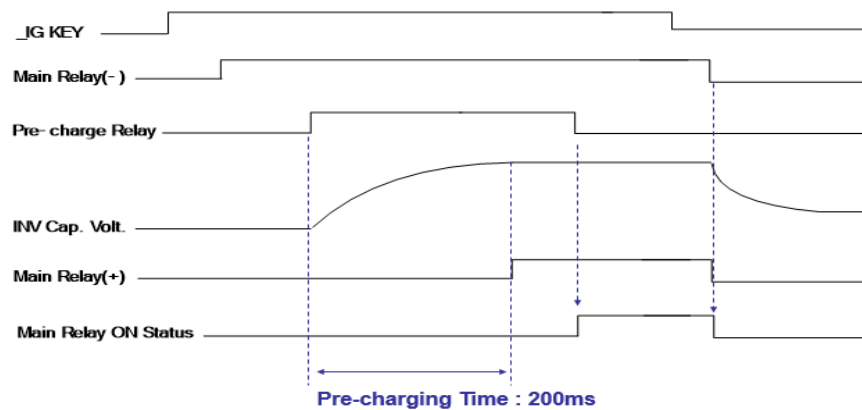


Figura 18. Voltajes de activación PRA (Hyundai Service Tech Academy, 2016)

El Relé de precarga empieza a cargar el capacitador del inversor poco después de que ENC ON, luego se apaga una vez que el capacitador se ha cargado completamente, la resistencia de precarga protege al circuito de alto voltaje limitando la corriente mientras que se carga el capacitor del inversor. Viendo desde un osciloscopio se aprecia los voltajes del control de los relés se conectan primero tanto el de precarga como el principal negativo, mediante una carga de 12V desde la BMS

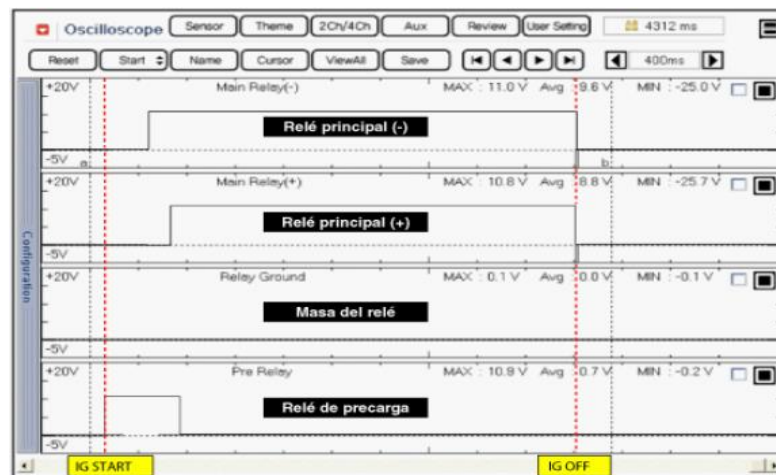


Figura 19. Voltajes de control del PRA (Hyundai Motor Co., 2017)

El relé principal tanto positivo como negativo conecta la batería de alto voltaje y el inversor según la señal de control de la BMS ECU. En la ilustración 24 se indica como el voltaje de potencia aumenta cuando el relay de precarga activa los principales y el condensador del inversor se va cargando y el voltaje va incrementándose hasta llegar al voltaje de trabajo 270V aproximadamente.

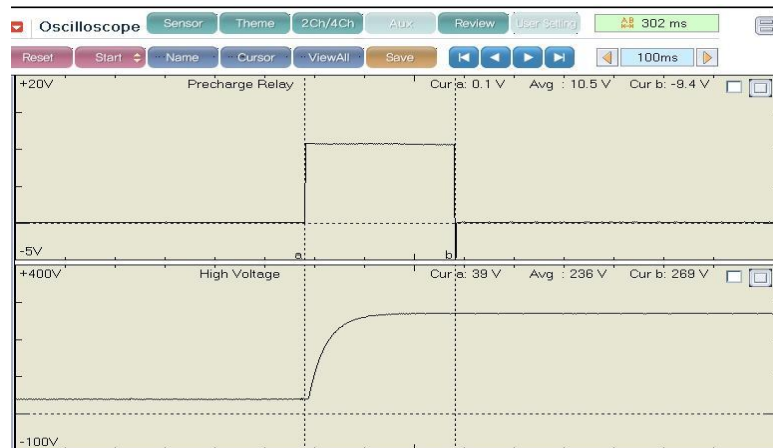


Figura 20. Voltajes de potencia del PRA
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.1.6 TAPÓN DE SEGURIDAD.

El tapón de seguridad está instalado en la parte de la batería de alto voltaje y puede apagar el circuito de alto voltaje cuando revisa el sistema de alto voltaje (ejemplo Batería de alto voltaje, conjunto del relé de potencia, HPCU, BMS ECU, motor de accionamiento híbrido, inversor, HSG, LDC, cable de potencia, etc.)

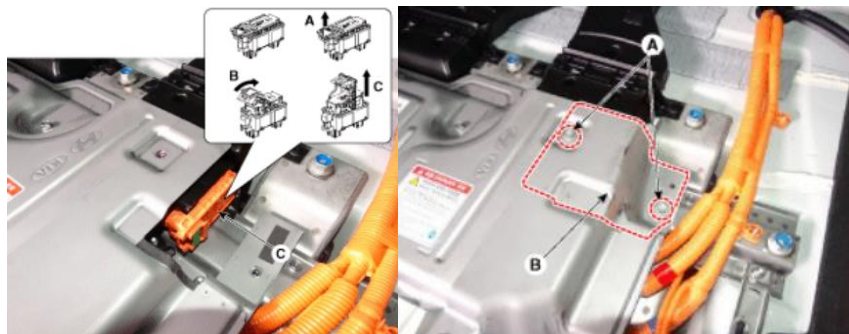


Figura 22. Ubicación del tapón de seguridad.
(Hyundai Motor Co., 2017)

El tapón de seguridad contiene un fusible cuya función es proteger la batería de alto voltaje y los circuitos de alto voltaje contra el exceso de corriente que se pueda dar el alguna condición x.

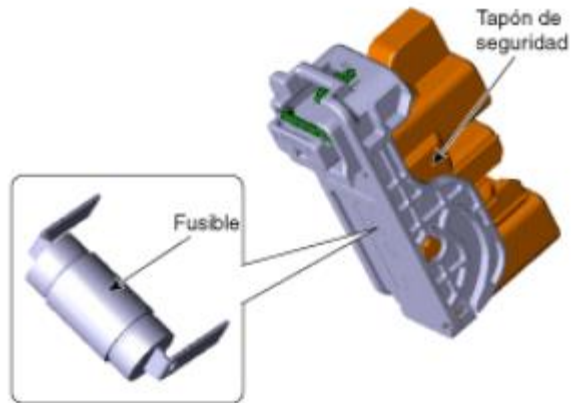


Figura 23. Ubicación del fusible en el tapón de seguridad.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Las características técnicas tanto del tapón como del fusible de seguridad respectivamente se detallan a continuación:

Elemento	Especificación
Voltaje nominal (V)	400
Corriente nominal (A)	80
Corriente nominal del fusible (A)	125
Elemento	umbral
Voltaje nominal (V)	400 (DC)
Corriente nominal (A)	125 (DC)

Figura 24. Características técnicas del tapón y fusible de seguridad
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.1.7 CAJA DE FUSIBLES DE LA BATERÍA.

La caja de fusibles de la batería se encuentra a un lado del pack de la batería de alto voltaje. Evita daños en las células debido a factores externos, como cortocircuito o sobrecorriente.

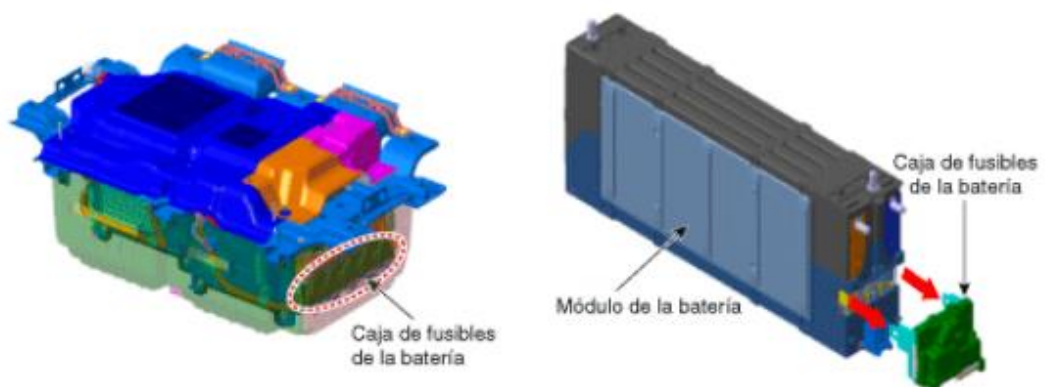


Figura 25. Caja de fusibles de la batería
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2. PRECAUCIONES, NORMAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD PARA TRABAJAR EN BATERIA DE ALTO VOLTAJE

2.2.1 PRECAUCIONES E INFORMACION DE SEGURIDAD GENERAL

2.2.1.1 Precaución de seguridad

Puesto que los vehículos contienen una batería de alto voltaje, hay que tener precauciones antes de realizar el mantenimiento del sistema de alto voltaje, si se maneja el sistema de alto voltaje o el vehículo de forma incorrecta, esto podría dar lugar a graves accidentes, como una descarga eléctrica o fugas eléctricas.

Asegúrese de informar sobre el peligro de alto voltaje colocando la etiqueta “Precaución: Alto Voltaje” en el vehículo, como se muestra en la Figura 23.

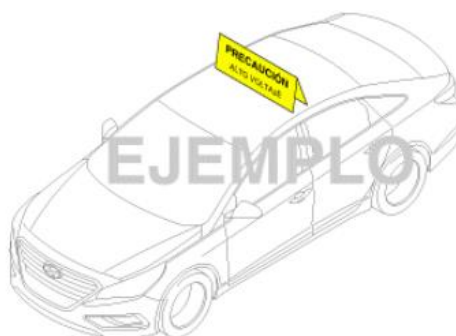


Figura 26. Ilustración del letrero de precaución.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Antes de empezar a trabajar en el sistema de alto voltaje tomar en cuenta lo siguiente:

- Asegúrese de apagar el alto voltaje desconectando el enchufe de seguridad antes de realizar la comprobación o la reparación del sistema de alto voltaje.
- El responsable debe guardar el enchufe desmontando para evitar que se conecte por error.
- No lleve objetos metálicos (reloj, anillo, etc.) mientras trabaja en el sistema de alto voltaje puesto que esto puede provocar graves accidentes como, por ejemplo, una descarga eléctrica.
- Antes de comenzar a trabajar en el sistema de alto voltaje, la persona debe llevar un equipo de protección personal para evitar accidentes.
- No permita que los técnicos que no lleven el equipo de protección personal toquen el sistema de alto voltaje. Los componentes de alto voltaje deben cubrirse con una lámina de aislamiento para evitar accidentes.

- Coloque los componentes de alto voltaje desmontados sobre una alfombra de aislamiento.
- Todos los conectores y cables de alto voltaje son de color naranja
- Se adjunta una etiqueta de precaución por alto voltaje a los componentes de alto voltaje.
- Componentes de alto voltaje: pack de la batería de alto voltaje, conjunto del relé de potencia (PARA), BMS ECU, unidad de control de potencia híbrida (HPCU), motor de accionamiento híbrido, HSG, compresor eléctrico del A/C, convertidor CC/CC bajo (LDC), cable de alimentación, etc.

2.2.1.2 Equipos de protección personal

En la Figura 24 se ilustra el equipo de protección de seguridad recomendado a usar si se va a trabajar en un Vehículo Híbrido









NOMBRE	Ilustración	Descripción
Guantes de aislamiento		Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje [Rendimiento de aislamiento: 1000 V / 300 A o superior]
Calzado de aislamiento		Se utilizan cuando se comprueba o se trabaja con los componentes de alto voltaje
Ropa de aislamiento		
Casco de aislamiento		
Gafas de seguridad		
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 27. Cuadro de equipo de protección personal para trabajar en los sistemas de alto voltaje.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.1.3. Precauciones al manejar el cable eléctrico

- Aísle inmediatamente el terminal de alto voltaje después de conectar de nuevo el terminal (use cinta adhesiva).
- Apriete el tornillo del terminal de alto voltaje al par especificado.
- Tenga cuidado de que los terminales (+) y (-) no entren en contacto al conectar o desconectar el cable eléctrico y la barra bus.

2.2.1.4. Precauciones al manejar la batería de alto voltaje.

- Al transportar la batería de alto voltaje, manténgala plana y nivelada. De lo contrario se reducirá el rendimiento de la batería y la vida útil de la misma.
- El rendimiento de la batería de alto voltaje podría reducirse si se expone a temperaturas elevadas durante un largo periodo de tiempo. Como resultado, el tratamiento térmico después de pintar no debe exceder 70°C/30 minutos o 80°C/ 20 minutos.

2.2.1.5. Precauciones en caso de incendio en el sistema de la batería de alto voltaje.

- Si se produce un incendio en el interior, ventile la zona y deje salir el gas hidrogeno.
- Se recomienda usar un extintor ACB para apagar un incendio. (también puede usar agua).

2.2.1.6. Preparativos para reparar un vehículo accidentado

- Asegúrese de llevar guantes aislantes (o guantes de goma), gafas protectoras, ropa aislante y botas aislantes.
- Ácido bórico en polvo o solución
- Extintor ABC
- Toalla para limpiar el electrolito
- Cinta de vinilo (para aislar el terminal)

2.2.1.7. Precauciones en caso de dejar el HEV sin atención durante un largo periodo de tiempo

- Apague el botón Start. Guarde la llave inteligente al menos a 2 metros del vehículo para evitar un arranque involuntario del motor.
- Recomendamos accionar el HEV al menos 1 vez cada 2 meses durante 30 minutos para proteger y accionar la batería de alto voltaje (pregunte en el departamento correspondiente de HMC).
- Al comprobar o cambiar la batería auxiliar, compruebe si hay algún problema relacionado con el reajuste del SOC de la batería de alto voltaje.

2.2.2. PROCEDIMIENTO DE DESCONEXIÓN DEL ALTO VOLTAJE

Antes de empezar a trabajar en el sistema de alto voltaje se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Asegúrese de apagar el alto voltaje desconectando el enchufe de seguridad antes de realizar la comprobación o la reparación del sistema de alto voltaje, poniendo el interruptor de encendido en OFF, luego desconectar el terminal negativo (-) de la batería auxiliar de 12V.
- Desmonte la placa de la cubierta del maletero, desmonte los pernos (A) de la instalación y desmonte la cubierta de la tapa de seguridad (B).
- Desenganche el gancho (A) y retire el enchufe de seguridad (C) empujando la palanca (B) hacia la dirección de la flecha.



Figura 28. Procedimiento para desmontar el tapón de seguridad (Hyundai Motor Co., 2017)

- Después de desconectar el tapón de seguridad espere más de 5 minutos para que el capacitor del sistema de alto voltaje se pueda descargar completamente.

- Desconecte el voltaje entre los terminales del inversor para comprobar que el capacitor del inversor se haya descargado completamente.

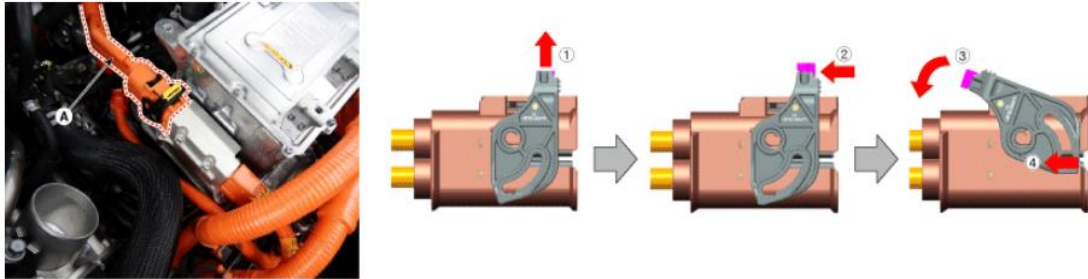


Figura 29. Procedimiento de desconexión cable de alimentación del inversor.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- Mida el voltaje entre el terminal (+) y el terminal (-) del inversor como lo muestra la Figura 26, si el voltaje es inferior a 30V el circuito ha sido apagado correctamente, si es superior hay un error en el circuito de alto voltaje

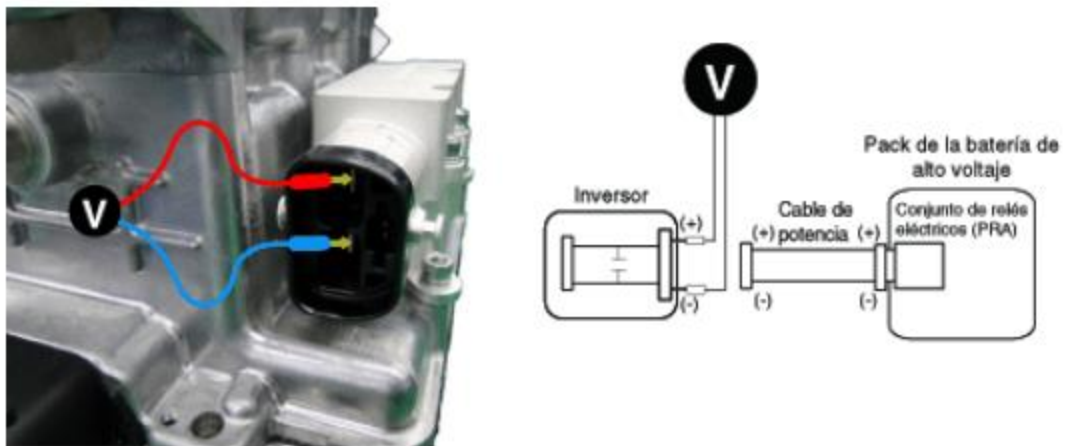


Figura 30. Procedimiento de medición de voltaje de los terminales de alimentación del inversor.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- Si el voltaje medido es superior a 30V, compruebe que el enchufe de seguridad se haya extraído completamente. Si el voltaje medido es superior a 30 V aunque el enchufe de seguridad se haya extraído, pueden producirse graves problemas en el circuito de alto voltaje. En este caso, compruebe los DTC y no toque nunca los circuitos del sistema de alto voltaje.

2.2.3. GUIA DE COMPROBACION DEL SISTEMA DE LA BATERIA DE ALTO VOLTAJE

Es importante seguir las "Precauciones e información de seguridad general" antes de realizar cualquier trabajo relacionado con el sistema de alto voltaje. Si no se siguen las instrucciones de seguridad, puede sufrir lesiones causadas por electricidad.

1. En caso de accidente llevar a cabo una comprobación visual para determinar si el vehículo necesita una reparación general o una reparación de accidente.
2. Para la reparación general, lleve a cabo la reparación basada en el proceso de reparación para ese código DTC.
3. Para la reparación de accidente, determine el tipo de accidente antes de reparar.

En caso de accidentes eléctricos se puede ayudar mediante DTC, para el caso de Sobrecarga/descarga: Se muestra un código de sobre voltaje (P1B71) /voltaje bajo (P1670) de la batería.

Cortocircuito: Se muestran códigos de cortocircuito de alto voltaje (P1B77, P1 B25).

2.2.3.1. Comprobación del fusible principal

El tapón de seguridad como ya se ha dicho cumple la función de bloquear el suministro de energía en caso de algún fallo eléctrico, adicional incluye un fusible principal que protege al sistema de sobre cargas evitando graves daños al sistema, es importante comprobar que este en buen estado, para ello se deberá desmontar la cubierta de la tapa de seguridad (B), desmonte el fusible principal (C) y mida la resistencia del fusible como se indica en la Figura 30, la especificación es de 1 ohm o menor a 20°C, de no estar dentro de este rango reemplácelo.

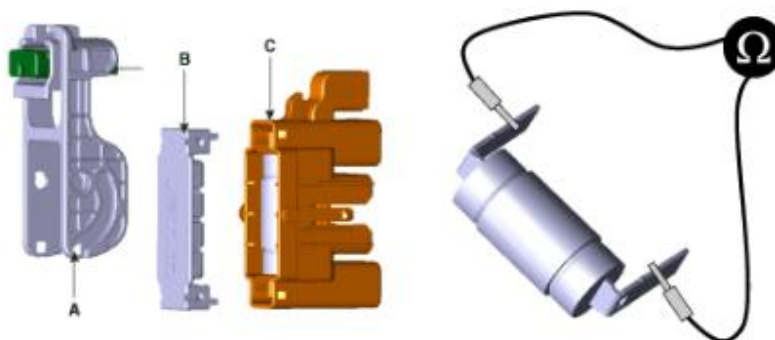
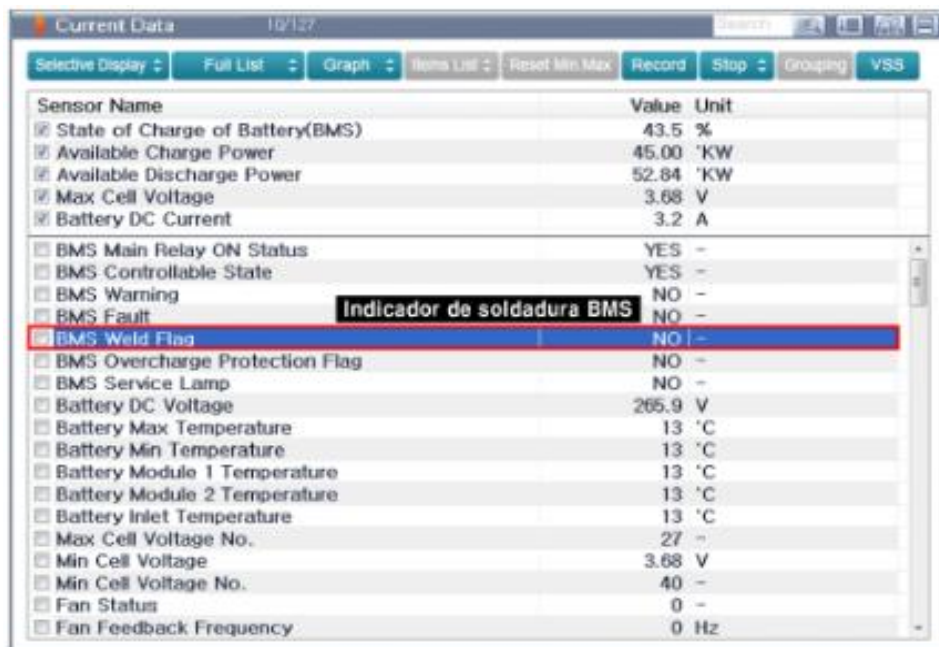


Figura 34. Fusible de tapón de seguridad.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.3.2. Comprobación de la condición de soldadura del relé principal de alto voltaje.

Para realizar un desmontaje seguro del conjunto del pack de la batería compruebe la condición de soldadura del relé principal de alto voltaje, esto se lo puede realizar mediante los datos de servicio del escáner o mediante comprobación directa.

Al conectar el escáner verifique en la sección de análisis de datos de batería de alta tensión, el indicador de soldadura de batería del BMS como se indica en la Figura 34, debería indicar NO.



Sensor Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	43.5	%
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	52.84	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Max Cell Voltage	3.68	V
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current	3.2	A
<input type="checkbox"/> BMS Main Relay ON Status	YES	-
<input type="checkbox"/> BMS Controllable State	YES	-
<input type="checkbox"/> BMS Warning	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Fault	NO	-
<input checked="" type="checkbox"/> BMS Weld Flag	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Overcharge Protection Flag	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Service Lamp	NO	-
<input type="checkbox"/> Battery DC Voltage	265.9	V
<input type="checkbox"/> Battery Max Temperature	13	'C
<input type="checkbox"/> Battery Min Temperature	13	'C
<input type="checkbox"/> Battery Module 1 Temperature	13	'C
<input type="checkbox"/> Battery Module 2 Temperature	13	'C
<input type="checkbox"/> Battery Inlet Temperature	13	'C
<input type="checkbox"/> Max Cell Voltage No.	27	-
<input type="checkbox"/> Min Cell Voltage	3.68	V
<input type="checkbox"/> Min Cell Voltage No.	40	-
<input type="checkbox"/> Fan Status	0	-
<input type="checkbox"/> Fan Feedback Frequency	0	Hz

Figura 35. Datos de soldadura en GDS.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Por otro lado verificando de manera directa con un multímetro, luego de ya haber sacado el tapón de seguridad, se desmontara la cubierta superior de la batería de alto voltaje, posterior a ello desconecte el conector de alto voltaje (-) (A) y el conector de alto voltaje (+) (B).

