



**Construcción de un banco de pruebas de baterías de alto voltaje para el diagnóstico de fallas, reparación y su respectivo mantenimiento.**

Aulla Aguagallo, Segundo Victor y Puga López, Luis Sebastián

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

MGS. Arias Pérez, Ángel Xavier

Latacunga, 01 de septiembre de 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA**  
**AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“Construcción de un banco de pruebas de baterías de alto voltaje para el diagnóstico de fallas, reparación y su respectivo mantenimiento”** fue realizado por los señores Aúlla Aguagallo , Segundo Víctor y Puga López, Luis Sebastián el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 01 de septiembre de 2021

**MGS. Arias Pérez, Ángel Xavier**

**C.C.: 0503454811**

**RESULTADO ANÁLISIS URKUND****Urkund Analysis Result**

**Analysed Document:** PROYECTO\_TÉCNICO\_ESPEL.pdf (D111365353)  
**Submitted:** 8/17/2021 3:17:00 AM  
**Submitted