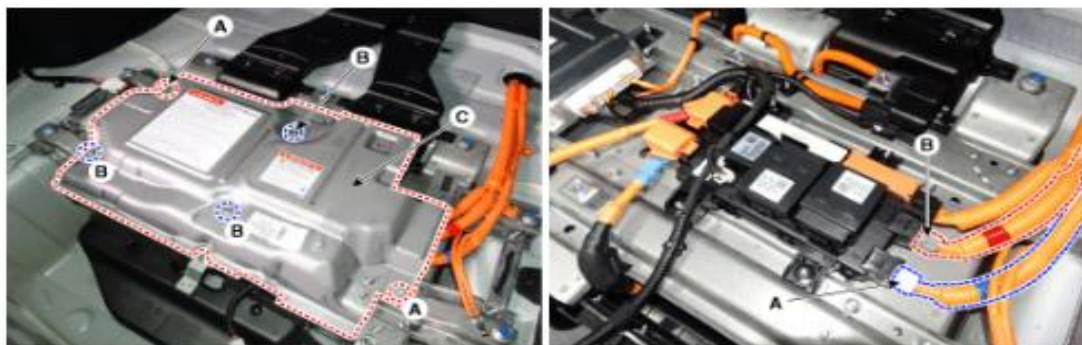


Figura 36. Proceso de desmontaje tapa de PRA.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Mida la resistencia en el relé principal de alto voltaje para comprobar el estado de soldadura como se muestra la figura, la especificación es “resistencia infinita”.

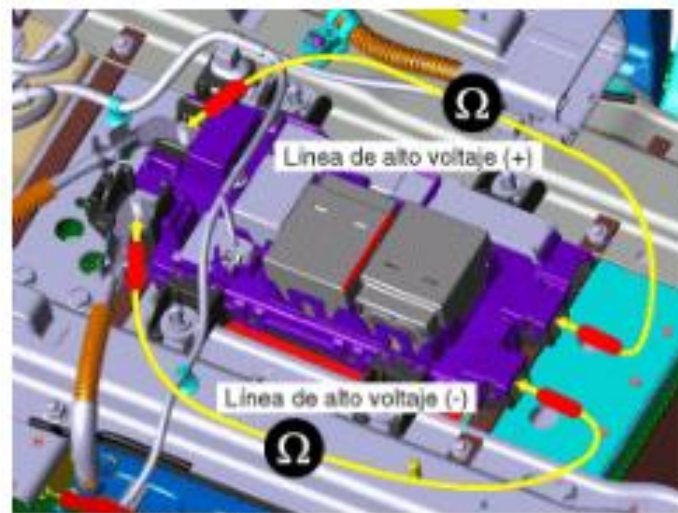


Figura 37. Proceso de medición de soldadura de PRA.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.3.6 Comprobación de la resistencia del aislamiento.

El aislamiento del alto voltaje usado en sistemas híbridos puede comprobarse usando datos de servicio del escáner o midiendo directamente.

Para la verificación con el escáner como indica la Figura 34, verifique en la sección de análisis de datos de batería de alta tensión, compruebe que en el dato “Resistencia de aislamiento” indique 1000 kOhm, de no ser así verifique directamente.

Figura 38 is a screenshot of a diagnostic tool interface showing 'Current Data' for a battery system. The 'Isolation Resistance' parameter is highlighted in red and shows a value of 1000 kOhm.

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 38. Proceso de medición de resistencia del aislamiento.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Para medir la resistencia del aislamiento de manera directa usando una prueba de aislamiento con un MOhm.

Para medir la resistencia en el **circuito de potencia de alto voltaje** conecte el terminal de la prueba de aislamiento a la carcasa (o masa) del sistema de la batería, conecte el terminal (+) de la prueba de aislamiento a la batería primero al conector (A) (+) luego al terminal (B) (-) de la batería de alto voltaje y mida la resistencia, esta debera ser de 1000 kOhm.

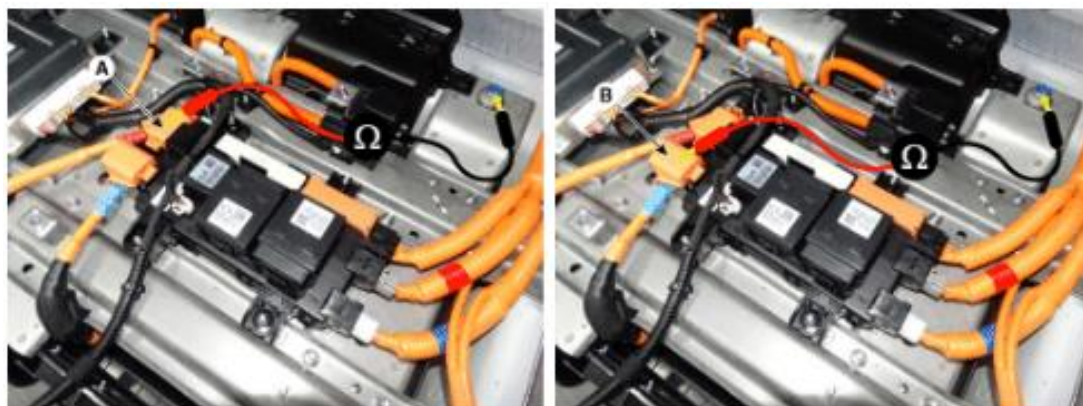


Figura 39. Proceso de medición de resistencia del aislamiento con multímetro.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Para medir la resistencia en el **circuito de potencia del inversor** conecte el terminal de la prueba de aislamiento a la carcasa (o masa) del sistema de la batería, conecte el terminal (+) de la prueba de aislamiento al positivo (A) (+) de la alimentación del inversor luego al terminal (B) (-) y mida la resistencia, esta debera ser de 1000 kOhm.



Figura 40. Proceso de medición de resistencia del aislamiento inversor con multímetro.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.3.7. Comprobación voltaje en batería de alto voltaje

Una vez que se comprobó la resistencia y aislamiento deberá comprobar el voltaje de la batería en el lado A y B, puesto que el voltaje del pack está dividido en 2 partes por el tapón de seguridad.

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) resultado Aproximadamente 150 V
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) resultado Aproximadamente 120 V

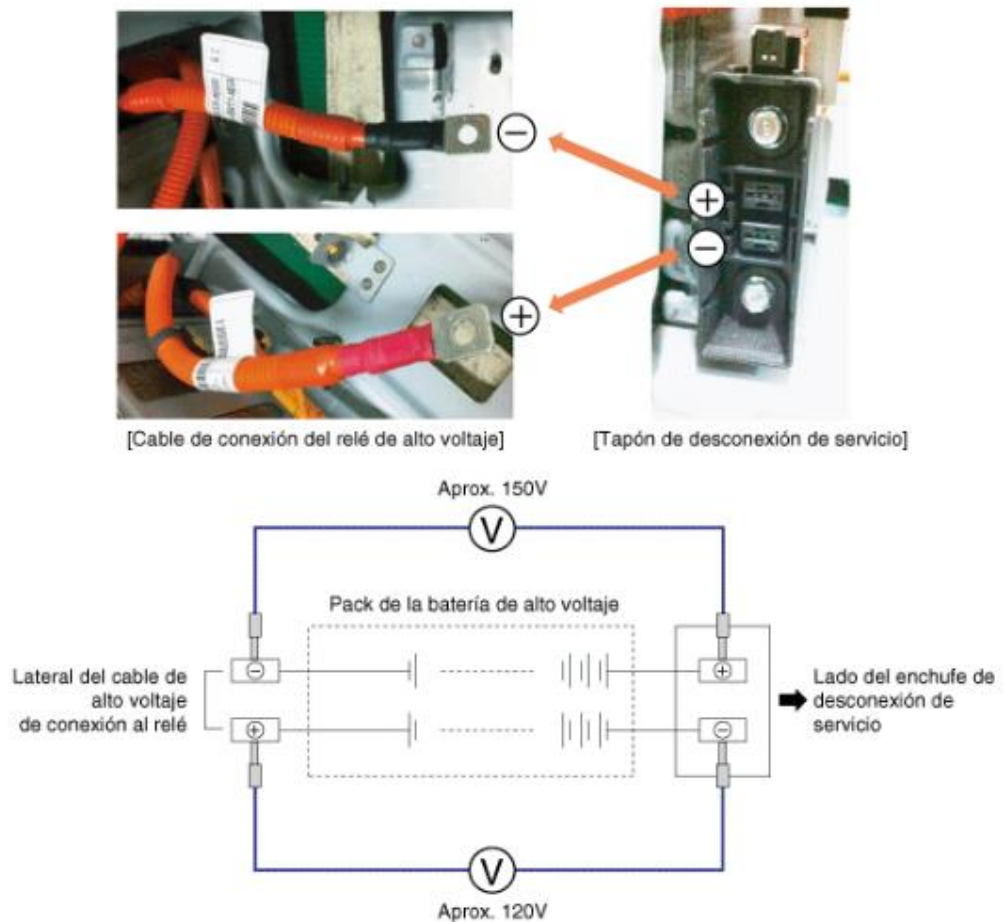


Figura 41. Proceso de medición de voltaje de batería de alta tensión con multímetro. (Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.4. PROCEDIMIENTO DE MANIPULACION PARA EL ALMACENAJE, TRANSPORTE Y DESECHO DE SISTEMAS DE BATERIAS DE ALTO VOLTAJE

2.2.4.1. Proceso de manipulación del sistema de la batería de alto voltaje.

En el siguiente flujograma se dará una guía a seguir para la manipulación y almacenamiento de la batería y conjunto del sistema de alto voltaje.

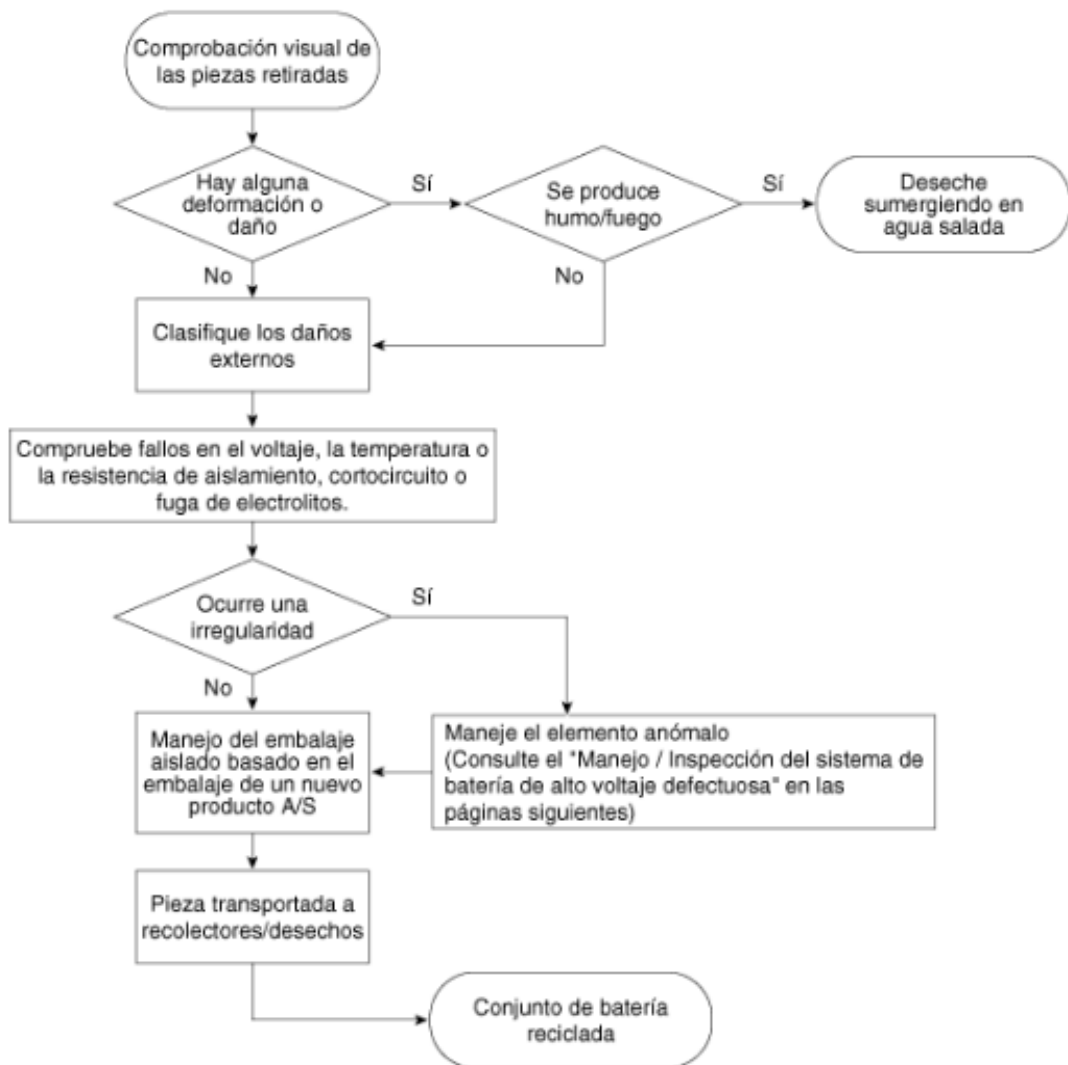


Figura 42. Guía de manipulación, almacenamiento de batería y componentes del sistema de alto voltaje.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.4.2. Aislamiento de bornes de batería

Tome medidas de aislamiento para piezas que puedan cortocircuitar, ponga cintas aislantes o tapa de goma alrededor de la terminal (+), (-) del cable para prevenir un cortocircuito del pack de la batería, asegure el cable a la carcasa del pack de la batería con la cinta aislante para evitar que se muevan los cables.

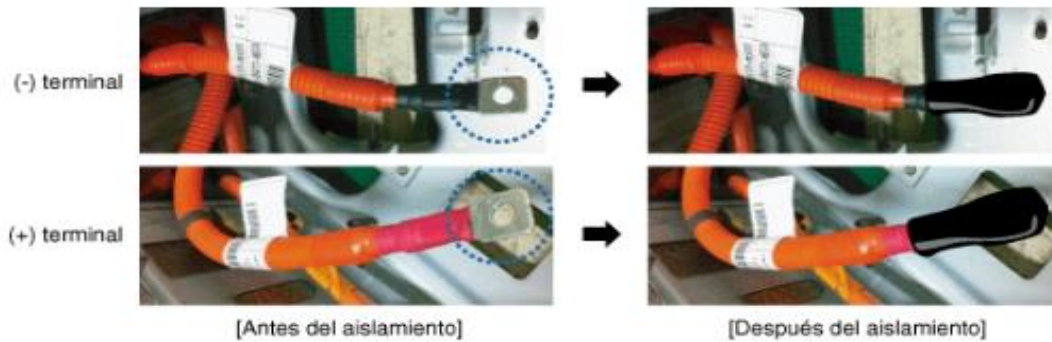


Figura 44. Proceso de aislamiento de los terminales de batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.2.4.3 Descarga de batería de alto voltaje

Las baterías de alto voltaje pueden causar descargas eléctricas u otras lesiones. Si se detectan los siguientes síntomas en una batería de alto voltaje descárgala lo antes posible sumergiéndola en agua salada.

- Hay signos de fuego o humo.
- El voltaje de la batería es anómalamente alto (302 V o más).
- La temperatura de la batería de alto voltaje sigue aumentando de manera anómala.
- Huele a químicos o acrílicos, lo que sugiere una fuga de electrolitos.

Descargando una batería sumergiéndola en agua salada

1. Vierta unos 53 galones (200 litros) de agua en un contenedor de plástico (Ej: Polipropileno) en el que se pueda sumergir toda la batería.
2. Añada 238 libras de sal al agua. Mueva el agua hasta que la sal se disuelva en la solución.
3. Use un gato para sumergir la batería de alto voltaje en agua salada.
4. Deje la batería en agua salada 12 horas antes de sacarla y secarla completamente.

Luego de haber pasado las 12 horas se sacara la batería y esta debería secarse en una sombra ventilada para evitar la luz del sol directa, la nieve y la lluvia.

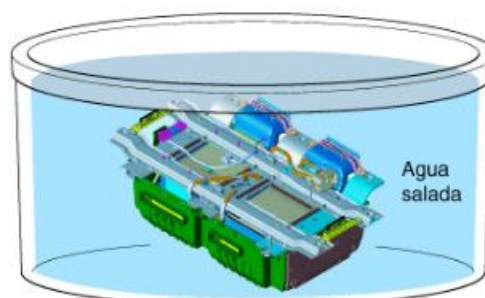


Figura 45. Descarga de batería sumergida en agua con sal.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.3 PROCESO DE DESMONTAJE DE BATERIA DE ALTO VOLTAJE

2.3.1 EXTRACCIÓN.

Siga las precauciones e información de seguridad general antes de realizar cualquier trabajo relacionado con el sistema de alto voltaje.

- 1.- Apague el circuito de alto voltaje
- 2.- Desmonte el molde lateral del maletero
- 3.- Desconecte el conector del ventilador de refrigeración
- 4.- Desmonte las tuercas de instalación (A) y luego quite el ventilador de refrigeración como lo indica en la Figura 41.



Figura 46. Desmontaje ventilador batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- 5.- Desmonte los pernos (A) y la tuerca (B) de la instalación y desmonte la cubierta superior de la batería de alto voltaje (C) como muestra la Figura 42.

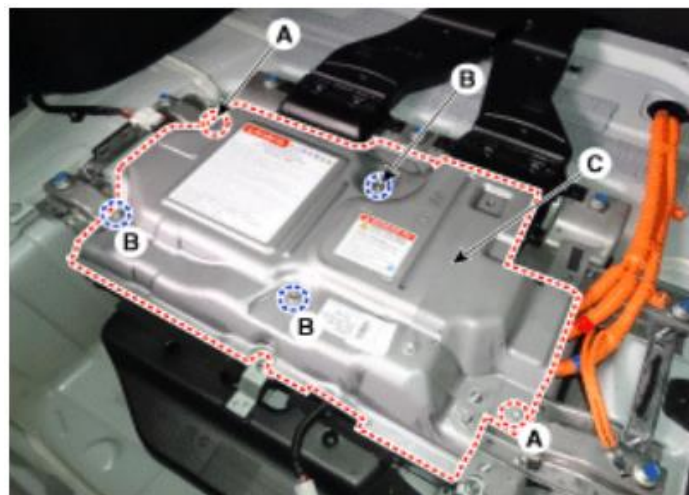


Figura 47. Tapa de batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

6.- Desconecte el conector del conjunto del rele de alimentacion (A).

7.- Quite los terminales positivo (B) y negativo (C) del cable de potencia del inversor desatornillando las tuercas de apriete.

8.- Desmonte las tuercas de instalacion y desmonte el conjunto del rele de potencia (A).

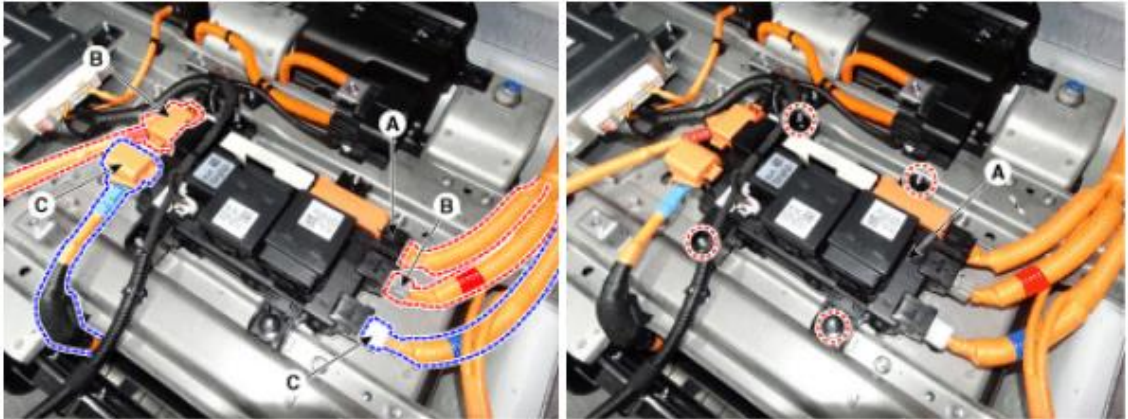


Figura 48. Desmontaje del PRA.
(Hyundai Motor Co., 2017)

9.- Desconecte el conector BMS (A), refiérase a Figura 43.

10.- Retire las tuercas de montaje (C) y luego extraiga el BMS del conjunto del pack de la batería de alto voltaje.



Figura 49. Desmontaje del BMS.
(Hyundai Motor Co., 2017)

11.- Desmonte la conexión a tierra desatornillando el perno de apriete (B)

12.- Desmonte los pernos de instalacion (A) y desmonte el pack de la batería de alto voltaje.

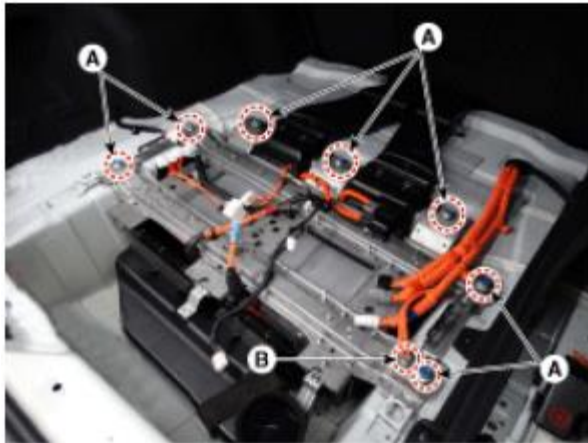


Figura 50. Desmontaje de pernos de anclaje de pack de batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.3.2. DESMONTAJE

1.- Desmonte el pack de baterías de la cajuela del vehículo sin olvidar de aislar los conectores terminales de la batería de alto voltaje.

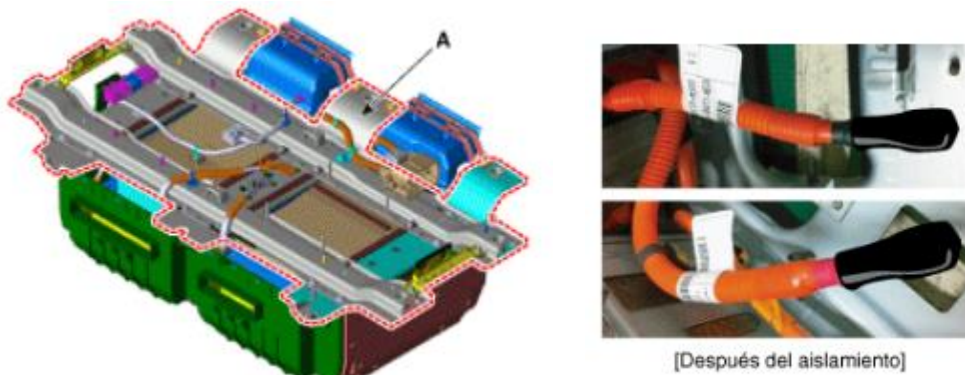


Figura 51. Desmontaje de pack de batería de alto voltaje.
(Hyundai Motor Co., 2017)

2.- Desmonte los pernos de instalación y desmonte la cubierta del módulo de la batería (A).



Figura 52. Desmontaje de cubierta de módulos de batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- 3.- Afloje la tuerca de montaje y desconecte el terminal (+) (A) y el terminal (-) (B) del cable de alto voltaje.
- 4.- Desconecte el conector del modulo de la bateria (C).
- 5.- Desmonte los sensores de temperatura (A) de los modulos de bateria según muestra Figura 48.

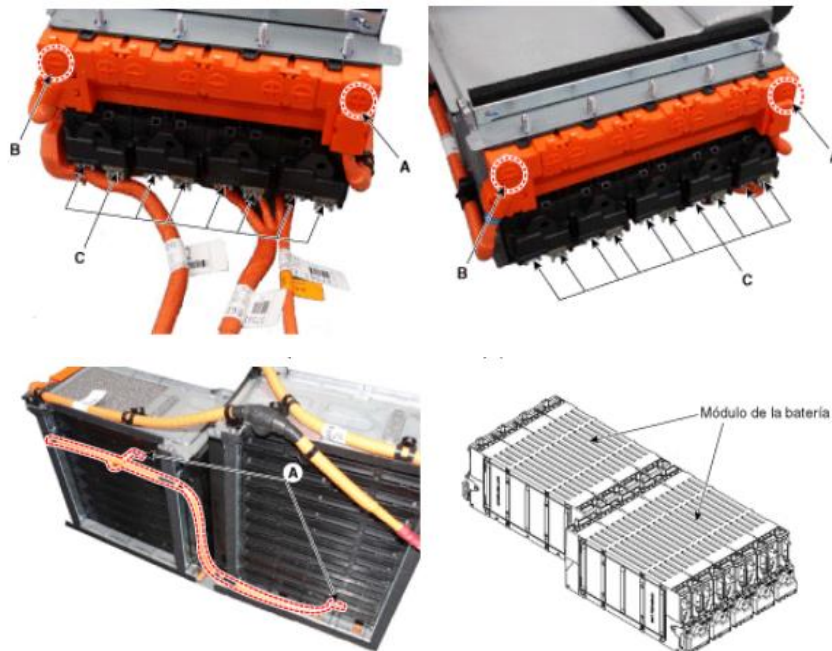


Figura 53. Desmontaje de terminales de módulos de batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Luego de haber desmontado la batería HEV del Sonata año 2017, se tiene que ubicar la batería en un lugar fresco y ventilado, la temperatura deberá estar de alrededor de 20°C, caso contrario puede causar averías en la batería.

2.4. DIAGNOSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACION DE BATERIA

2.4.1 CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍA HEV.

Para el mantenimiento y/o posible reparación de la batería HEV es necesario contar con un banco para realizar pruebas de carga y descarga para determinar el estado de salud de la batería. Para ello considerando que el pack de la batería está conformado por varios módulos, el equipo se diseñó para la conexión de los módulos de tres en tres, tomando en cuenta el voltaje de cada uno de ellos que es 30 VCC nominal, el equipo deberá ajustarse a los siguientes parámetros:

- La alimentación del banco de pruebas deberá ser conectado a un voltaje alterno de 110 VAC.
- Contar con un interruptor para el encendido y apagado del equipo.
- El equipo deberá estar dividido en dos partes, tanto para la carga de los 3 packs como para la descarga de los mismos, por lo cual deberá disponer de interruptores para realizar estas funciones.
- Realizar la Carga y descarga con fuentes de corriente continua.
- Al realizar la carga, se deberá disponer de un limitador de corriente, que a su vez vaya reduciendo la intensidad de la misma, para elevar el rendimiento en la carga de la batería HV.
- Se deberá disponer un medidor de corriente tanto para el circuito de carga como de descarga.
- La medición de la carga y descarga de las baterías se realizara mediante voltímetros de un rango superior a 110V, para medir la carga y descarga de cada módulo (8 celdas c/u) se dispondrá de un voltímetro superior a 30V para cada uno.
- Disponer de ventiladores para evacuar el calor generado por el equipo en el proceso de descarga.

2.4.1.1 Elementos del dispositivo

Los elementos que se utilizaran para la construcción del dispositivo se detallan en la Tabla 2 a continuación:

Tabla 2. Listado de elementos eléctricos, electrónicos y otros para la construcción del Banco

ELEMENTO	CARACTERISTICA
Voltímetro	
Amperímetro analógico	
Multímetro Digital	Voltaje DC 200 micro voltios a 1000 V, voltaje AC 200 V a 750 V, resistencia 200 ohmios a 2000 ohmios, corriente DC 2000 micro amperios a 10
Condensador Electrolítico	470 microfaradios, 250V.
Condensador Electrolítico	1000 microfaradios, 25V.
Condensador Poliéster	0,33 microfaradios, 400V.
Puente rectificador KBPC2510W	25 Amp, 1000 V.
Puente rectificador RS405L	6 Amperios, 420 V.
Diodo P600	6 Amperios, 1000 V.
Focos halógenos	500 watt, 120V
Transformador	110 a 12 voltios y 2 amperios.
Ventiladores	12V DC
Focos piloto	110 V DC/AC color: rojo, verde, azul y ambar
Cableado	Numero 14
Interruptores	10 Amperios, 250 V.
Regleta de conectores	12 conectores, 20 Amperios, 380V.
Conector macho	15 Amperios, 150V
Cautín	30W, 110V.
Estaño	1.0mm
Pomada para soldar	20G, SD 4000.
Rejilla	Tipo metálicas para ventilación

2.4.1.2 Selección de elementos del Dispositivo.

Para la selección de los elementos eléctricos se tomaron diferentes aspectos como el voltaje de alimentación que va tener el banco de pruebas 110 VAC, la transformación de corriente alterna en continua, la carga, la descarga, el monitoreo que se le van a realizar a los packs de la batería híbrida de forma independiente y que los elementos se los pueda conseguir en una tienda que comercialicen materiales eléctricos y electrónicos.

a. Voltímetro analógico.



Figura 54. Voltímetro analógico

Para realizar el monitoreo de los pack se utilizaron 3 voltímetros.

En el análisis el voltaje de cada módulo del Sonata es de 30 voltios, la capacidad del voltímetro para la medición en el banco de pruebas deberá ser mayor de 30 voltios por cada pack.

El voltímetro va ser de tipo digital con un rango mayor de 30 voltios, van estar conectados en serie, del negativo del ultimo voltímetro sale un cable conductor y de cada positivo sale un conductor a la bornera X12 para que puedan realizar el monitoreo de todos los módulos de la batería HV, se dispondrá de un voltímetro que se ilustra en la Figura 63, este será de 150 Volteos para realizar la medición y monitoreo del voltaje de carga del pack completo, es decir de los 3 módulos.

b. Amperímetro analógico.



Figura 55. Amperímetro analógico

Usaremos dos amperímetros que realizarán la función de medir la intensidad de corriente que está circulando en el circuito de carga y descarga de la batería híbrida, teniendo una escala de 0-10 amperios.

c. Multímetros digital



Figura 56. Voltímetro digital

Con el multímetro digital vamos a medir el voltaje total que va existir el pack que van a conformar las 3 baterías HV que van a estar conectadas en el banco, que son monitoreadas permanentemente por el voltímetro analógico tanto en la carga como en la descarga, verificando que el voltaje no se sobrepase a la capacidad de almacenamiento de la misma.

d. Condensador electrolítico 470 MICROFARADIOS Y 250 V.



Figura 57. Condensador electrolítico

En este condensador electrolítico el voltaje máximo que puede pasar por su circuito interno es de 250 voltios y tiene una capacidad de 470 microfaradios. Presenta mayor capacidad por unidad de volumen, son empleados en circuitos eléctricos de alta corriente, almacena la carga y se descarga en poco tiempo dependiendo de la corriente que llegue al circuito, controla el voltaje de salida, filtrando la señal de corriente que envía el puente rectificador al mismo.

e. Condensador poliéster 400 V-334 K.



Figura 58. Condensador poliéster

Los condensadores de poliéster que usaremos tiene una capacidad de 0,33 microfaradios, puede llegar a tener un voltaje máximo de entrada y salida de 400 voltios se utilizara tres, estos son conectados en serie a dos focos halógenos donde van estar conectados a un interruptor de control cada uno, la función que realiza en el circuito eléctrico es absorber la corriente que está pasando por el circuito de descarga y evitar que se enciendan los focos halógenos cuando se esté realizando la carga a la batería HV.

f. Puente rectificador KBPC2510W.



Figura 59. Puente rectificador

El puente rectificador KBP2510W utilizaremos para el cambio de corriente alterna en continua para la carga de las baterías, estará en paralelo con un condensador electrolítico para filtrar la señal que sale del mismo. Tiene una capacidad de soportar un ingreso de hasta 1000 VDC y 1000 VCC de salida, la salida máxima de corriente media rectificada es de 25 amperios a una temperatura de 55°C

g. Foco halógeno.



Figura 60. Foco halógeno lineal
Fuente (Opirata)

Los focos halógenos es un elemento eficaz para descargar la batería híbrida de forma prolongada, logrando que se abra la calcificación existente en el interior de la misma y al realizar la carga de la batería HV limita la corriente que pasa por el circuito, funcionando con un voltaje de 110 VCC y un potencia de 500 Watt, por otro lado al estar compuestos de un filamento de tungsteno y tener una reacción química equilibrada de sus gases, tienen una larga vida útil de trabajo.

h. Diodo P600M



Figura 61. Diodo P600M

El diodo permite el paso de corriente eléctrica en un solo sentido, por lo que se utilizara para proteger el circuito eléctrico de carga, no va permitir que la corriente eléctrica se regrese cuando el circuito de carga este desactivado o activo y el circuito de descarga se encuentren funcionando, tiene una capacidad de corriente de 6 amperios y soporta un voltaje máximo de 1000 voltios.

i. diodo rectificador RS405.



Figura 62. Diodo rectificador RS405

Mediante el diodo rectificador vamos a filtrar el voltaje alterno de 12 V que va ingresar al sistema por el trabajo de los ventiladores, esto haremos mediante un proceso de polarización directa en el positivo, para que los ventiladores de 12 voltios puedan funcionar, va soportar un voltaje máximo de 420 V y una corriente de hasta 6 amperios.

j. Transformador de voltaje.



Figura 63. Transformador 110V a 12V

Para el funcionamiento de los ventiladores se necesita un voltaje de 12V, por lo que se usara un transformador que por la bobina del primario del transformador recibe un voltaje alterno de 110 VAC que hará circular una corriente alterna por el mismo, por el alambre del secundario se genera 12 voltios de salida con una intensidad de 2 amperios.

2.4.2 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL DISPOSITIVO.

Luego de establecer los elementos es importante conocer y determinar lo que se quiere conseguir con el equipo, lo cual es probar el estado de la batería de alto voltaje y poder cargarla, para lo que se tomó como referencia una de las funciones la BMS sistema híbrido, la misma que es medir y monitorear el voltaje de cada uno de los paquetes.

Para esta función se encuentran se usó 3 voltímetros conectados en serie debido a que se conectaron 3 módulos a la vez, estos contienen 8 celdas incorporadas que suman 30 VDC nominales, con esto se podrá analizar cada uno de los paquetes e identificar si se encuentra deteriorado o en un estado óptimo para un buen funcionamiento, esto se determinara al verificar la diferencia de voltaje de cada módulo que no deberá pasar de 4 voltios o 500 mV por celda.

Por otro lado se tomó en cuenta otra función importante de la unidad BMS que es la de cargar y descargar la batería según las condiciones de manejo del vehículo, para simular esta función, al circuito se lo dividió en dos partes: una parte del circuito estará asignada a cargar y la otra parte a descargar la batería.

La parte de carga es un circuito en serie compuesta por un switch para activar o desactivar la carga de la batería, un amperímetro de escala de 0 - 10 amperios para controlar la carga, un foco halógeno de 500 watts que hará de limitador de corriente, un puente rectificador de corriente de 1000 voltios

20 amperios que rectificara la corriente de alterna proveniente de la red eléctrica a continua para la carga de las baterías que se conectarán en serie.

En el circuito de descarga se simula el consumo de corriente de los motores sea de tracción o A/C, con 6 focos halógenos de 500 watts que actúan como consumidores de corriente para conseguir la descarga del paquete que se esté dando mantenimiento, para simular esta acción se usará tres switch que permiten la activación de los focos consumidores de dos en dos, después de cada switch se conectarán capacitores de 0,33 μ F para proteger al circuito de los picos de corriente.

El consumo de energía de los focos halógenos en el circuito induce mucho calor, por lo que para disipar el exceso de temperatura y proteger el circuito se usará cinco ventiladores de computadora de 12VDC conectados en serie a un transformador de 120V a 12V-2Amp para que puedan funcionar con la corriente que proviene de la red eléctrica, cuatro ventiladores se dispondrán para introducir aire fresco al sistema y un ventilador para extraer el calor residual hacia el exterior, estos ventiladores se activarán cuando se active el botón de encendido del equipo.

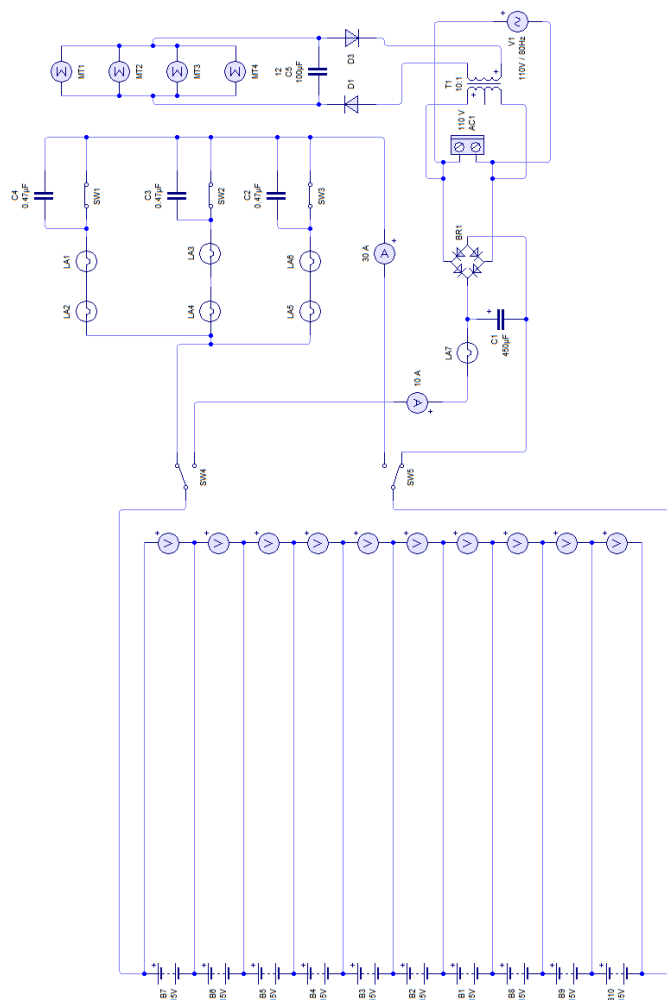


Figura 64. Diagrama circuito eléctrico.

2.4.3 ESTRUCTURA DEL EQUIPO

Para realizar la estructura del equipo se utilizó el software AutoCad modelo 2016, con el que se puede editar la forma o hacer imágenes vectoriales.

El equipo se lo diseño como se muestra en la Figura 57, de una forma portátil, de tal manera que se asemeje a un banco de pruebas de serie, tanto la tapa superior como la del panel frontal se diseñaron para que se puedan abrir, para realizar algún cambio de componente si este llegase a fallar.

Los elementos del circuito están dispuestos de tal forma que se los pueda identificar fácilmente haciendo de este equipo fácil de usar, así como también fácil de entender mientras se use una función u otra, por otro lado las lecturas son fácil de entender para llegar a una conclusión.



Figura 65. Diseño terminado del banco de pruebas

2.4.3.1 La Estructura.

Estructuralmente fue concebido con madera tipo triplex de 9 mm de espesor, para dar una mayor resistencia y consistencia, sus dimensiones como lo indica la Figura 58 son de 50 cm de alto x 50 cm de ancho y 70cm de largo.

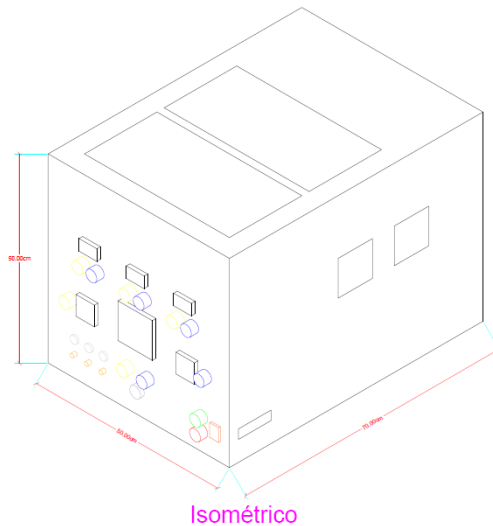


Figura 66. Diseño terminado del banco de pruebas

El equipo fue diseñado de forma rectangular en las que se encuentran dos secciones como se indica en la Figura 59, la primera zona es donde se encuentran los componentes electrónicos aislados de la segunda zona que es donde se encuentra tanto los focos de descarga como el de regulación, esta zona la llamamos la zona caliente y es justamente donde se encuentran ubicados los ventiladores y rejillas, que son las encargadas de mantener refrigerada esta sección, en la parte inferior va a ser recubierta con papel aluminio para controlar la temperatura con el material de la estructura.



Figura 67. Zona caliente y zona de ubicación de componentes electrónicos

2.4.3.2 Cortes y Perforaciones

Los cortes y perforaciones se realizaron con una cortadora de disco y las perforaciones se ocuparon un taladro y una moradora, los cortes de la madera se los hizo a medida formando un cubo rectangular y siguiendo el diseño inicial se hicieron perforaciones como se indica en la Figura 60 para los ventiladores y las rejillas de ventilación que tendrán dos funciones: la una

de disipar el calor generado por los focos y la segunda es poder tener acceso visual hacia la zona caliente sin que la luz de los focos nos moleste la vista o no nos encandile cuando estén encendidos.



Figura 68. Perforaciones para ventiladores

Para la tapa frontal que vendría hacer el panel de control se realizaron las perforaciones de los componentes con ayuda del taladro y moladora, en la Figura 61 se aprecia como los componentes entraron a medida.



Figura 69. Perforaciones para controladores perillas etc.

2.4.3.3 Acabados

Para el pintado de la estructura limpiamos todas las partes que estaban con impurezas, se utilizó una lija número 200 para eliminar rugosidades, luego se usó un soplete y un sellador para madera, esto ayuda a que la pintura de acabado se quede en la parte superior de la madera, luego como se aprecia en la Figura 62, se aplicó pintura de color negro para dar un acabado más metálico.



Figura 70. Acabado de equipo con pintura de color negro

En las partes laterales en la zona superior se colocó dos manijas para poder desplazar de manera fácil el equipo, un seguro de tipo ojo para asegurar tanto la tapa frontal como la superior.

2.4.3.4 Ensamble

Para el ensamble de la estructura se utilizó clavos sin cabeza de 25 mm x 1,70 mm para asegurar los paneles con la base, primero se empezó como se aprecia en la Figura 63 clavando los paneles a la parte inferior, luego el panel posterior y por último la tapa que dividirá la zona caliente de la zona que alberga la parte electrónica.



Figura 71. Ensamble de la estructura

Luego de verificar que todos los elementos que se utilizaran siendo: componentes eléctricos, electrónicos, perillas, mandos etc., estén funcionando correctamente, se ubicaron en el lugar que les corresponden según el diseño previo teniendo un resultado final que se indica en la Figura 64.



Figura 72. Acabado final luego del ensamble de la estructura

2.4.4. CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS.

Para la conexión de los componentes eléctricos y electrónicos se utilizó elementos de suelda como el caudín, herramientas de corte, perforación y de medición. Las conexiones de los elementos eléctricos y electrónicos se va describir a continuación.

2.4.4.1 Conexión de los voltímetros.

Para la lectura del voltaje de las baterías los 3 voltímetros se conectaron en paralelo a la bornera para que siga este mismo lineamiento al momento de conectar a las baterías; se utilizó conductores de alambre tipo cableado para la conductividad eléctrica, en cada terminal van instalados terminales de ojo que facilitan la conexión, en un orden de izquierda a derecha de cada voltímetro sale un cable del positivo de color rojo, amarillo y verde del positivo de los voltímetros que serán destinados a los positivos de las baterías y los cables de color negro que son los negativos de los voltímetros a los negativos de las baterías, estos conductores son guiados por chapas de plástico hasta llegar a la bornera, como se puede observar en la Figura 65.

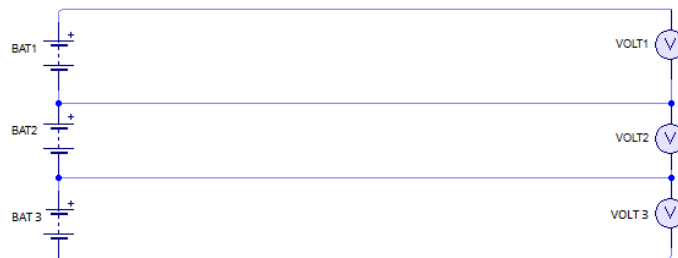


Figura 73. Disposición de los voltímetros

En la bornera X8 cada conductor tiene su color, empezando por los cables de color negro que va conectado a los negativos de los módulos la batería HV donde el rojo (2), el amarillo (4), el verde (6) y el rojo (8) que se indica en la Figura 67, serán conectados a cada positivo de los módulos de la batería HV respectivamente como se nombró.

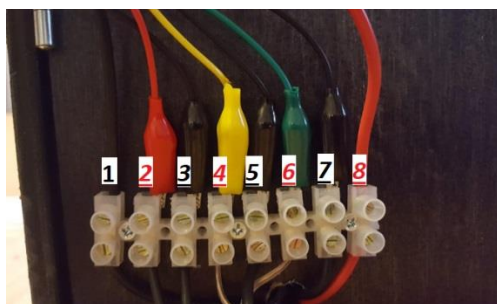


Figura 74. Disposición de los cables en bornera

2.4.4.2 Conexión de los amperímetros de carga y descarga.

El amperímetro de carga se encargara de medir la corriente que pasa por el circuito, como indica la Figura 81 está conectado en serie a un foco halógeno que hará la función de limitador de corriente, un diodo de protección que asegurara el flujo de energía de un solo sentido y a un interruptor de control para activar o desactivar el circuito según sea la necesidad.

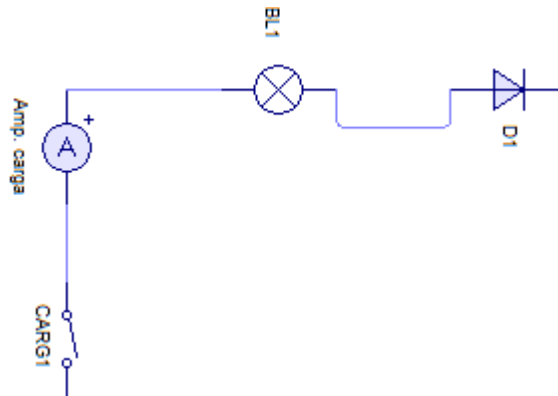


Figura 75. Diagrama de conexión de amperímetro de carga

El amperímetro de descarga va medir la corriente que absorberán los focos halógenos para descargar la batería, va estar conectado a tres condensadores poliéster de 0,33 microfaradios como se indica en la Figura 69, cada uno va estar en serie con dos focos halógenos de 500 watt y como se explicó van a estar conectados a un interruptor de control para activar o desactivar el circuito de descarga.

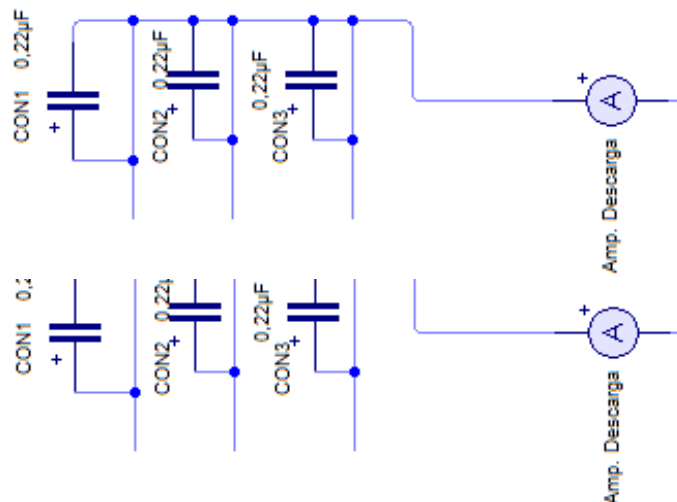


Figura 76. Disposición del amperímetro de descarga.

2.4.4.3 Conexión del circuito de carga.

En la figura 70 se indica el circuito de carga que empieza por la toma de alimentación de 110 VAC, un interruptor que va a encender o apagar el equipo, un puente que controla la corriente en el sistema. La alimentación de 110 VAC, pasa por un puente rectificador KBPC2510W, las salidas del mismo se conectan en paralelo a un condensador electrolítico de 470 microfaradios-250 voltios, que se encuentra en serie con un interruptor de control del sistema de carga, un foco halógeno de 500 watt, un amperímetro 10 amperios y un diodo protector P600M que asegurara el flujo de energía en un solo sentido.

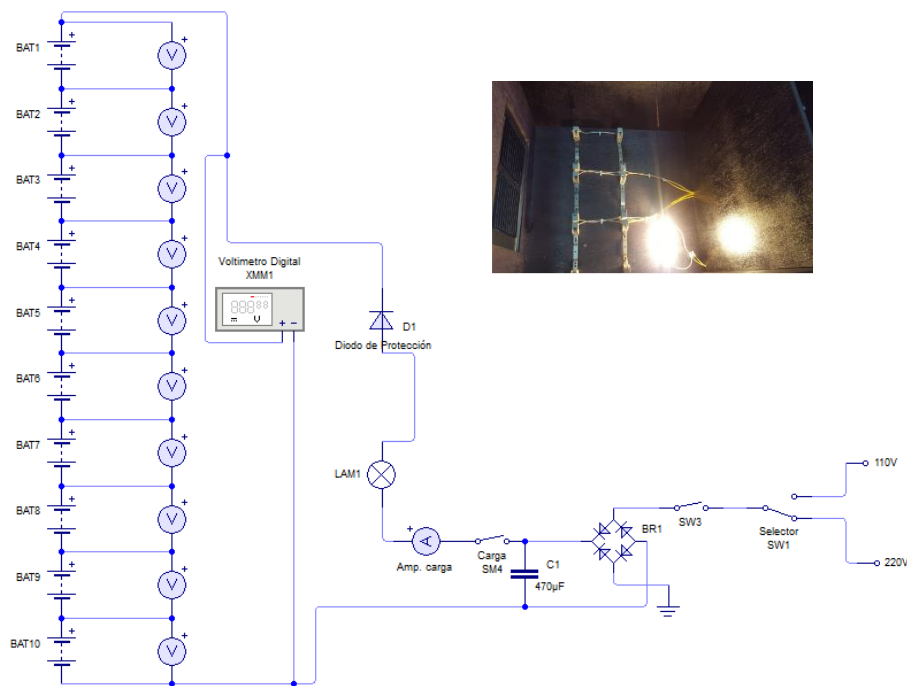


Figura 77. Circuito de carga

2.4.4.4. Conexión del circuito de descarga.

El circuito de descarga va estar controlado en dos partes, el primero para seleccionar el circuito de descarga y el segundo que se divide en Switch 1, Switch 2, Switch 3.

El Swich 1 va estar conectado en serie a dos focos halógenos de 500 Watt-110 voltios con un condensador poliéster de 0,33 microfaradios y 400 voltios que controla el paso de corriente al circuito para la descarga de las baterías, S2 y S3 realizaran la misma función en circuitos independientes. En esta sección va a estar conectado en serie un amperímetro para medir la corriente que pasa por el sistema al encender los focos halógenos de la descarga.

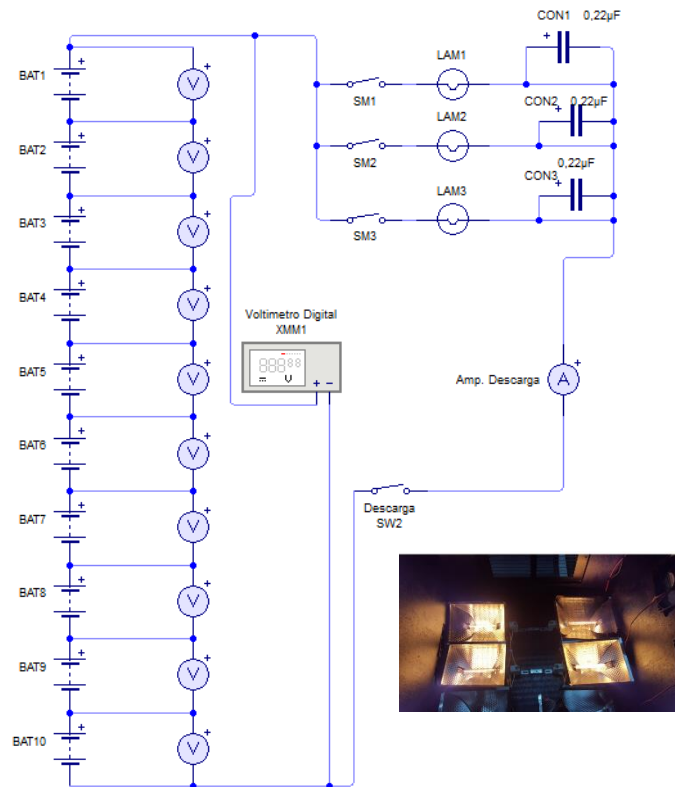


Figura 78. Circuito de descarga

2.4.4.4. Circuito eléctrico de carga y descarga.

Primero se conecta tres módulos de los 9 que forman el pack de batería híbrida al equipo, iniciamos con la función de carga de los módulos del pack de batería híbrida, esta se la realiza por medio del circuito eléctrico, el equipo va estar conectado a una tensión 110 VAC, esta es rectificadora a corriente continua ya que es la necesaria para realizar la operación de carga, por un puente rectificador de diodos, va estar en paralelo a un condensador el cual va filtrar la señal de salida, va estar en serie un amperímetro con un foco alógeno que nos va limitar la corriente, mediante un diodo que será la protección del sistema.

En la función de descarga, el flujo de corriente inicia su recorrido del positivo del 3º módulo conectado al equipo, este pasa por tres interruptores que van a controlar los seis focos halógenos que están en paralelo de dos en dos para aumentar el consumo de descarga, van estar tres condensadores en paralelo y un amperímetro que va medir la corriente de descarga de los módulos de la batería híbrida, en el otro extremo va estar conectado al negativo del primer módulo de la batería híbrida, en la Figura 85 se ilustra la disposición de ambos circuitos.

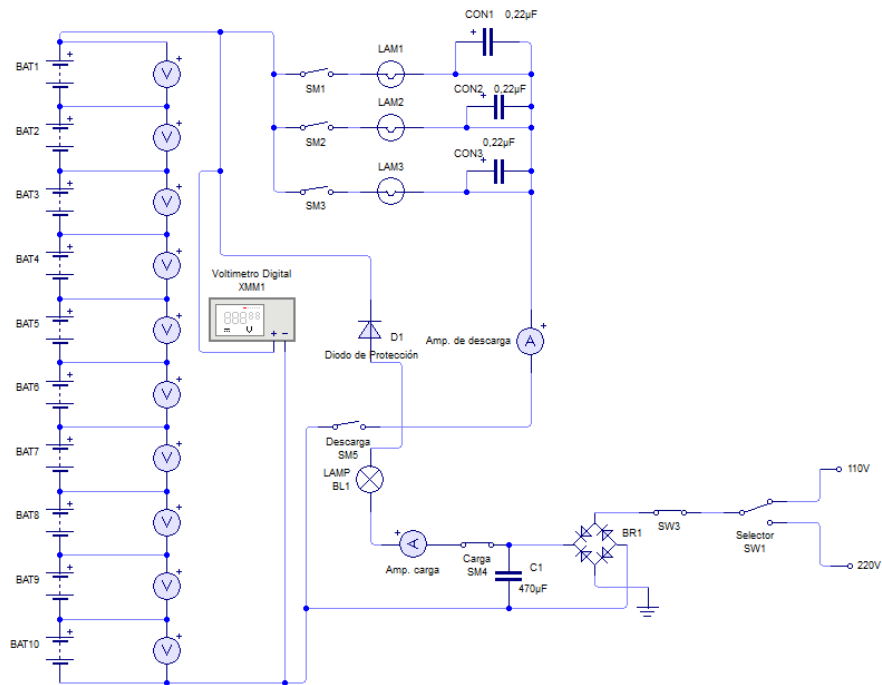


Figura 79. Circuito de carga y descarga

La batería híbrida es cargada y descargada a su máximo rendimiento por varias veces, es decir dentro de los valores establecidos de trabajo por el fabricante siendo estos valores de 20 voltios como valor mínimo y 34,4 voltios como valor máximo por modulo, con un mismo amperaje dependiendo de la necesidad en que se encuentre, esto nos va proporcionar valores de voltajes, amperaje y tiempo, de forma individual para cada pack.

Mediante los valores obtenidos realizamos gráficas para analizar su máxima tensión, caída de tensión, un target de carga y descarga vs un tiempo específico para determinar el estado entre ellas, la diferencia de voltaje tiene que ser menor a 500 mV entre cada celda o 4 V por cada módulo, con estos valores verificamos cual se encuentra en deterioro o se encuentra dañada, con esto se determina si es necesario ser reemplazado o no, luego la batería híbrida antes de ser montada se la debe cargar a su máximo rendimiento siendo este un 80% de SOC, logrando que la ECU BMS del sistema híbrido no produzca un código DTC.

2.4.5 MANTENIMIENTO Y DIAGNOSTICO BATERIA

Para el mantenimiento de la batería es importante revisar tanto los parámetros con el escáner, como visualmente; entre los datos a revisar encontramos:

2.4.5.1. Inspección.

Para una reparación del sistema de alto voltaje será importante realizar una inspección teniendo claro los pasos a seguir, en la siguiente ilustración se encontrará un flujograma como el que se indica en la Figura 73 de los pasos a seguir para verificar averías un sistema de suministro de alto voltaje.

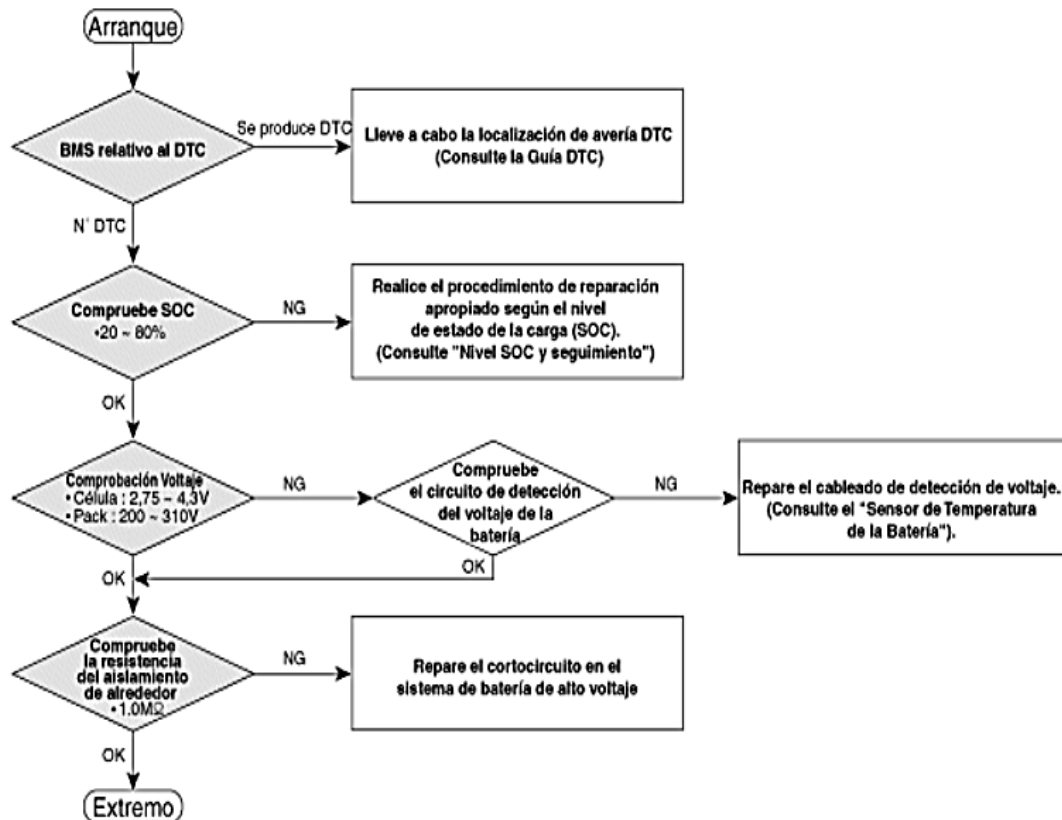


Figura 80. Flujograma localización de averías del conjunto del pack de la batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

Para comprobar el estado de salud de la batería SOC se lo puede realizar con el escaner al conectarlo al escaner e ir a la sección de análisis de datos para verificar la siguiente información:

- Compruebe que el estado de carga de la batería se encuentre entre un 20% y 90%
- Conecte el escáner e ingrese a la sección de análisis de datos del módulo de manejo de batería HEV y como se lo indica en la Figura 75, como ya se dijo el SOC debe estar en el rango del 20% al 80%

Sensor Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	37.5	%
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	*KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	47.90	*KW
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage	261.5	V
<input checked="" type="checkbox"/> Max Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> Min Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current	2.1	A
<input type="checkbox"/> BMS Fault	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Weld Flag	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Overcharge Protection Flag	NO	-
<input type="checkbox"/> BMS Service Lamp	NO	-
<input type="checkbox"/> Battery Max Temperature	13	°C
<input type="checkbox"/> Battery Min Temperature	13	°C
<input type="checkbox"/> Battery Module 1 Temperature	13	°C
<input type="checkbox"/> Battery Module 2 Temperature	13	°C
<input type="checkbox"/> Battery Inlet Temperature	13	°C
<input type="checkbox"/> Max Cell Voltage No.	27	-
<input type="checkbox"/> Min Cell Voltage No.	65	-
<input type="checkbox"/> Fan Status	0	-
<input type="checkbox"/> Fan Feedback Frequency	0	Hz
<input type="checkbox"/> Auxiliary Battery Voltage	14.5	V
<input type="checkbox"/> Accumulative Charge Current	9.9	Ah
<input type="checkbox"/> Accumulative Discharge Current	9.3	Ah

Figura 82. Porcentaje del estado de carga del pack de la batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- También compruebe el voltaje de cada célula del pack de la batería, el voltaje de cada una deberá estar entre 2,5 a 4,3 V con una diferencia menor a 0,5V entre la célula con mayor vs la célula de menor voltaje; por otro lado el voltaje del pack deberá estar entre 180V a 300V

Sensor Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	36.5	%
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage	260.2	V
<input checked="" type="checkbox"/> Max Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> Min Cell Voltage	3.60	V
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current	2.6	A
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	*KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	46.95	*KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	47.29	*KW
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 1	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 2	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 3	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 4	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 5	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 6	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 7	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 8	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 9	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 10	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 11	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 12	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 13	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 14	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 15	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 16	3.60	V

Figura 83. Comprobación del voltaje de carga del pack de la batería.
(Hyundai Motor Co., 2017)

- **Temperatura Batería.-** Temperatura de la batería en funcionamiento la misma que no debe sobrepasar los 60 °C, caso contrario generaría un DTC como "Exceso de temperatura del HVBS", esto indica que la temperatura de la batería de alto voltaje ha excedido el límite de

temperatura permitido, de ser así es necesario revisar los circuitos de ingreso de flujo de aire que se encuentran debajo del sillón del asiento posterior que no se encuentren obstruidos, que internamente no se encuentren obstruidos por impurezas los canales de refrigeración de las baterías que se indican en la Figura 86, que las aspas del ventilador no se encuentren sucias ni deterioradas, verificar que el ventilador este trabajando de manera normal y finalmente revisar el funcionamiento de los sensores de temperatura del módulo A y B de baterías



Figura 84. Secciones de ventilación a limpiar en módulos HEV

- **Voltaje celdas.-** como se muestra en la Figura 78 verificar el estado de carga de la batería es parte del mantenimiento debido a que en la mayoría de los casos, si hay una pérdida o consumo anómalo de voltaje en el funcionamiento del vehículo, la carga de las celdas no puede ser posible solo con los motores eléctricos (freno regenerativo o mediante MCI), ya que al estar en serie la carga será de manera proporcional y se mantendrá este diferencial de voltaje, por lo que la estrategia a tomar sería cargarlas de manera manual con un banco de carga luego de solucionar el problema que suscitó la posible variación anormal, entonces los datos de voltaje de cada celda para este modelo en particular se podrá realizar solo con el escáner debido a la disposición de la estructura de los módulos que están constituidos en cada módulo por 8 celdas, siendo un solo elemento y la conexión es interna, por lo que es recomendable realizar esta medición antes de desmontar el pack, posterior a ello la medición se la podrá realizar promediando a 8 el voltaje de cada módulo, dicho esto tomando en cuenta que se encuentren dentro del estado de carga recomendado, siendo este del 20% al 80% y que el voltaje de cada celda se encuentre 2,3 V a 4,3 V, siendo cada módulo con un voltaje de 20V a 34,4V; en caso de que la batería se encuentre con un SOC menor al 20%, la BMS indicara como fallo y no permitirá que el vehículo se ponga en modo “READY”, para ello podremos encender el motor MCI de manera manual con el escáner, o a su vez con podemos cargar la batería manualmente con el banco de carga construido, por ultimo tomar en cuenta que la variación entre cada celda, desde la de mayor a menor voltaje no deberá sobrepasar los 500 mV, el modulo

grabara un fallo en caso de suceder, la estrategia a tomar será de limitar la potencia y mantener el MCI encendido para tratar de cargar las celdas con menor voltaje.

Sensor Name	Value	Unit
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	37.5	%
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	47.90	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage	261.5	V
<input checked="" type="checkbox"/> Max Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> Min Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> State of Charge of Battery(BMS)	37.0	%
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Voltage	260.6	V
<input checked="" type="checkbox"/> Max Cell Voltage	3.62	V
<input checked="" type="checkbox"/> Min Cell Voltage	3.60	V
<input checked="" type="checkbox"/> Battery DC Current	2.4	A
<input checked="" type="checkbox"/> Available Charge Power	45.00	'KW
<input checked="" type="checkbox"/> Available Discharge Power	47.29	'KW
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 1	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 2	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 3	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 4	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 5	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 6	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 7	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 8	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 9	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 10	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 11	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 12	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 13	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 14	3.60	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 15	3.62	V
<input type="checkbox"/> Battery Cell Voltage 16	3.60	V

Figura 89. Análisis de datos de BMS con escáner.

- **Aislamiento.-** Se deberá verificar el aislamiento que sea superior a 900 kOhm ya que es de vital importancia que las líneas de alta tensión no estén en corto con la carrocería, esto podría ser causante de graves heridas y provocar fallos en el sistema, de haber una resistencia menor se deberá realizar el procedimiento de verificación como se indicó en la sección “3.2.6 Comprobación de la resistencia del aislamiento”.

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 90. Análisis de datos de BMS con escáner resistencia aislamiento.

- **Conjunto PRA.-** Se debe realizar una inspección visual puesto que a la alta corriente y temperatura que pueden manejar, pueden recalentarse y deformarse tanto los relés de potencia como la base ya que esta es plástica, de suceder esto es recomendable sustituirlos por uno nuevo.



Figura 91. Inspección PRA.

- **Inspección Visual baterías.-** posterior a la verificación con el escáner se deberá verificar que las baterías no presenten deformaciones anómalas, como hinchamiento o sulfatación en los terminales sobre todo en climas tropicales que es muy común que esto suceda.



Figura 92. Inspección estado físico batería.

- **Almacenamiento prolongado.-** Dado las características de la composición de las baterías de tipo polímero de ion de litio, es recomendable para su almacenamiento si va a ser prolongado, que la carga de la batería este en un 40%, esto ayudara a que no se acorte el deterioro de la batería, se deberá evitar en lo posible que el nivel de SOC sea 20% o menor.

2.4.5.2. Guía DTC para el diagnóstico de la batería HEV

Para realizar la administración de la energía de alto voltaje tenemos como ya se sabe un módulo llamado ECU BMS que controla o maneja esta gestión, por medio de sensores de corriente, de temperatura, actuadores etc., que con la ayuda de estos datos controla la energía de carga y descarga, mantiene la temperatura optima de trabajo de la batería y previene de daños de los ocupantes, por lo tanto si existiese un fallo inmediatamente daría una alerta en el panel del conductor y grabara un DTC, a continuación se indica una lista de códigos de fallos que se puede extraer con un escáner automotriz.

DTC P0A0D Circuito de interbloqueo del sistema de alto voltaje.- La ECU BMS graba este código cuando el tapón de seguridad, que suministra potencia a la batería de voltaje, está apagado o se ha desmontado; cuando la barra de bus, que conecta la célula de la batería en serie, tiene un circuito abierto; o cuando el fusible de capacidad 125 A / CC 450 V, que está montado en el interior del tapón de seguridad, esta fundido.

DTC P0A7E Sobretemperatura del pack de la batería híbrida.- Cuando la ECU del BMS recibe un valor de temperatura detectado por 2 sensores de temperatura instalados en la batería híbrida de alto voltaje y reconoce que la temperatura de la batería máxima es superior a 60 'C (140 'F), la ECU del BMS lo evalúa como "Exceso de temperatura del HVBS" y muestra el DTC anterior. Esto indica que la temperatura de la batería de alto voltaje ha excedido el límite de temperatura permitido. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de Instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC) En este momento. El piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS

DTC POA7F Deterioro del pack de la batería híbrida.- Si la capacidad de voltaje de la batería de alto voltaje es inferior a 10 % del voltaje normal de la batería de alto voltaje (capacidad de la batería <10% de lo normal) en otras palabras si se detecta que la resistencia Interna máxima es superior a 13 mhom a partir de una de las 72 células de batería de alta tensión, se muestra el DTC anterior. Cuando se genera este DTC el piloto de servicio se enciende. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC) En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS

DTC P0A81 Circuito abierto/Cortocircuito del control 1 del ventilador de refrigeración del pack de la batería híbrida.- Con el fin de operar el ventilador de refrigeración de la batería, la ECU del BUS controla el reté del ventilador de refrigeración (FCTL) y. si se produce un fallo del control del reté o un fallo del módulo de ventilador (relé del ventilador, unidad de control del motor del ventilador, fusible del ventilador), durante el encendido y apagado de la llave de encendido dos veces (ciclo de conducción 2DC-2) se muestra el DTC anterior. Controle la señal PFM del cable/H y la señal CAN (señal de frecuencia de la retroalimentación del ventilador) con la señal de retroalimentación del ventilador cuando se opera el ventilador de refrigeración. El DTC relevante solo se detecta solo cuando ambas señales están por debajo de 1 Hz. Cuando se genera este DTC el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC) En este momento el piloto de Servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS

DTC P0A82 Bloqueo off del rendimiento 1 del ventilador de refrigeración del pack de la batería híbrida.- Con el fin de operar el ventilador de refrigeración de la batería, la ECU del BMS controla el rete del ventilador de refrigeración (FCTL) y si se produce un fallo del control del reté

o un fallo del módulo de ventilador (reté del ventilador, unidad de control del motor del ventilador, ventilador, fusible del ventilador) durante el encendido y apagado de la llave de encendido dos veces (ciclo de conducción 2DC.2), se muestra el DTC anterior Controle la señal PFM del cable/H y la señal CAN (señal de frecuencia de la retroalimentación del ventilador) con la señal de retroalimentación del ventilador cuando se opera el ventilador de refrigeración El DTC relevante sólo se detecta solo cuando ambas señales están por encima de 250 Hz Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de Instrumentos se encenderá y se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC) En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P0A9D Circuito “A” del sensor de temperatura de la batería híbrida bajo.- La ECU del BMS recibe el valor de temperatura detectada de 2 sensores de temperatura instalados en la batería de alto voltaje híbrido. Cuando la ECU del BMS reconoce que la temperatura de la batería medida desde el sensor de temperatura N° 1 supera 110 °C (230 °F), la ECU del BMS lo evalúa como "Exceso de temperatura del HVBS" y muestra el DTC anterior. Esto indica que el cortocircuito en la conexión a tierra se produjo en la batería de alto voltaje o el límite de temperatura permitido se ha excedido. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P0A9D Circuito “A” del sensor de temperatura de la batería híbrida alto.- La ECU del BMS recibe el valor de temperatura detectada de 2 sensores de temperatura instalados en la batería de alto voltaje híbrido. Cuando la ECU del BMS reconoce que la temperatura de la batería medida desde el sensor de temperatura N° 1 es inferior a -45 °C (-49 °F), la ECU del BMS muestra el DTC anterior. Esto indica que la línea de alimentación está en cortocircuito o desconectada en el sensor de temperatura de la batería de alto voltaje o el límite de temperatura permitido se ha excedido. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P0AA6 Fallo de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida.- La ECU del BMS se compone del circuito de detección de rotura del aislamiento en su interior y cuando el nivel de aislamiento de la línea de

alto voltaje y la carrocería del vehículo cae por debajo de 300 kOhm, se considera como un fallo. En otras palabras, cuando la rotura del aislamiento se debe a un cortocircuito entre la línea de alto voltaje de la batería y el GND, el DTC anterior se muestra. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio se enciende. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS. El estándar de cancelación de fallo es la resistencia de aislamiento por encima de 900 kOhm y la condición de cancelación se aplica solo en caso de fallo en el extremo delantero del relé (En caso de rotura del aislamiento en el extremo trasero del relé, la cancelación del fallo no se llevará a cabo).

DTC P0AC0 Error del circuito del sensor de corriente de la batería de alto voltaje.- El sensor de corriente que mide la corriente de carga y descarga de la batería de alto voltaje está instalado en el interior del conjunto de relés eléctricos (PRA). La ECU del BMS recibe la señal del sensor de corriente y mide la corriente. Cuando se gira la llave de encendido, el sensor de corriente de la batería de alto voltaje se configura a cero (ajuste del cero) y cuando se detecta que el ajuste cero se lleva a cabo de manera anómala desde el valor actual de medición, se mostrará el anterior DTC. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio se enciende. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P0B3B Circuito A del sensor de voltaje de la batería híbrida.- Este DTC se graba cuando hay un mal funcionamiento en la unidad de detección de voltaje de la batería híbrida "1 módulo". El piloto de servicio se iluminará cuando el DTC se grabe. El estado del DTC deja de ser actual y se guarda en el historial cuando se regresa al estado normal (se muestra "H" al final del DTC). El piloto de servicio se apaga y el DTC se puede borrar usando el GDS. El relé principal "ON" u "OFF" según la condición de fallo de la unidad de detección de voltaje del módulo de la batería de alto voltaje. En la mayoría de los casos, cuando una unidad de detección de tensión presenta un fallo, el relé principal mantiene el estado "ON"; pero en caso de más de un mal funcionamiento en más de una unidad de detección de voltaje, el relé principal conmuta al estado "OFF". Los DTC siguientes se refieren a la misma descripción pero para los módulos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente **P0B40, P0B45, P0B4A, P0N4F, P0B54, P0B59, P0B5E y P0B63**

DTC P0DE6 Voltaje bajo de la célula del pack de la batería híbrida.- El BMS graba el PODES cuando el voltaje de la célula de la batería híbrida está por debajo de 1,5 V. Si el DTC es actual la luz indicadora de fallo (MIL)

se iluminará. Si el voltaje de la célula de la batería híbrida vuelve a normal, el MIL se apagará y el código se guardará en el historial.

DTC P0DE6 Voltaje bajo de la célula del pack de la batería híbrida.- Este DTC se genera cuando un sobrevoltaje superior a 4,5 V es detectado desde la célula de la batería híbrida. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio se enciende. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P1B25 Fallo del recorrido de alto voltaje.- Si el tapón de seguridad que suministra energía de alto voltaje se apaga o se retira, la barra de bus para la conexión de alta tensión en serie está desconectada o se funde con una capacidad de 125 A/CC 450 V; instalada en el interior del tapón de seguridad se funde después de girar la llave de contacto a la posición ON, el DTC se graba. Cuando el valor absoluto de la diferencia de voltaje entre el voltaje del pack de la batería de alto voltaje y el voltaje de la batería de alto voltaje (capacitor del inversor) medido en la MCU es superior a 30 V, se detecta un fallo. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P1B76 Fallo del relé de alto voltaje.- Si los relés de alta tensión (relé principal (-), relé principal (+), relé de precarga) se funcionan para que el control ON/OFF normal se vuelva imposible para 1 DC (ciclo de conducción: ST ON— ENC OFF 1 vez), se mostrará el anterior DTC. Control del voltaje del pack de la batería de alto voltaje (Vpack) y el voltaje del capacitor del inversor medido en la MCU y detección de un fallo. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P1B77 Fallo de precarga de alto voltaje.- Si se produce un fallo de suministro de alto voltaje debido a la avería de la carga inicial del capacitor del inversor después de girar la llave de encendido a la posición ON, se mostrará el DTC anterior. Control del voltaje del pack de la batería de alto voltaje (Vpack) y el voltaje del capacitor del inversor medido en la MCU y detección de un fallo. Cuando se genera este DTC, el piloto de servicio en el panel de instrumentos se encenderá y él se detectará el actual DTC. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el

anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC P1B96 Desviación de voltaje de célula de batería de alto voltaje.-

La ECU del BMS graba el DTC P1 B96 cuando la diferencia entre ellas y el voltaje de la célula de la batería híbrida es grande y anómalo. Se genera cuando la diferencia entre ellas y la célula de la batería híbrida es mayor de 1,0 V. Si se graba este DTC, la ECU del BMS encenderá la luz de servicio en el panel de instrumentos.

DTC U0001 Comunicación del CAN BUS de alta velocidad OFF (C-CAN).-

Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación P-CAN. Si la comunicación falla, la comunicación P-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el intercambio de información entre sí, se considera como un error de comunicación P-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC U0110 Comunicación interrumpida con el módulo de control del motor de accionamiento (CAN C).-

Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación P-CAN. Si la comunicación falla, la comunicación P-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el intercambio de información entre sí, se considera como un error de comunicación P-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC U0110 Comunicación interrumpida con el módulo de control del tren de potencia del híbrido (CAN C).-

Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación P-CAN. Si la comunicación falla con HCU, la comunicación P-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el intercambio de información entre si, se considera como un error de comunicación P-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC U1001 Bus de comunicación CAN de alta velocidad (CAN-H).-

Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación H-CAN. Si la comunicación falla, la comunicación H-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el

intercambio de información entre sí, se considera como un error de comunicación H-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC U0110 Comunicación interrumpida con el módulo de control del motor de accionamiento (CAN C).- Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación H-CAN. Si la comunicación con HCU falla, la comunicación H-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el intercambio de información entre sí, se considera como un error de comunicación H-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

DTC U0110 Comunicación interrumpida con el módulo de control del tren de potencia del híbrido (CAN C).- Los controladores instalados en el vehículo intercambian información entre sí a través de la comunicación H-CAN. Si la comunicación con HCU falla, la comunicación H-CAN no puede establecerse por algunas razones mientras se produce el intercambio de información entre sí, se considera como un error de comunicación H-CAN y el anterior DTC se mostrará. Si se restaura el estado normal, el actual DTC se borrará y solo se detectará el anterior DTC (se visualiza H al final del DTC). En este momento, el piloto de servicio se apaga y el anterior DTC se puede borrar utilizando el GDS.

2.4.6 VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL PACK BATERÍA CON UN CASO REAL MEDIANTE EL PROCESO DE CARGA Y DESCARGA

En este caso nos encontramos ante un caso real de un vehículo sonata año 2017, este presenta en el panel de instrumentos el indicativo de fallo en el sistema híbrido, las características del vehículo a continuación:



Figura 93. Vehículo a realizar diagnostico real.

MODELO: SONTATA LF
 AÑO: 2017
 MOTOR: 2000CC
 TRANSMISION: Tipo automática 6 velocidades más reversa.
 KM: 43388km

Se procede a diagnosticar con el escáner original GDS e ingresamos a análisis de DTC del módulo BMS, existe el código P1B96 Desviación de voltaje de célula de batería de alto voltaje, como ya se mencionó, la ECU del BMS graba el DTC P1 B96 cuando la diferencia entre ellas y el voltaje de la célula de la batería híbrida es grande y anómalo. Se genera cuando la diferencia entre ellas y la célula de la batería híbrida es mayor de 1,0 V.

Se procede a ingresar a los análisis de datos del BMS y tenemos la siguiente información.

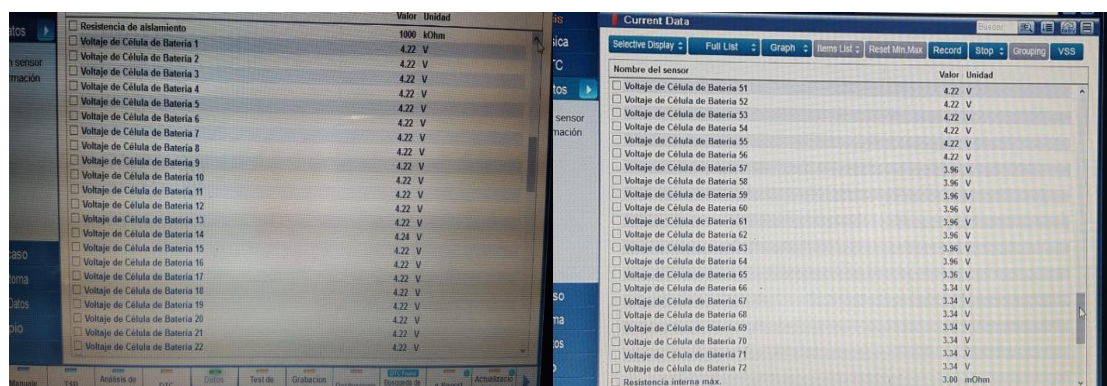


Figura 94. Análisis de datos en escáner GDS.

Con el método deductivo podemos notar que las celdas del 57 al 72 presentan variación, acentuadas en las 8 últimas, por lo que de acuerdo con el manual de servicio (Hyundai Motor Co., 2017) no debe haber una variación de voltaje más allá de 500 mV, por lo que es necesario su investigación de la diferencia de voltaje si es por envejecimiento de las celdas o algún problema que incurra con esta pérdida de voltaje.

Se procede al desmontaje del pack de baterías siguiendo los pasos y cuidados indicados en el apartado de desmontaje del pack de baterías.



Figura 95. Vehículo a realizar diagnostico real.

2.4.6.1 Conexión y funcionamiento del equipo

Una vez que tenemos el pack de baterías desmontados, se identifica que el pack está dividido en dos módulos el "A" y el "B". El módulo "A" contiene 4 módulos y en el B 5 módulos de 8 celdas cada uno, se procede a conectar al equipo para poder evaluar el estado de los mismos.

Las pruebas debido a que el pack contiene 9 módulos de celdas, se los va a dividir conectando los módulos de tres en tres, tanto por el voltaje que maneja cada módulo 30 V nominal y debido a que la carga y descarga debe ser uniforme. Se empezó con el modulo A, lo primero es colocar los tres módulos conectados con los puentes para unirlos en serie, ubicarlos junto al costado derecho del equipo, puesto que es el lado donde se encuentra la bornera.



Figura 96. Banco de carga y descarga conectado.

Se identifican en la Figura 97 los cables que salen de la bornera ubicada en el costado del equipo los cable positivo de color rojo (8), el negativo de color negro (1) y los cables enumerados del 2 al 7, los terminales positivo y negativo de los módulos de baterías tienen su propia señalización.

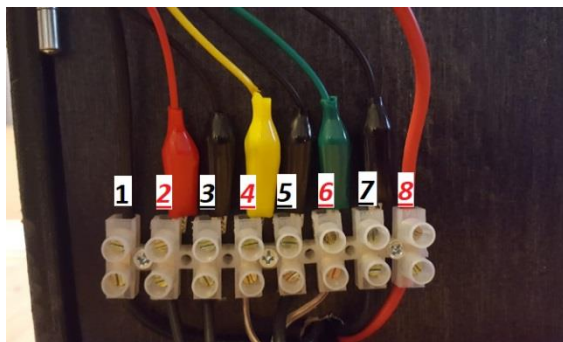


Figura 97. Disposición de conexión de bornera.

Primero vamos a conectar los cables como lo indica la Figura 87 que salen del equipo que van a cargar las baterías que siendo así:

- El cable negativo de color negro (numero1 según la ilustración) del equipo se conecta en borne negativo del módulo número uno.
- El cable positivo del equipo de color rojo (8) se conecta al positivo del módulo número tres.



Figura 98. Disposición de conexión de bornera.

Ahora vamos a conectar los cables enumerados del 2 al 7 que vendrían a ser los cables de los voltímetros

- **Alimentación voltímetro 1.**-Cable numero 2 (+) de color rojo conectado al positivo del módulo 1, cable numero 3 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 1.
- **Alimentación voltímetro 2.**- Cable numero 4 (+) de color amarillo conectado al positivo del módulo 2, cable numero 5 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 2.
- **Alimentación voltímetro 3.**- Cable numero 6 (+) de color verde conectado al positivo del módulo 3, cable numero 7 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 3.

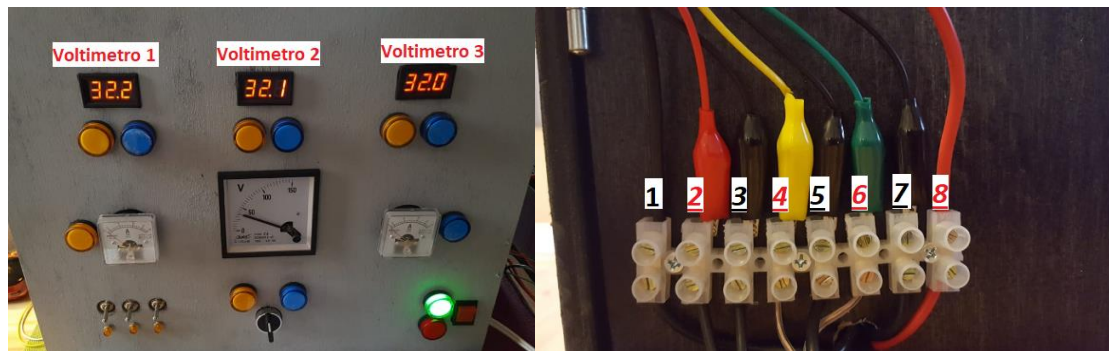


Figura 99. Disposición de conexión de bornera a equipo.

2.4.6.2 Proceso de carga y descargas de las baterías

Este procedimiento nos servirá para determinar los módulos que puedan presenten averías a futuro o el estado de salud de los mismos, realizando cargas y descargas, si están bien las celdas, en el proceso de carga y descarga el voltaje no deberá variar de 4 voltios entre modulo es decir de 500 mV por celda.

Es bien saber que si un grupo por ejemplo de baterías de 250 Ah podrían entregar 25 Amperios (A) durante 10 horas o la mitad de corriente (12,5 A) durante el doble de tiempo (20 h) en base a mantener siempre constante el producto de la corriente expresada en Amperios y el tiempo expresado en horas: 250 Ah (baterías de litio), en este caso las baterías del sonata tienen una capacidad nominal de 6Ah.

Las baterías de polímero de iones de litio poseen una alta densidad energética y tienen la ventaja entre otras que no sufre el efecto memoria, el voltaje de trabajo como ya se dijo es de 2,5 V a 4,3 V (Hyundai); a diferencia de otras baterías no es recomendable dejarla descargar menos del 15% del SOC ya que esto puede causar daños irreversibles en la batería e incluso puede hincharse, por otro lado tampoco es aconsejable sobrepasar el voltaje de trabajo ya que Cuando se carga por encima de 4.30v, la celda causa recubrimiento metálico de litio en el ánodo, el material del cátodo se transforma en un agente oxidante, pierde estabilidad y libera oxígeno (baterías de litio), lo ideal es mantenerlas dentro del rango de 20% a 80% de carga.

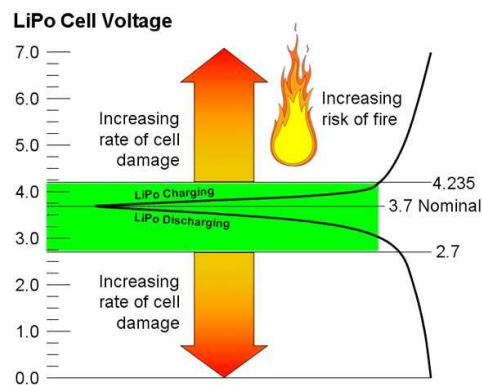


Figura 100. Ilustración de rango de trabajo de baterías tipo LiPo.

Cuando se carga por encima de 4.30v, la celda causa recubrimiento metálico de litio en el ánodo, el material del cátodo se transforma en un agente oxidante, pierde estabilidad y libera oxígeno.

Se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros antes de realizar el proceso de carga y descarga:

- Las baterías LiPo deben cargarse a temperatura que esté entre 0 y 50°C
- No se debe descargar una batería por debajo de 2.25v o 2.75v es decir no menos de 18V por modulo, por lo que las pruebas se las va a realizar a un máximo de aproximadamente en 40 min.
- El ión de litio no necesita estar completamente cargado

El proceso de carga lo que hace es aplicar una corriente inversa a la de generación de forma que estos átomos estables al aplicarse la misma energía que han usado para unirse comienzan a separarse otra vez en iones por un proceso de rotura de enlaces, mientras el cargador está conectado, el dispositivo se alimenta de dicho cargador y los iones siguen separándose hasta que se completa el proceso y no se unen porque está actuando la corriente inversa que lo impide, cuando quitamos el cargador el proceso vuelve a comenzar.



Figura 101. Ilustración de rango de trabajo de baterías tipo LiPo.

El proceso de carga se compone de tres fases:

1. **Subida de corriente y tensión.-** empieza el proceso de carga a una intensidad mínima que va subiendo hasta la seleccionada que será de 2,5A. El voltaje de la batería también va subiendo; esta fase es muy corta.
2. **Subida de la tensión con intensidad constante.-** Cuando se ha alcanzado la intensidad de carga seleccionada, la tensión va aumentando hasta los 3.6 o 4.22v por elemento. Esta es la fase de carga de la batería que proporciona una larga vida (400-500 ciclos). La batería habrá cargado aproximadamente el 80% de su capacidad lo cual es aproximadamente 1 hora.
3. **Bajada de la intensidad con tensión constante.-** una vez alcanzada la tensión máxima, la intensidad de carga empieza a bajar lentamente sin que en ningún momento se sobrepase la tensión máxima. Cuando la intensidad de carga baja al mínimo del cargador, normalmente 100mA, el proceso de carga ha finalizado. Esta fase es mas larga que la anterior y viene a completar los últimos 20% aproximados de la capacidad de la batería. Como va bajando la intensidad, el proceso es más lento.

Como ya se mencionó la carga ideal de las baterías es mantenerse dentro del 20 al 80% de carga por lo que se va a realizar las pruebas dentro de este margen.

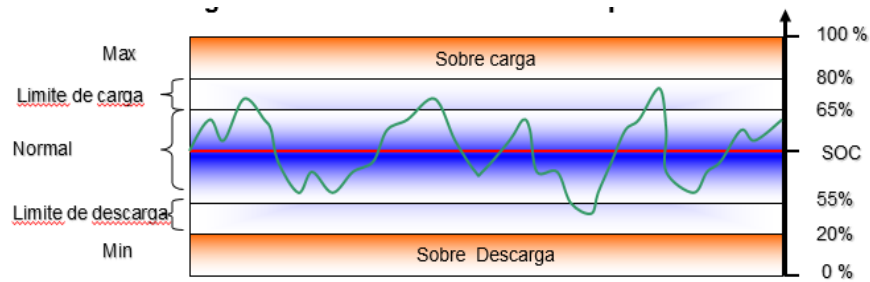


Figura 102. Ilustración de rango de carga y descarga máxima de baterías tipo LiPo.

Para realizar el proceso de carga se verifica que el dispositivo esté conectado a la red eléctrica de 110V, se verifica las conexiones que estén correctas y se activa el interruptor de carga, se debe estar pendiente del amperímetro designado a medir la carga.

Es fundamental conocer el voltaje máximo que puede almacenar la batería que se va a cargar, para esto se procede a realizar un cálculo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

NC= Numero de celdas.

VMC= Voltaje máximo recomendado para cada celda.

VM= Voltaje Máximo de carga.

Voltaje en cada módulo:

NC= 8 celdas.

VMC= 4,3 voltios.

VM= $VMC \times NC = 4,3 \text{ voltios} \times 8 = 34,4 \text{ voltios.}$

SOC= Aproximadamente llegaremos a 31,7

Con el equipo ya conectado y una vez identificado el voltaje máximo procedemos a medir el voltaje de cada módulo con los voltímetros y obtenemos:

Tabla 3. Voltaje de módulos del 1 al 9 antes de ser cargados

MODULOS	VOLTAJE (V)
1	21,4
2	31,8
3	31,8
4	30,8
5	26,1
6	31,8
7	31,8
8	14,4
9	13,7

Identificamos que en los módulos 8 y 9 existe una caída de tensión muy por debajo de lo recomendado, siendo de 1,71 por celda, esto ocurrió porque se almaceno por mucho tiempo con un nivel bajo, se procede a realizar la carga tomando los módulos más descargados



Figura 103. Equipo conectado en proceso de carga.

Se procede a encender el equipo y se procede con la carga de los módulos como ya se dijo los que presentan menor voltaje que son los que nos están presentando el problema.

1º Proceso de carga de módulos 1, 8 y 9

Tabla 4. Voltaje de módulos del 1, 8 y 9 después de ser cargados

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 1	MODULO 8	MODULO 9
0	0,00	21,40	14,40	13,70
5	2,50	23,60	18,30	22,10
10	2,50	25,00	18,30	22,10
15	2,50	26,60	18,30	23,30
20	2,50	27,60	18,60	26,80
25	2,40	28,70	18,50	27,90
30	2,30	29,40	19,50	28,60
35	2,10	29,80	19,70	29,00
40	2,00	30,30	19,80	29,40
45	1,90	30,70	20,00	29,70
50	1,80	31,00	20,10	30,10
55	1,70	31,30	20,30	30,40
60	1,60	31,60	20,40	30,70
65	1,50	31,80	20,60	31,00
70	1,40	32,00	20,70	31,20
75	1,00	32,30	21,00	31,40

Se puede apreciar que el módulo 1 y 9 recuperó su voltaje satisfactoriamente, no existe una variación mayor a 4V que sería el límite, el módulo 8 presenta una avería tacita, por lo que no es recomendable realizar el proceso de descarga, sin embargo se realizara para verificar el daño que sufren las baterías cuando bajan mucho su voltaje.

1º Proceso de descarga de los 1, 8 y 9 a 40 minutos

Tabla 5. Voltaje de módulos del 1, 8 y 9 después de su 1º descarga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 1	MODULO 8	MODULO 9
0	0,00	32,30	19,30	31,30
5	5,00	31,70	18,30	30,70
10	4,90	31,20	17,50	30,20
15	4,70	29,60	15,00	28,60
20	4,60	28,70	13,90	27,70
25	4,50	26,70	11,90	25,70
30	4,30	23,20	9,80	22,20
35	4,10	21,20	9,10	20,20
40	3,80	19,80	8,50	18,80

Los módulos 1 y 9 se encuentran en buenas condiciones puesto que el diferencial de voltaje de los módulos es de 1V, se procederá al proceso de carga, por otro lado como ya se predijo el módulo 8 se hincho por completo por lo que se valida que las baterías LiPo no se deben dejar en descarga completa, sino respetar el voltaje de funcionamiento.



Figura 104. Daño en batería por bajo voltaje.

2º proceso de carga de los módulos 1 y 9

Tabla 6. Voltaje de módulos del 1 y 9 después de su 2º carga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 1	MODULO 9
0	0,00	19,80	18,80
5	2,50	22,80	21,80
10	2,50	23,70	22,70
15	2,50	26,30	25,30
20	2,50	27,20	26,20
25	2,40	28,70	27,70
30	2,30	29,40	28,60
35	2,10	30,00	29,20
40	2,00	30,40	29,60
45	1,90	30,70	30,00
50	1,80	31,10	30,40
55	1,70	31,40	30,70
60	1,60	31,70	31,00

Luego del proceso de carga se verifica claramente que las baterías retomaron su voltaje normal recuperando su carga normal, incluso si tomamos el factor tiempo vs carga fue más eficiente.

1º proceso de carga módulos 4, 5, 6

Tabla 7. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 1º carga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
0	0,00	30,80	26,10	32,10
5	2,50	31,20	27,30	32,10
10	2,50	31,30	28,30	32,10
15	2,50	31,40	28,40	32,10
20	2,50	31,50	28,80	32,10
25	2,40	31,60	29,10	32,10
30	2,30	31,70	29,10	32,20
35	2,10	31,80	29,30	32,20
40	2,00	31,80	30,00	32,30
45	1,90	31,90	30,20	32,30
50	1,80	31,90	30,50	32,40
55	1,70	32,00	30,80	32,40
60	1,60	32,10	31,00	32,50
65	1,50	32,10	31,30	32,60
70	1,40	32,20	31,60	32,60
75	1,00	32,30	31,90	32,70

El bloque 4 subió 1,5 voltios, el módulo 5 subió 5,8 voltios y el modula 6 0,6 voltios, se procede a la primera descarga para verificar su estado.

1º proceso de descarga módulos 4, 5, 6

Tabla 8. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 1º descarga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
0	0,00	32,20	32,00	32,70
5	5,00	31,60	31,40	31,40
10	4,90	31,10	31,00	30,80
15	4,70	29,50	29,30	29,30
20	4,50	28,50	28,20	27,70
25	4,10	26,50	26,40	25,20
30	3,80	23,10	22,90	21,20
35	3,70	21,10	20,90	20,00
40	3,60	19,30	17,80	16,70

En el módulo 4 cayo 12,9 voltios, en el módulo 5 cayo 14,2 voltios y en el módulo 6 16 voltios siendo el que mayor descarga tuvo, se procede a la 2º carga.

2º proceso de carga módulos 4, 5, 6

Tabla 9. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 2º carga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
0	0,00	20,90	20,80	20,30
5	2,50	22,80	22,70	22,80
10	2,50	23,80	23,00	23,90
15	2,50	25,20	24,90	25,30
20	2,50	26,10	26,70	26,30
25	2,40	27,70	27,40	27,20
30	2,30	28,30	28,00	28,00
35	2,10	28,80	28,40	28,60
40	2,00	29,30	28,90	29,20
45	1,90	29,60	29,30	29,70
50	1,80	29,90	29,50	30,00
55	1,70	30,20	29,00	30,20
60	1,60	30,50	30,10	30,50
65	1,50	3,70	30,40	30,80
70	1,40	30,90	30,70	31,10
75	1,00	31,20	30,90	31,40

El módulo 4 tuvo un incremento de 10,3 voltios, el módulo 5 tuvo 10,1 voltios y el módulo 6 tuvo un incremento de 11,1 siendo esta vez el que más incremento tuvo, se procede a la 2º descarga

2º proceso de descarga módulos 4, 5, 6

Tabla 10. Voltaje de módulos del 4, 5 y 6 después de su 2º descarga

TIEMPO (MIN)	AMPERIOS	MODULO 4	MODULO 5	MODULO 6
0	0,00	31,20	30,90	31,60
5	5,00	30,40	30,20	30,50
10	4,90	29,80	29,50	29,80
15	4,70	29,20	28,90	29,10
20	4,50	28,40	28,00	28,10
25	4,10	27,20	26,90	26,40
30	3,80	26,20	26,10	25,40
35	3,70	24,70	24,40	23,20
40	3,60	22,50	22,30	20,50

El módulo 4 tuvo una descarga de 8,7 voltios, obteniendo una clara mejoría de desempeño, el módulo 5 tuvo una caída 8,6 voltios y el módulo 6 nuevamente tuvo la mayor descarga de 11,1 voltios, pero así mismo se recupera rápido.

En los módulos 2, 3 y 7 no hubo necesidad de hacer pruebas puesto que se encuentran en óptimas condiciones dado la carga que presentan, se procedió a cargar las ultimas celdas hasta llegar al voltaje de los demás módulos, se reemplazó el modulo afectado, se montó las baterías al vehículo y se verifico en análisis de DTC que ya no existe ningún código de avería.

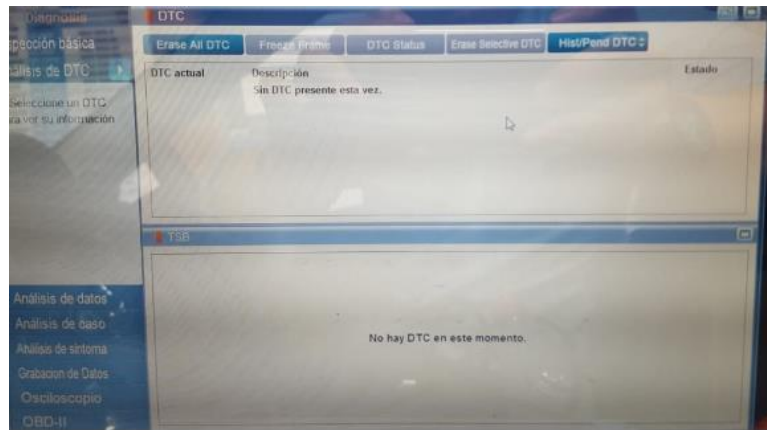


Figura 105. Verificación que no existe DTC en módulo BMS.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis se realizó con base a los resultados obtenidos en el proceso de diagnóstico de la batería de alta tensión del vehículo Hyundai Sonata año 2017 detallado en el capítulo anterior del presente proyecto.

Los datos que se muestran en las **Tablas 3** indican los voltajes de los módulos que forman el pack de esta batería, estos datos fueron tomados luego de desmontar las baterías del vehículo y por su puesto antes de realizar el mantenimiento con el banco de carga y descarga, también vale recalcar que antes de realizar el proceso de desmontaje de la batería HEV se hizo uso del escáner para determinar los códigos de avería y voltajes de cada celda.

Para realizar el análisis de estos datos hay que tomar en cuenta que el valor máximo de voltaje que una batería LiPo pueden llegar a tener en las celdas que es de 4,3 voltios, significa que cada celda podría llegar a tener máximo 34,4 voltios y que lo ideal es que el valor de los voltajes no varíen más de 500 mV entre cada celda.

Sabiendo que el pack de batería está dividido en 2 bloques, uno A formado por los módulos del 1 al 5 y el B formado por los módulos del 6 al 9, en el caso de los voltajes de los módulos del bloque A, el modulo número uno y cinco que se muestra en la **Tabla 4**, presentan el menor voltaje de ese bloque, siendo 10,4 V y 5,7 V menor que el modulo delta teniendo este 31,8 voltios de carga, por lo que estarían con una diferencia de voltaje mayor al que es aceptable para su funcionamiento (menor a 4 voltios), pero su voltaje está dentro de lo recomendable es decir superior a los 20 V que es lo mínimo que pueden bajar, respecto al módulo 4 tiene una diferencia de 1 voltio lo cual no es representativo.

Referente al paquete B, los voltajes de los módulos 8 y 9 están preocupantemente por debajo del valor mínimo, teniendo 5,6 V y 6,3 V respectivamente un valor menor que el mínimo y están a 17,4 V y 18,1 voltios de diferencia con el modulo con mayor voltaje, los módulos 6 y 7 están en óptimas condiciones, con este análisis justificamos plenamente el realizar el mantenimiento e inspección a las baterías y así descartar por completo si ameritan o no el cambio.



Figura 106. Resultado de diferencias de voltajes de módulos antes vs después del mantenimiento

Para recuperar la diferencia de voltaje de los módulos 1, 4, 5, 8 y 9 se realizó un mantenimiento en las celdas de la batería por medio de un equipo de carga y descarga para baterías híbridas.

El mantenimiento de las baterías en el caso de los módulos del paquete "A", uno, cinco y seis, dieron resultados positivos puesto que el voltaje inicial para cada uno era de 21.40, 30.80 y 26.1 respectivamente, aumentaron su voltaje en 10.9, 1.5 y 5.8 voltios, estando ahora dentro de las especificaciones del fabricante, con el bloque "B" sucedió algo similar excepto del módulo número 8 que no se recuperó dado a que presentaba una avería estructural, en la figura indica las mejoras que se obtuvo.

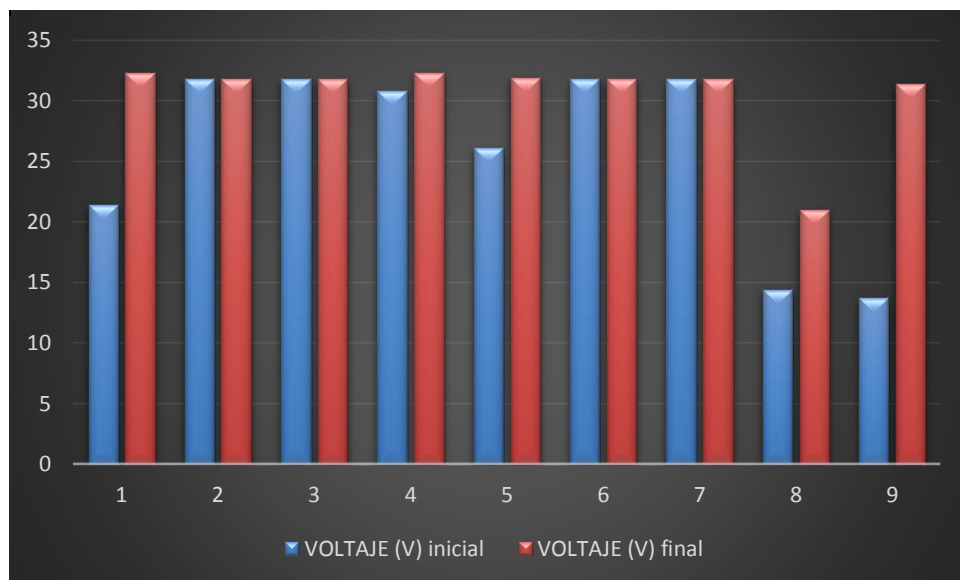


Figura 107. Resultado de voltajes de módulos antes vs después del mantenimiento

Con la prueba de carga y descarga del bloque dos se logró recuperar tres módulos de los 4 afectados, siendo el afectado el módulo 8 por tener daños en su estructura como hincharse por el tiempo que estuvo descargado.

Analizando los niveles de voltaje y carga que van teniendo los modulas al someterse a una tensión vemos como esta va siendo más homogénea, tomamos como referencia el proceso de carga y descarga de los módulos principalmente del 1 y 9 que eran de los más descargados, en el proceso de carga y descarga recupero 17,7 voltios y termino en el rango de funcionalidad.

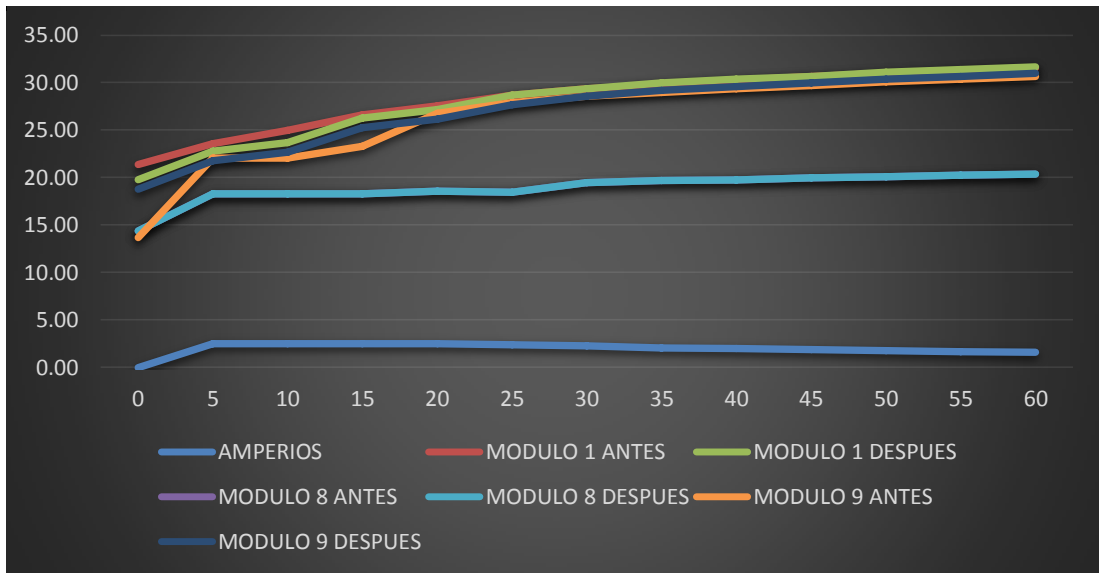


Figura 108. Resultado de voltajes de carga de módulos 1, 8 y 9 antes vs después del mantenimiento

Referente a la descarga de los módulos mencionados, luego del proceso de carga, se aprecia que de igual forma el proceso de descarga el voltaje decrece de forma estable y casi lineal, lo que indica un buen estado de estos módulos.

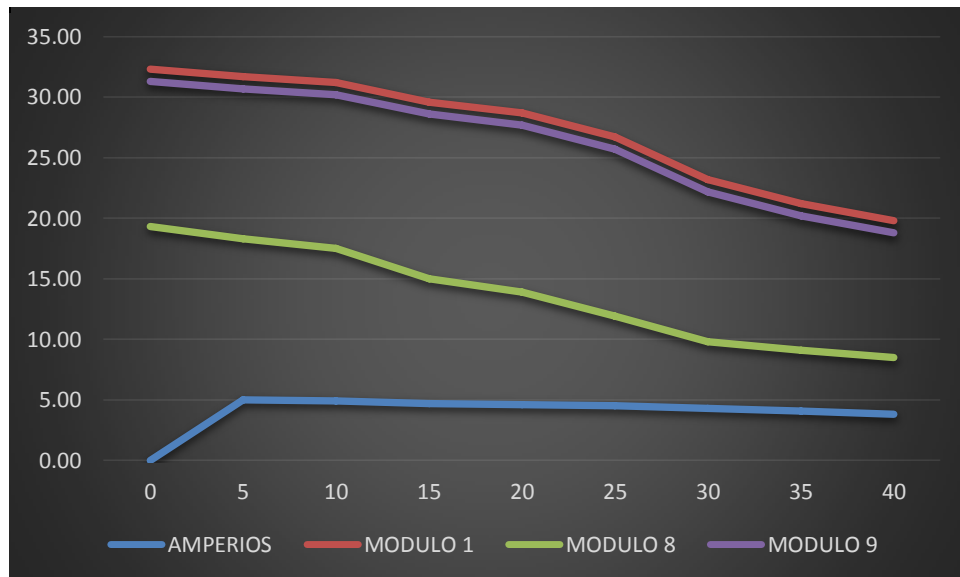


Figura 109. Resultado de voltajes de descarga de módulos 1, 8 y 9 antes vs después del mantenimiento

Luego se procedió a verificar el estado de los módulos 4, 5 y 6 que también estaban afectados, pero su variación de carga era mucho menor, en este caso un dato destacable es que el módulo 6 se descargaba en mayor proporción pero también recuperaba su carga en mayor proporción, de todas maneras el resultado fue óptimo como en los demás casos, que luego del proceso de carga y descarga, tanto para recibir carga como al descargarse lo hacían de forma más eficiente y mejoraban su rendimiento.

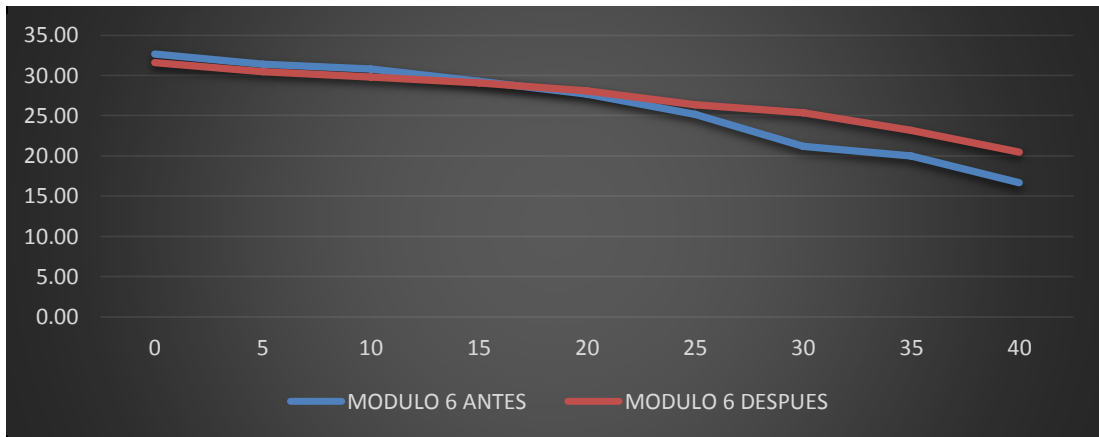


Figura 110. Resultado de voltajes de descarga de módulo 6 antes vs después del mantenimiento

Tanto los módulos 4, 5 y 6 mejoraron su desempeño y se redujo significativamente la diferencia de voltajes que venía siendo en estos tres de alrededor de 4,7 voltios, siendo muy alto ocasionando esta y entre otros módulos el DTC en el módulo BMS, pero luego del mantenimiento la diferencia se redujo a 0,6 voltios entre el mayor y menor modulo, lo cual representaría una diferencia de 0,075 voltios, siendo muy aceptable para que pueda funcionar sin problemas.

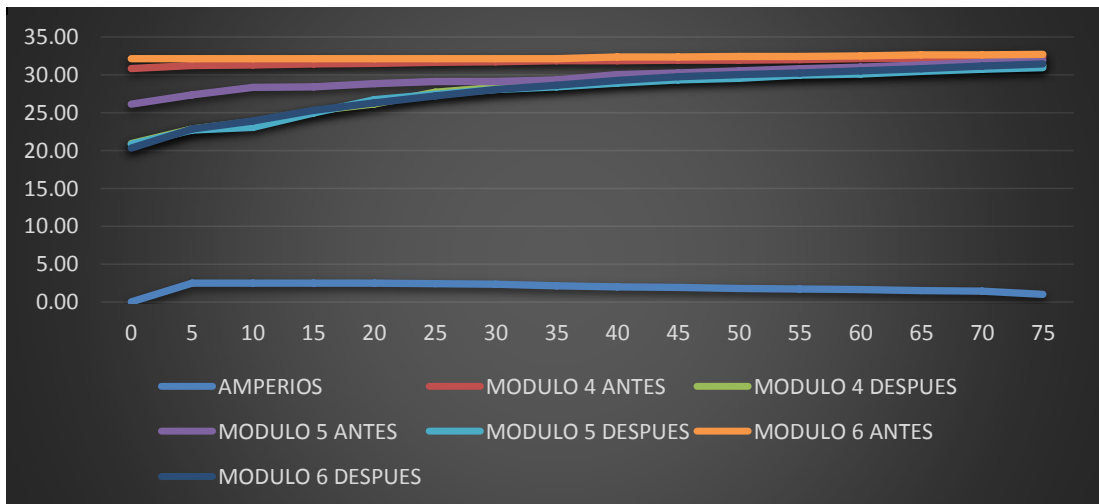


Figura 111. Resultado de voltajes de carga de módulos 4, 5 y 6 antes vs después del mantenimiento

Vale recalcar que la diferencia de voltaje en el proceso de descarga del módulo 6 siendo el que más se descarga de entre los 3 en cuestión vendría siendo de 2 voltios, esto no es problema al momento de funcionar, pero es probable que sea el primer módulo en dar inconvenientes a futuro

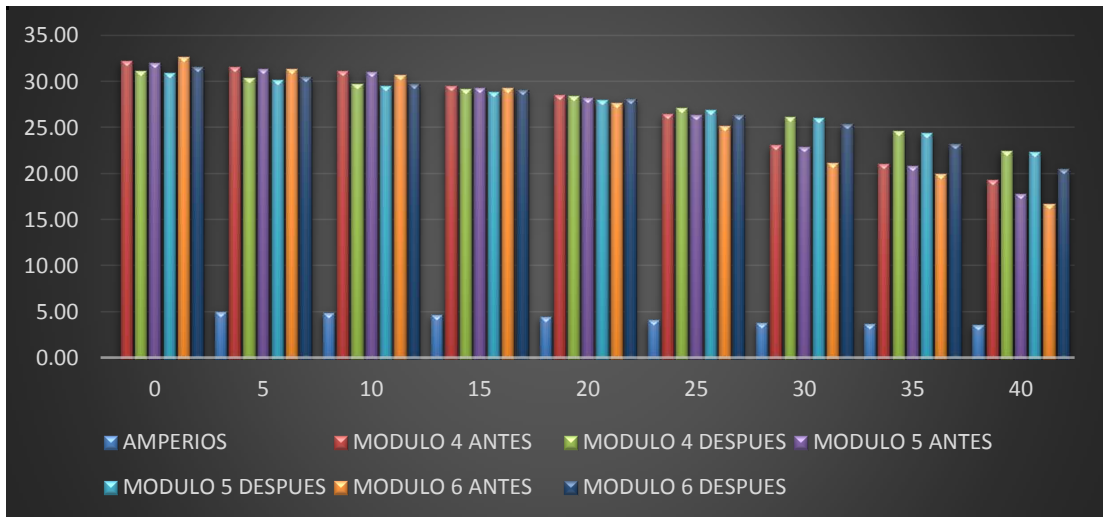


Figura 112. Resultado de voltajes de descarga de módulos 4, 5 y 6 antes vs después del mantenimiento

Por último los bloques restantes 2, 3 y 7 no hubo necesidad de realizar este procedimiento por estar en óptimas condiciones de funcionamiento, la diferencia máxima entre el modulo con menor voltaje vs el de mayor voltaje es de solo 0,9 voltios lo cual no referente ningún inconveniente a la hora de trabajar, podemos decir que hemos recuperado el SOC de la batería de estar alrededor del 20% a más de 50 %, por otro lado el modulo numero 8 fue sustituido por uno nuevo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES.

- Se establecieron las características físicas y estructurales del pack de baterías siendo estas de polímero de iones de litio con un voltaje de cada celda que no debe sobrepasar de los 2,5 V a 4,3 V, debido a que puede causar daños en la misma
- Se identificó las normas de seguridad para el trabajo con las baterías, tanto en taller como en caso de una colisión, pintura etc.
- Se seleccionó los componentes eléctricos y electrónicos y construyó un banco de pruebas con el que se puede diagnosticar y cargar la batería mediante turnos de 3 módulos a la vez, mediante una tensión de 104 V y una intensidad de 2,5 Amperios para la carga de la batería HV y genere 6 amperios para descargar a la misma.
- Se diagnosticó que el módulo 8 del pack de la batería se encontraba con avería y debió ser reemplazado por no almacenar tensión y no llegar ni siquiera al rango de diferencia siendo este de 4 voltios.
- Se diagnosticó y validó que las baterías de tipo LiPo no se deben dejar en lo posible que el voltaje baje más allá de los 2,3 voltios en su celda, puesto que ocasiona daño en su estructura a tal punto de inflarse quedando inutilizable.
- Con los valores de carga y descarga que nos proporciona el banco de pruebas se realizó el estudio de las gráficas diagnosticando que principalmente el módulo 8 del bloque "B" de la batería HV del vehículo Sonata no se encontraba funcionando correctamente, por lo que estaba generando el DTC P1B96 "DESVIACION DE VOLTAJE DE CELULA DE BATERIA HEV" por su caída de tensión que sobrepasaba el límite de 4 voltios.
- Con el mantenimiento, diagnóstico y reparación del pack de batería HEV se redujo considerablemente los costos en un 90% del valor original.
- Con el mantenimiento y reparación en el banco de pruebas la batería HEV se recuperó en 39 voltios.

4.2. RECOMENDACIONES.

- Antes de desmontar el pack de batería es importante anotar o almacenar el voltaje de cada celda y verificar que no exista variación de más de 500 mV entre las celdas del mismo modulo, puesto que al desmontarlas no es posible medir los voltajes de las celdas ya que estas son selladas.
- No dejar bajar el nivel del voltaje del módulo menos de 18 voltios ni del 20% del nivel del SOC puesto que esto causa avería en las celdas incluso puede llegar a inflarse.
- Es mucho mejor realizar cargas parciales que completas en este tipo de baterías, salvo ciertas condiciones que necesite recuperarse por completo.
- Es más aconsejable cargar y descargar las baterías por celdas o en este caso por cada módulo ya que se puede dejar el voltaje exacto para que pueda funcionar de manera homogénea cuando se instale en el vehículo.
- No es aconsejable descargar por tiempo prolongado las baterías.
- Es importante tener un sistema que permita cortar el suministro de energía hacia las baterías cuando este en el proceso de carga o de descarga.
- Si se va a almacenar las baterías por un tiempo prolongado, es aconsejable almacenarlas con un estado de carga SOC entre el 40% y 50% a unos 20°C de temperatura.
- Realizar varios procesos de carga y descarga a la batería a un amperaje bajo de entre uno o dos amperios, esto favorece a que el proceso sea más eficiente y a que la batería recupere de mejor manera.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Aficionados a la Mecánica. (15 de Diciembre de 2013). Aficionados a la Mecánica. (s.f.). Obtenido de Aficionados a la Mecánica. (s.f.): <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Aficionados a la Mecánica. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de *Vehículos Híbridos*: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Alonso, J. M. (2010). Tecnología del automóvil . España : Paraninfo .
- Astudillo, M. O. (2010). Tecnología del Automóvil. España : Paraninfo .
- Augeri, F. (11 de Septiembre de 2010). *Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido*. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (11 de Septiembre de 2010). *Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido*. *Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido*. Buenos Aires, Argentina: CISE Electronics.
- Augeri, F. (2012). *Batería alta tensión Ford Escape Híbrido*. Buenos Aires: Cise Electronics Corp.
- Augeri, F. (2012). Lección 1: *Batería de alta tensión*. Buenos Aires : Cise Electronics corp.
- Augeri, F. (2012). Lección 1: *Batería de alta tensión*. Buenos Aires : Cise Electronics corp.
- Augeri, F. (2012). *Leccion Introduccion a Vehiculos Híbridos*. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.
- Augeri, F. (2013). Lección 2: *Baterías de Vehículos Híbridos*. Buenos Aires: Cise Electronics corp.
- Barrera, J. A. (2011). Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad. España: Paraninfo .
- Baterías Litio (2014) <http://bateriasdelitio.net/?p=161>
- Belló, M. Á. (2011). Sistemas auxiliares del motor. España: Paraninfo.
- Bolton, W. (2013). *Mecatronica: Sistema de Control Electronico en la Ingenieria Mecanica y Electrica un Enfoque Multidisciplinario*. Alfaomega.
- Brand, P. W. (2010). *Manual de Reparacion y Mantenimiento Automotriz* . España: Autor Editor.
- Calleja, D. G. (2011). *Motores LOE*. España : Paraninfo.
- Carney, D. (2013). Briggs and Stratton . *Autos*, 1,2.
- Castro, T. (2014). *Componentes de Vehículos Híbridos*: La Batería. Citado el 9 de Junio de 2014, de <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/184-componentes-de-vehiculos-hibridos-la-bateria-hv>
- Costas, J. (25 de Junio de 2009). *Historia del coche híbrido: la tecnología se perfecciona*. Motorpasion.
- Cultura. (2010). *Manual Practico del Automóvil : Reparación, Mantenimiento y Practicas* . Cultural S. A.

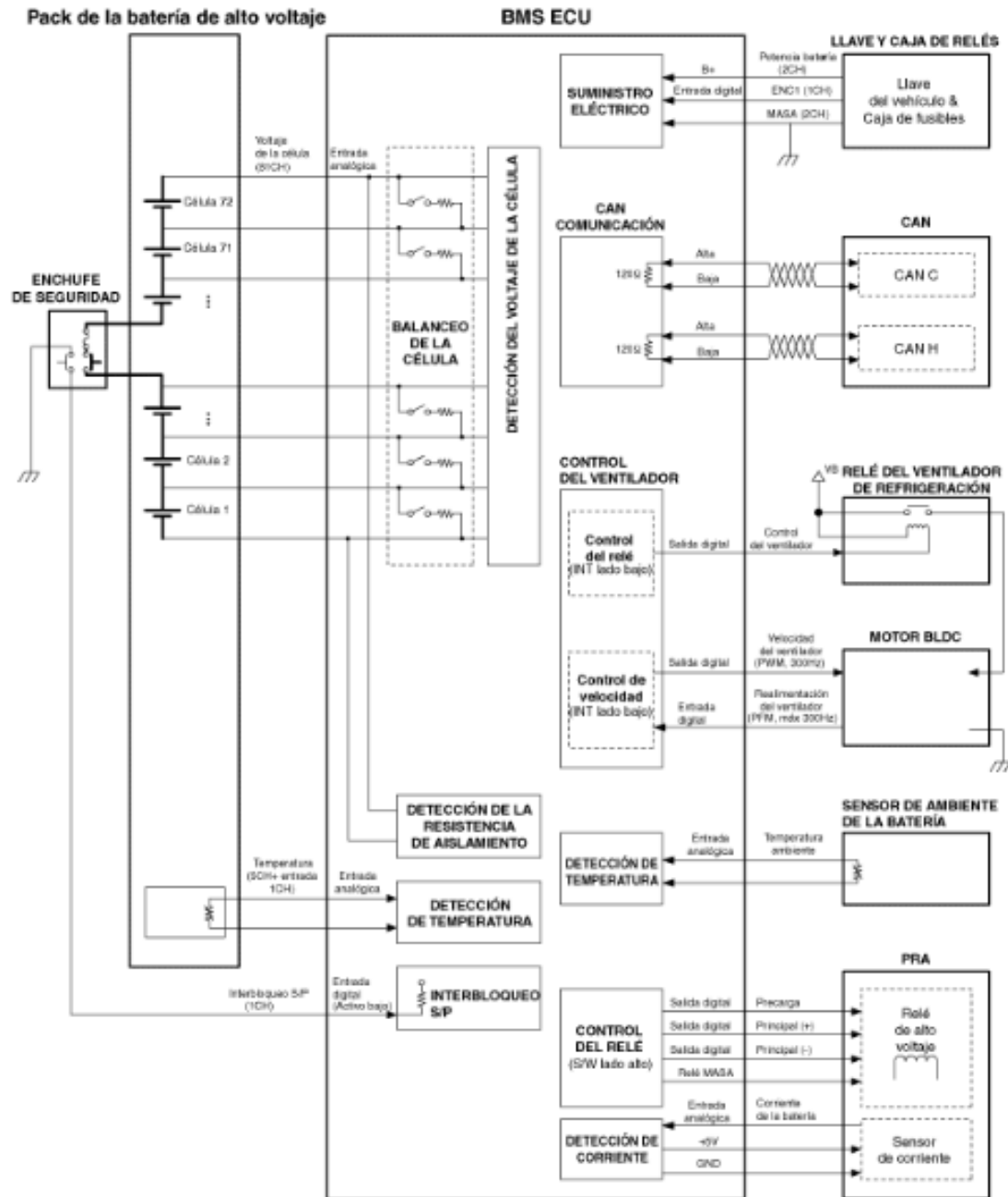
- Eduardo Águeda Casado, J. L. (2011). *Mecanizado Básico para Electromecánica*. España: Paraninfo .
- Espinosa, L., & Erazo, G. (Marzo de 2013). "*Diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos*". 48. Latacunga, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.
- Fowler, R. (1992). *Electricidad: principios y aplicaciones*. (Reverte, Ed)
- Fraile, C. N. (2006). *Corazón Verde*.
- Gomez, F & Hidalgo, D. (2014). *Diseño y construcción de un banco de pruebas genérico, para reparación y mantenimiento de baterías híbridas* (Tesis inédita de grado). Universidad de las Fuerzas Armadas-Espe, Latacunga, Ecuador.
- González, M. (2010). *El motor del futuro*.
- Hormaeche, J., & Pérez, Á. (1 de Noviembre de 2008). *El petróleo y la energía*. Vasco: Central de Servicios de Publicaciones del Gobierno de Vasco.
- <http://www.ingeniodigital.hn/>. (2017). *Hyundai Motor Company HN*. Obtenido de <http://hyundai.hn/showrun/sedanes/sonata-hybrid/>
- Hyundai Motor Co. (02 de Enero de 2017). *Hyundai Customer Care Center*. Obtenido de <http://ccc.hyundai.com>
- Kiyoshima, I. (2006). Toyota.
- Ludvigsen, K. (2009). Ferdinand Porsche- *Genesis of Genius*.
- Macías, L. M. (2004). *Construcción de un Automóvil Híbrido*. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Guadalajara.
- Malvino, A., & Bates, D. (2007). *Principios de Electrónica*. 7a. ed. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana.
- Malvino, A., & Bates, D. (2007). *Principios de Electrónica*. 7a. ed. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana.
- Manuel, A. P. (2011). *Conozca su Automóvil: Sistemas Mecánicos y Electrónicos del Automóvil Actual* . Creaciones Copyright.
- Murillo, P., & Rojas, A. (Febrero de 2014). "*Construcción de un equipo de diagnóstico y carga para mantenimiento de baterías de autos híbridos*". 82. Quito, Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Pérez, J. M. (2010). *Técnicas del automóvil*. España: Paraninfo .
- Pérez, J. M. (2011). *Conozca su Automóvil: Sistemas Mecánicos y Eléctricos del Automóvil Actual* . España : Creaciones Copyright.
- Pérez, J. M. (2011). *Técnicas del Automóvil*. España : Paraninfo.
- Rashid, M. H. (2013). *Electrónica de Potencia: Circuitos- Dispositivos y Aplicaciones*, 3ra Edición. Mexico: Hall Hispanoamericana, S.A.
- Reid., P. R. (2013). *Técnico del Automóvil*. Antonio Madrid Vicente .
- Reyes Cortés, F., Cid Monjaras, J., & Vargas Soto, E. (2013). *Mecatrónica: control y automatización*. Alfaomega .
- Sánchez., J. G. (2011). *Sistemas de Carga y Arranque*. España: Paraninfo .

- Urbina, G. B. (2010). Evaluación de Proyectos . México: McGraw Hill.
- Verni, F. (14 de Enero de 2011). SRI plantea cobrar IVA e ICE a vehículos híbridos. Obtenido de SRI plantea cobrar IVA e ICE a vehículos híbridos: <http://www.eluniverso.com/2011/06/11/1/1356/sri-plantea-cobrar-iva-ice-vehiculos-hibridos.html>
- Verni, F. (2011). *SRI plantea cobrar IVA e ICE a vehículos híbridos*. Diaro El Universo. Citado el 14 de Enero de 2014, de <http://www.eluniverso.com/2011/06/11/1/1356/sri-plantea-cobrar-iva-ice-vehiculos-hibridos.html>
- Villareal, D. (2012). *Tecnología y coches de nueva generación*. Recuperado el 29 de Mayo de 2014, de TECMOVIA:

ANEXOS

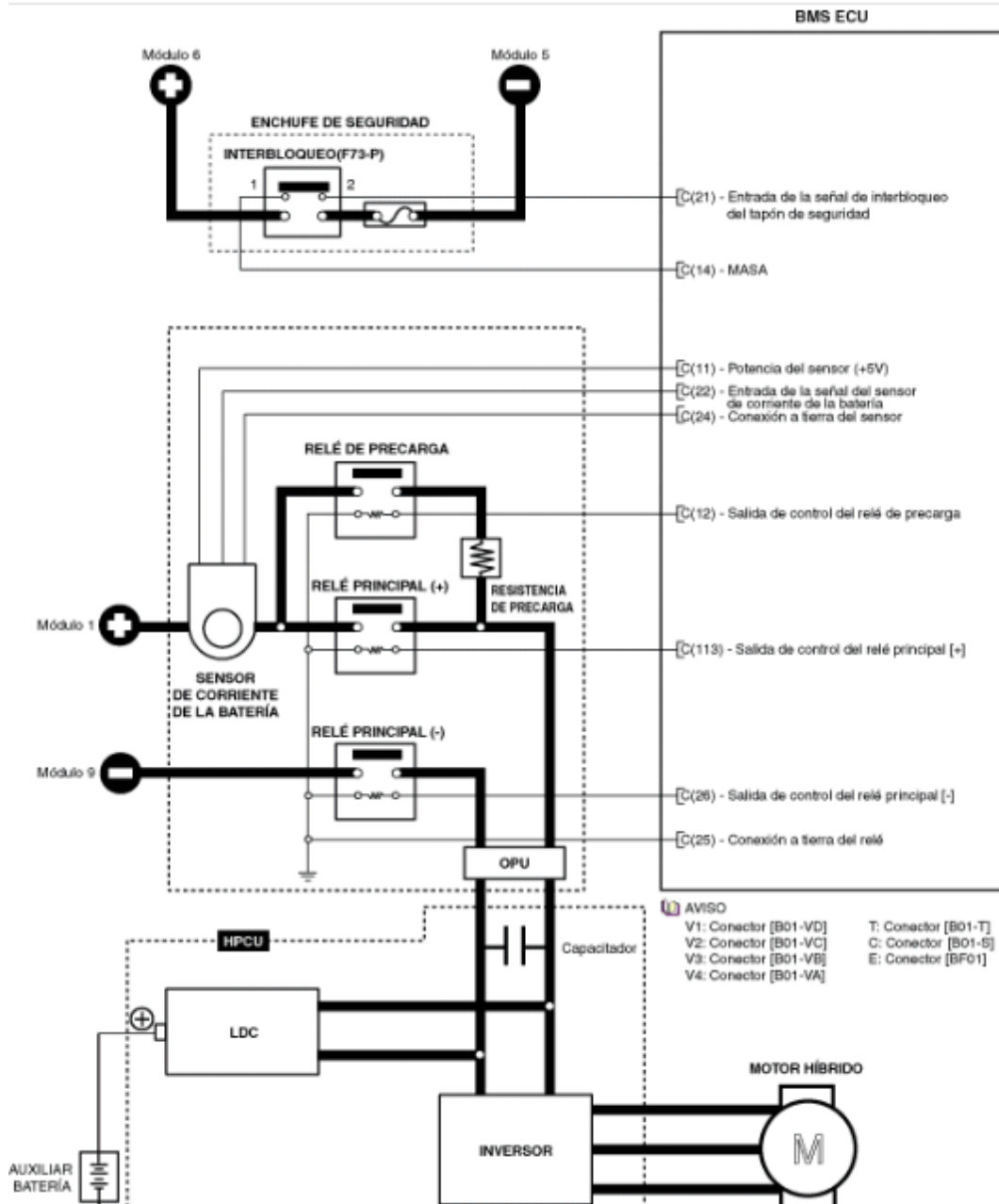
ANEXOS

Anexo 1. Diagrama esquemático control de BMS



(Hyundai Motor Co., 2017)

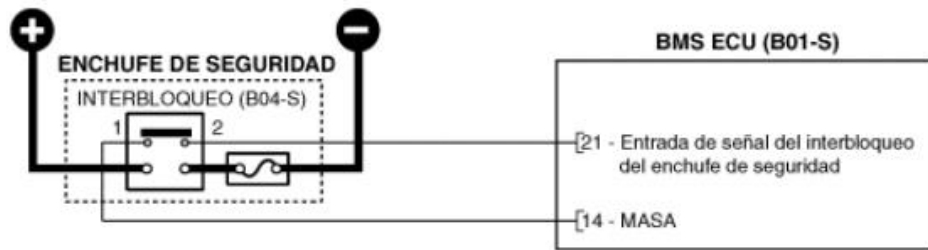
Anexo 2. Layout conjunto PRA



(Hyundai Motor Co., 2017)

Anexo 3. Diagrama del circuito del tapón de seguridad.

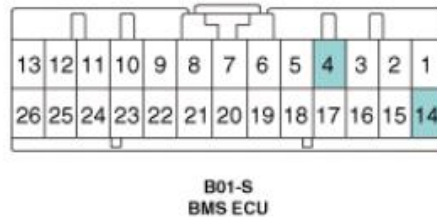
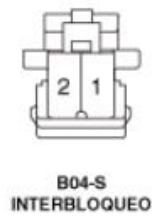
[Diagrama del circuito]



[Información de conexión]

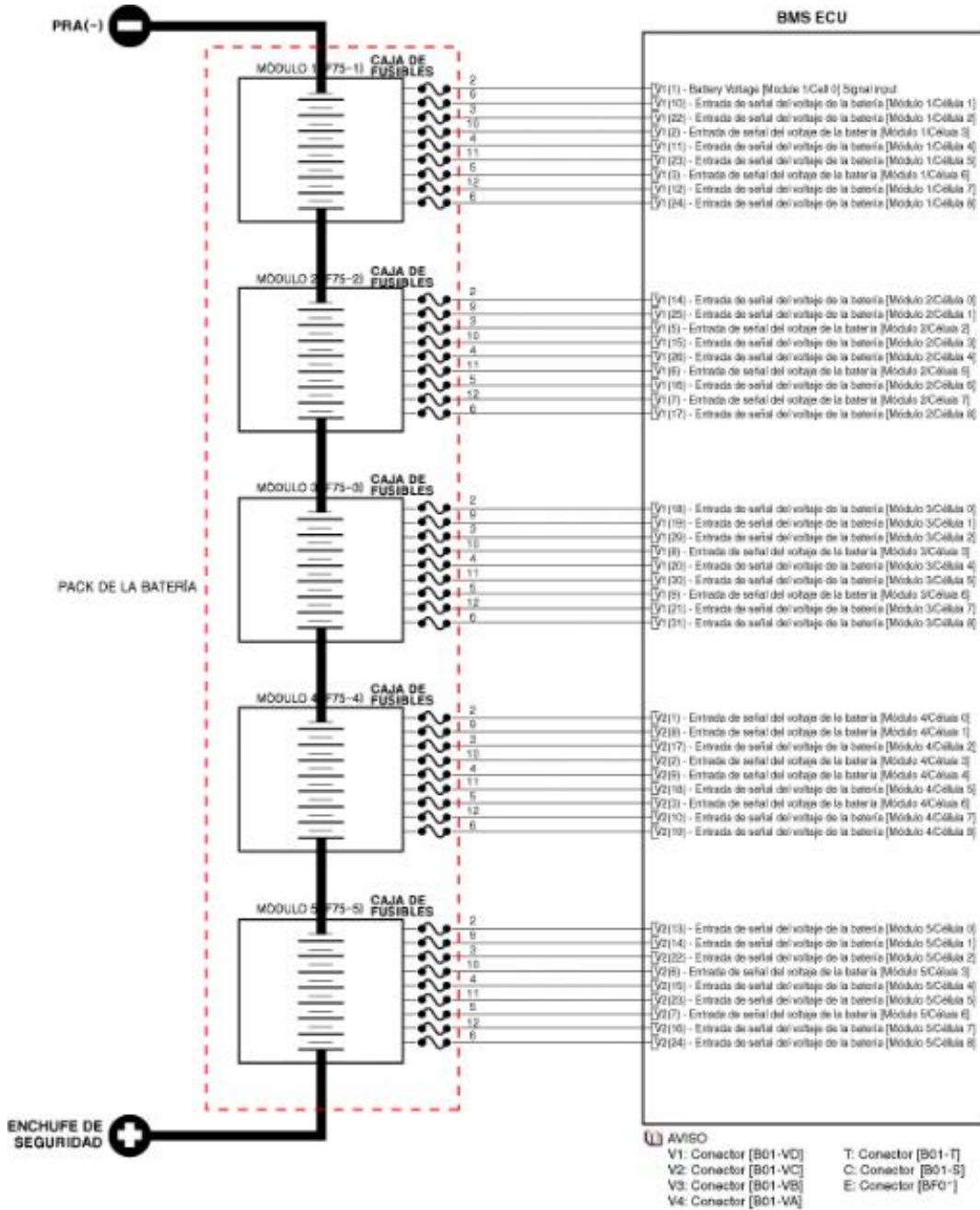
Terminal	Conectado al	Función
1	BMS ECU B01-S (14)	Masa
2	BMS ECU B01-S (21)	Señal del interbloqueo del enchufe de seguridad

[Conector del mazo de cables]



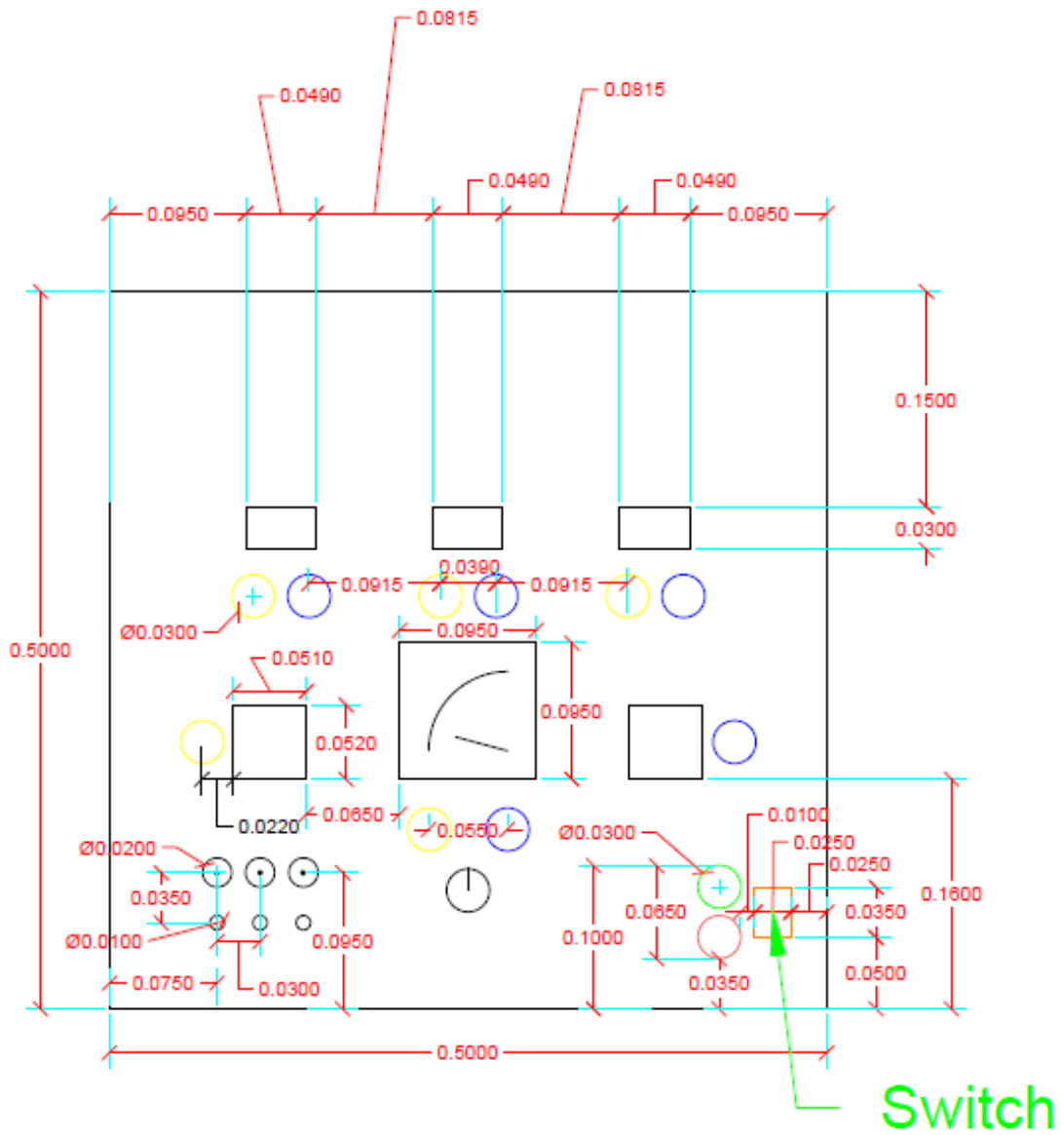
(Hyundai Motor Co., 2017)

Anexo 4. Diagrama esquemático caja de fusibles de la batería

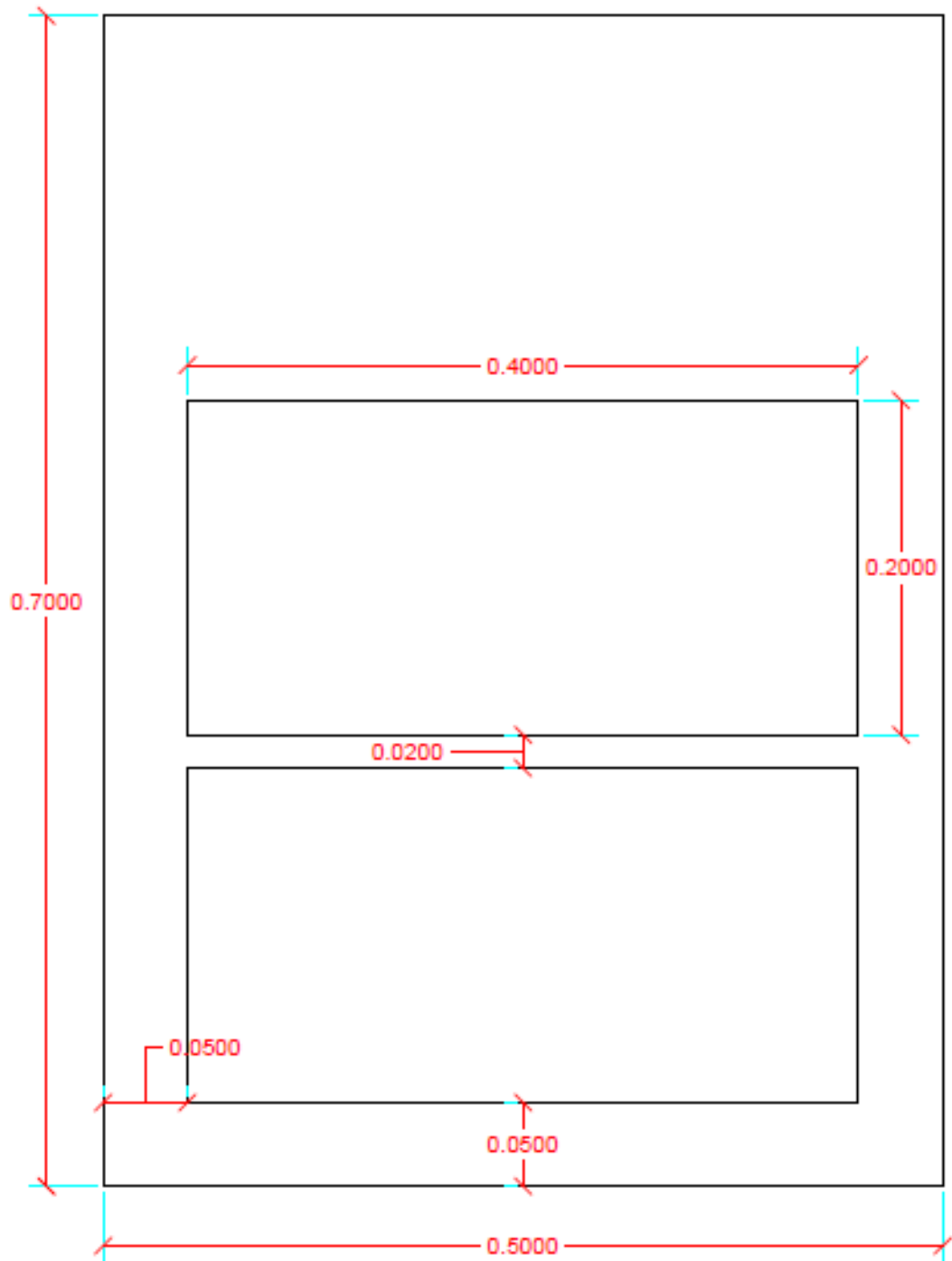


(Hyundai Motor Co., 2017)

Anexo 5. Vista frontal de banco de carga y descarga

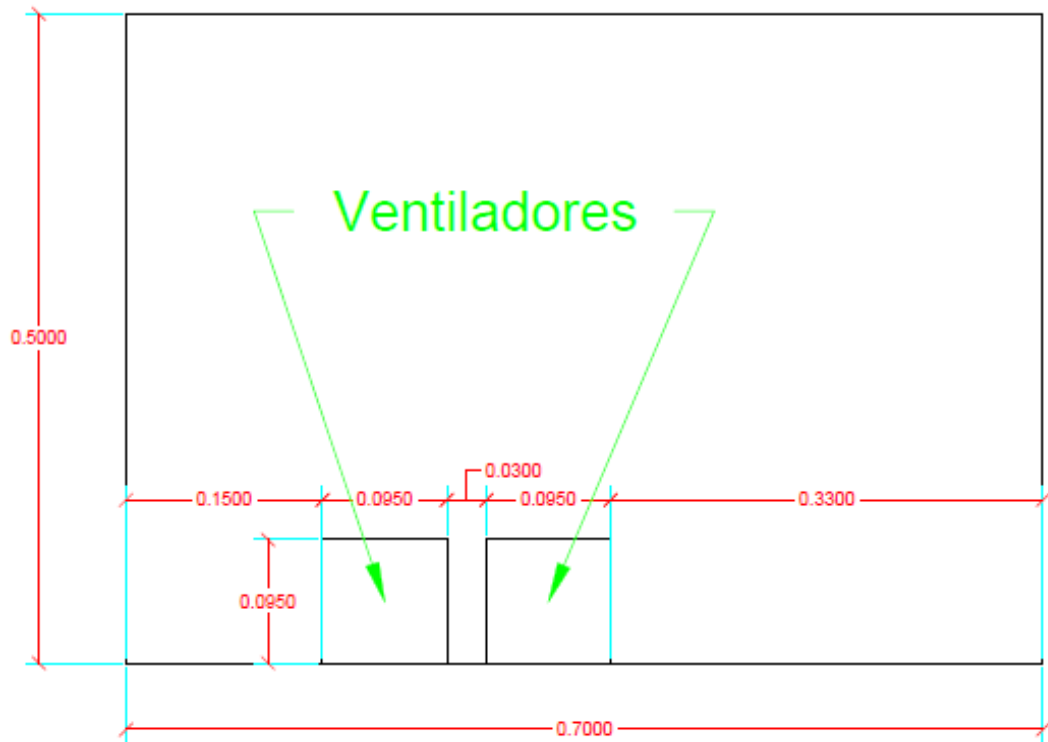


Anexo 6. Vista superior de banco de carga y descarga



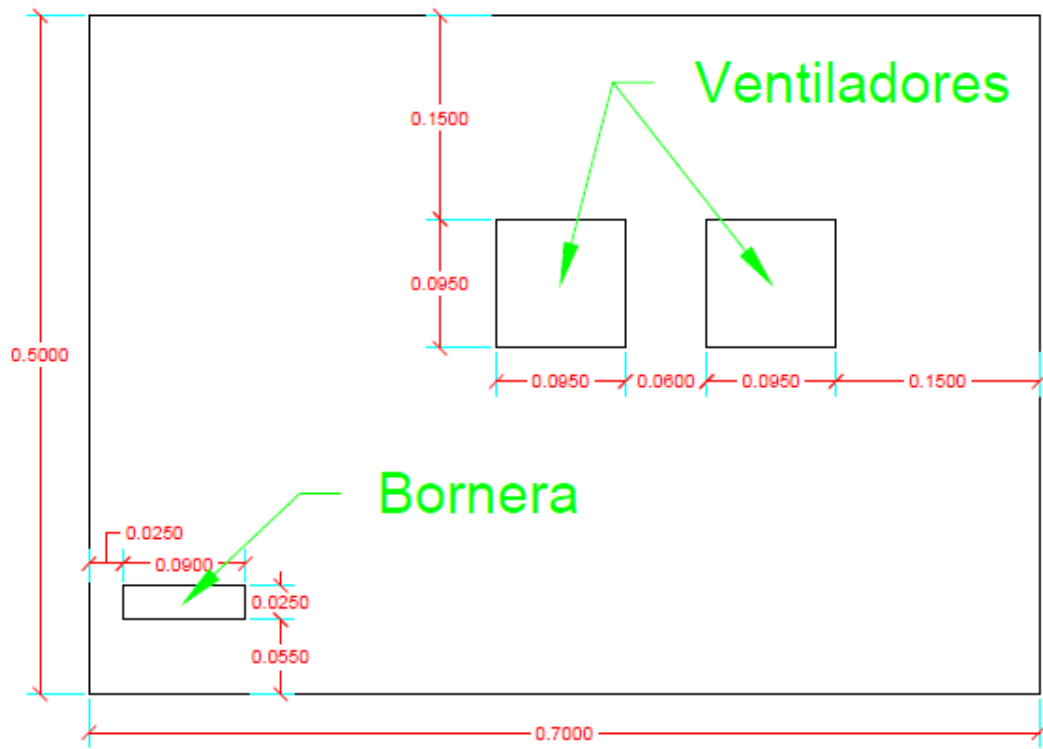
Anexo 7. Vista Lateral izquierda de banco de carga y descarga

Vista Lateral Izquierda



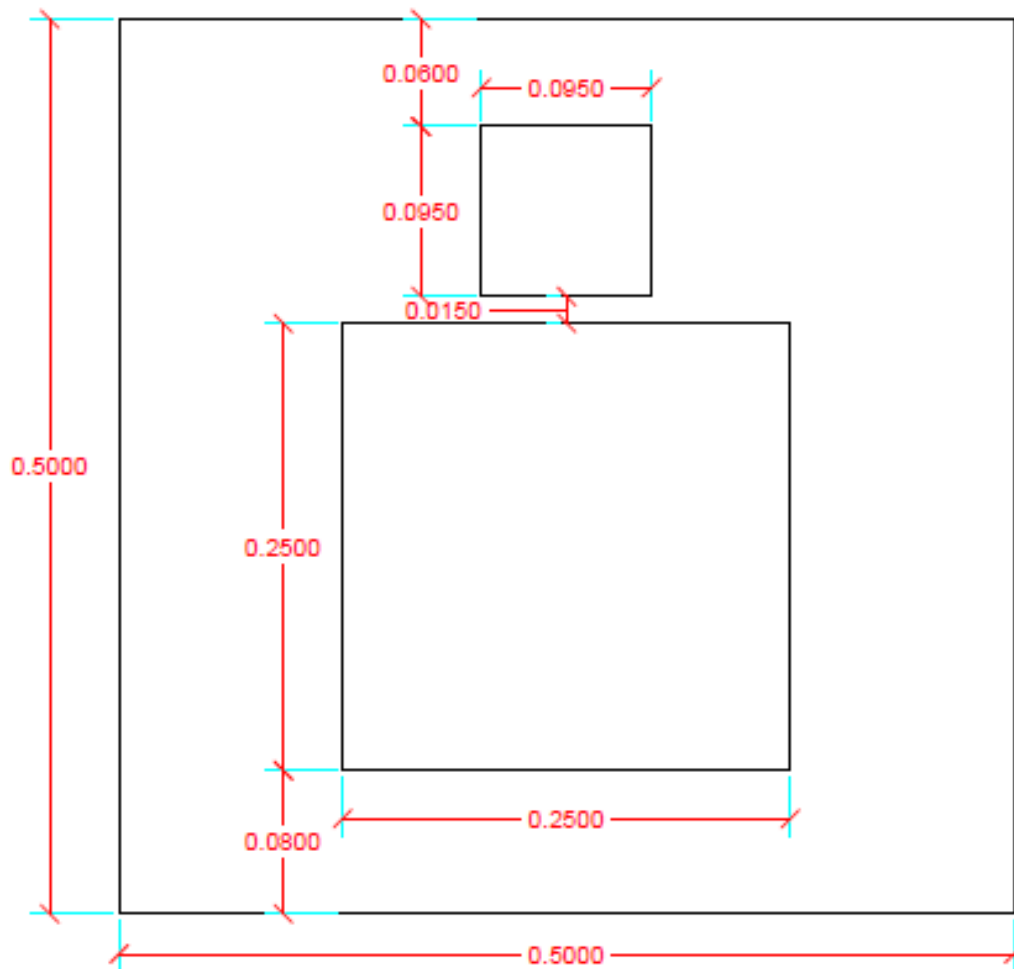
Anexo 8. Vista Lateral derecha de banco de carga y descarga

Vista Lateral Derecha



Anexo 9. Vista posterior de banco de carga y descarga

Vista Posterior



Anexo 10. Practica guía de uso de equipo de carga y descarga de batería



UTE EC

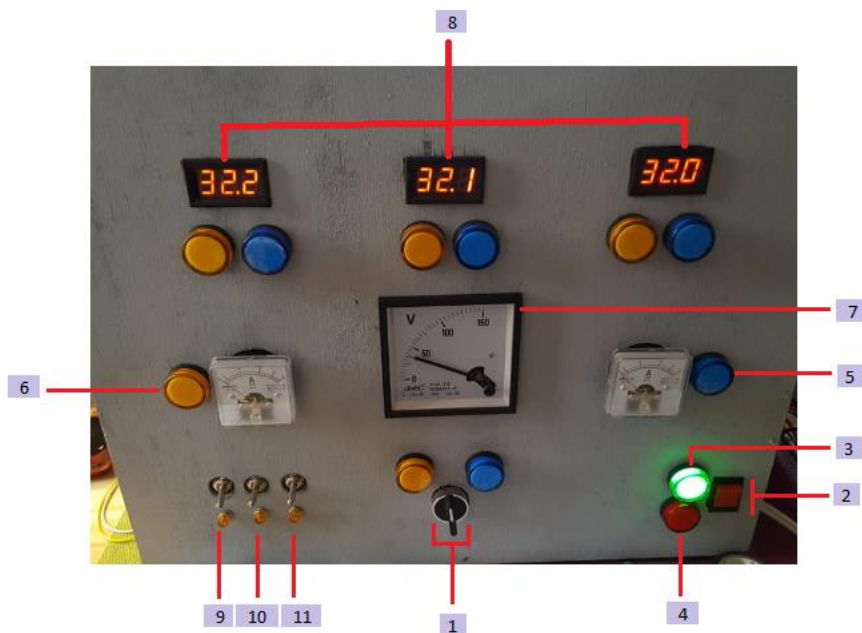
UNIVERSIDAD UTE

SEDE SANTO DOMINGO
Vía Chone, Km 4 ½

TEMA: Guía de uso de banco de carga y descarga de bat		Práctica N°: 001
<p>1. INTRODUCCIÓN: Se realiza una guía para el uso del banco de carga y descarga mediante una prueba con una batería de tipo LiPo del vehículo Sonata HEV.</p>		
<p>2. OBJETIVO GENERAL: Desarrollar una guía práctica para el correcto uso del banco mediante una prueba real de carga y descarga a una batería LiPo.</p>		
<p>2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p>		<p>Nivel*</p>
<p>Desarrollar una guía para el uso del presente banco de pruebas de carga y descarga</p>		<p>A</p>
<p>Reconocer los elementos y el funcionamiento del equipo de diagnóstico y carga para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos</p>		<p>A</p>
<p>Diagnosticar fallos en la batería de alto voltaje de un vehículo híbrido utilizando el equipo de diagnóstico para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos propuesto en la presente tesis</p>		<p>M</p>
<p>*Alto(A), Medio (M), Bajo (B)</p>		
<p>3. DEFINICIONES: LiPo.- Baterías de tipo de Polímeros de Iones de Litio, HEV.- vehículo híbrido.</p>		
<p>4. BASE CONCEPTUAL: Las baterías que usan los vehículos híbridos Sonata para su funcionamiento son de tipo LiPo, las características como: forma, tamaño, ubicación, distribución y número de sus componentes, el voltaje que puede ir desde 170 hasta 360 aproximadamente, cambian según el fabricante y modelo de vehículo en esta práctica se analizara el estado de la batería del Hyundai Sonata LF, el pack de la batería HEV cuenta con 9 módulos de 8 celdas cada uno, conformando 72 celdas en total, el rango de funcionamiento de cada celda es de 2,5 V a 4,3 V.</p>		
<p>5. ACTIVIDADES PREVIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuál es el procedimiento correcto de conexión del banco de pruebas • El correcto proceso de carga y descarga de las baterías tipo LiPo. 		

6. MÉTODO/PROCEDIMIENTO

- Ubicar la mesa de trabajo en un lugar claro y ventilado, tener en cuenta que este cerca de un toma corriente.
- La conexión del equipo es de 110V.
- Antes de desmontar las baterías del vehículo, mediante el uso del escáner verificar la carga de cada celda y tomar en cuenta que la desviación máxima es de 500 mV entre la celda delta y la menor.
- Desmontar los módulos del pack de batería y verificar que no estén corroídos los contactos ni inflada su estructura.
- La batería por estar dividido en 9 módulos se las va a conectar en serie de 3 en 3 mediante su propio puente o a su vez las puede conectar de manera individual.
- A continuación el Layout del equipo:



1. **Selector de etapa carga o descarga.**- El selector tiene tres posiciones:
 - a. Centro es neutral.- es decir no hay acción alguna con las baterías.
 - b. Hacia la izquierda.- selecciona la etapa de descarga y se encenderán todos los focos pilotos color ámbar.
 - c. Hacia la derecha.- selecciona la etapa de carga y se encenderán todos los focos pilotos color azul.
2. **Interruptor de on/off**
3. **Foco piloto verde indicador ON**
4. **Foco piloto rojo indicador OFF**
5. **Foco piloto azul indicador estado de carga.**
6. **Foco piloto ámbar indicador estado de descarga.**
7. **Voltímetro analógico.**- Indica el estado de carga de la o los módulos de baterías.
8. **Voltímetros digitales.**- Indica el estado de cada módulo conectado.
9. **Interruptor para descarga nivel uno.**
10. **Interruptor para descarga nivel dos.**

11. Interruptor para descarga nivel tres.

- Se procede a la conexión del equipo a las baterías de la siguiente manera:

Procedimiento de conexión del equipo a las baterías

Se identifican en la Figura 1 los cables que salen de la bornera ubicada en el contenedor del equipo los cable positivo de color rojo (8), el negativo de color negro (1) y los cables enumerados del 2 al 7, los terminales positivo y negativo de los módulos de baterías tienen su propia señalización.

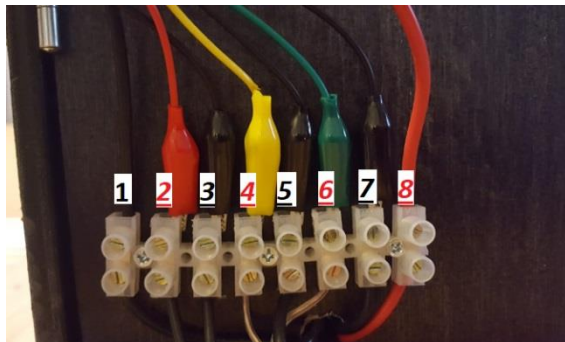


Figura 1. Disposición de conexión de bornera.

Primero vamos a conectar los cables como lo indica la Figura 87 que salen del equipo que van a cargar las baterías que siendo así:

- El cable negativo de color negro (numero1 según la ilustración) del equipo se conecta en borne negativo del módulo número uno.
- El cable positivo del equipo de color rojo (8) se conecta al positivo del módulo número tres.



Figura 2. Disposición de conexión de bornera.

Ahora vamos a conectar los cables enumerados del 2 al 7 que vendrían a ser los cables de los voltímetros

- **Alimentación voltímetro 1.**-Cable numero 2 (+) de color rojo conectado al positivo del módulo 1, cable numero 3 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 1.
- **Alimentación voltímetro 2.**- Cable numero 4 (+) de color amarillo conectado al positivo del módulo 2, cable numero 5 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 2.
- **Alimentación voltímetro 3.**- Cable numero 6 (+) de color verde conectado al positivo del módulo 3, cable numero 7 (-) de color negro conectado al negativo del módulo 3.

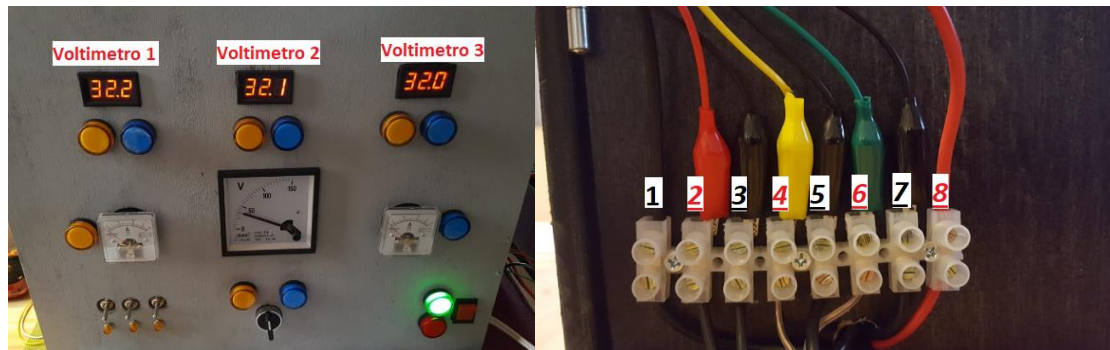


Figura 3. Disposición de conexión de bornera a equipo.

Proceso de carga y descargas de las baterías

El objetivo de este procedimiento es determinar el estado de cada módulo, para ello se deberá tratar a las baterías en igualdad de condiciones, para ello se deberá determinar un tiempo para la etapa de carga y un tiempo para la etapa de descarga, siendo un target recomendado de 65 minutos para la primera etapa y 40 minutos para la segunda etapa.

Se deberá anotar cada 5 minutos el comportamiento del voltaje y amperaje de cada módulo para al final identificar si existen módulos con averías o no.

Para realizar el proceso de carga se verifica que el dispositivo esté conectado a la red eléctrica de 110V, se verifica las conexiones que estén correctas, se enciende el equipo desde el switch principal, los ventiladores disipadores de calor se encenderán automáticamente tanto en la fase de carga como de descarga y se selecciona con el selector de etapa a carga, se debe estar pendiente del amperímetro designado a medir la carga.

Este procedimiento nos servirá para determinar los módulos que puedan presenten averías a futuro o el estado de salud de los mismos, realizando cargas y descargas, si están bien las celdas, en el proceso de carga y descarga el voltaje no deberá variar de 4 voltios entre modulo es decir de 500 mV por celda.

Es bien saber que si un grupo por ejemplo de baterías de 250 Ah podrían entregar 25 Amperios (A) durante 10 horas o la mitad de corriente (12,5 A) durante el doble de tiempo (20 h) en base a mantener siempre constante el producto de la corriente expresada en Amperios y el tiempo expresado en

horas: 250 Ah (baterías de litio), en este caso las baterías del sonata tienen una capacidad nominal de 6Ah.

Las baterías de polímero de iones de litio poseen una alta densidad energética y tienen la ventaja entre otras que no sufre el efecto memoria, el voltaje de trabajo como ya se dijo es de 2,5 V a 4,3 V (Hyundai); a diferencia de otras baterías no es recomendable dejarla descargar menos del 15% del SOC ya que esto puede causar daños irreversibles en la batería e incluso puede hincharse, por otro lado tampoco es aconsejable sobrepasar el voltaje de trabajo ya que Cuando se carga por encima de 4.30v, lo ideal es mantenerlas dentro del rango de 20% a 80% de carga.

Se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros antes de realizar el proceso de carga y descarga:

- Las baterías LiPo deben cargarse a temperatura que esté entre 0 y 50°C
- No se debe descargar una batería por debajo de 2.25v o 2.75v es decir no menos de 18V por modulo, por lo que las pruebas se las va a realizar a un máximo de aproximadamente en 40 min.
- El ión de litio no necesita estar completamente cargado

El proceso de carga se compone de tres fases:

Subida de corriente y tensión.- empieza el proceso de carga a una intensidad mínima que va subiendo hasta la seleccionada que será de 2,5A. El voltaje de la batería también va subiendo; esta fase es muy corta.

Subida de la tensión con intensidad constante.- Cuando se ha alcanzado la intensidad de carga seleccionada, la tensión va aumentando hasta los 3.6 o 4.22v por elemento. Esta es la fase de carga de la batería que proporciona una larga vida (400-500 ciclos). La batería habrá cargado aproximadamente el 80% de su capacidad lo cual es aproximadamente 1 hora.

Bajada de la intensidad con tensión constante.- una vez alcanzada la tensión máxima, la intensidad de carga empieza a bajar lentamente sin que en ningún momento se sobrepase la tensión máxima. Cuando la intensidad de carga baja al mínimo del cargador, normalmente 100mA, el proceso de carga ha finalizado. Esta fase es mas larga que la anterior y viene a completar los últimos 20% aproximados de la capacidad de la batería. Como va bajando la intensidad, el proceso es más lento.

Como ya se mencionó la carga ideal de las baterías es mantenerse dentro del 20 al 80% de carga por lo que se va a realizar las pruebas dentro de este margen.

Es fundamental conocer el voltaje máximo que puede almacenar la batería que

se va a cargar, para esto se procede a realizar un cálculo tomando en cuenta los siguientes parámetros:

NC= Numero de celdas.

VMC= Voltaje máximo recomendado para cada celda.

VM= Voltaje Máximo de carga.

Voltaje en cada módulo:

NC= 8 celdas.

VMC= 4,3 voltios.

VM= VMC x NC = 4,3 voltios x 8 = 34,4 voltios.

SOC= Aproximadamente llegaremos a 31,7

Con el equipo ya conectado y una vez identificado el voltaje máximo procedemos a medir el voltaje de cada módulo con los voltímetros y obtenemos:

Tabla 1. Voltaje de módulos del 1 al 9 antes de ser cargados

MODULOS	VOLTAJE (V)
1	21,4
2	31,8
3	31,8
4	30,8
5	26,1
6	31,8
7	31,8
8	14,4
9	13,7

Identificamos que en los módulos 8 y 9 existe una caída de tensión muy por debajo de lo recomendado, siendo de 1,71 por celda, esto ocurrió porque se almaceno por mucho tiempo con un nivel bajo, se procede a realizar la carga tomando los módulos más descargados



Figura 4. Equipo conectado en proceso de carga.

Se procede a encender el equipo y se procede con la carga de los módulos como ya se dijo los que presentan menor voltaje que son los que nos están

presentando el problema.

Proceso de descarga

Luego de cargar las baterías se selecciona la etapa de descarga, esta no deberá de pasar de 40 minutos y asegurarse de que el voltaje del módulo no baje de 18,4 voltios.

Luego de cargar y descargar se deberá realizar este procedimiento por al menos 2 repeticiones para finalmente obtener una conclusión, que en nuestro caso identificamos que nuestro modulo numero 8 estaba averiado.

7. EQUIPOS Y MATERIALES:

Escaner
Multímetro
Banco de carga y descarga
Llave numero 10
Baterías tipo LiPo

8. CONDICIONES DE SEGURIDAD:

- Contar con la vestimenta y calzado según lo dispuesto por el taller.
- Usar equipo de protección personal.
- Mantener orden y limpieza en todo momento.

9. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN:

1.- ¿Cuáles son los códigos de falla que se activan al existir daños en la batería de alto voltaje en un vehículo híbrido?

2.- ¿Cuáles son los elementos que forman el circuito eléctrico del dispositivo de carga para mantenimiento de baterías de vehículos híbridos?

10.- BIBLIOGRAFÍA:

Augeri, F. (2012). Leccion Curso Híbridos, Operacion de la Bateria de Alta Tension. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.

Augeri, F. (2012). Leccion Introduccion a Vehiculos Híbridos. Folleto, CISE Electronics, Buenos Aires, Argentina.

Aficionados a la Mecánica. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de Vehículos Híbridos: <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>

Toyota. (3 de Octubre de 2012). Evolución de las Baterías. Recuperado el 6 de Septiembre de 2013, de <http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/como-han-evolucionadolas-baterias-para-hibridos-hasta-llegar-a-las-actuales>.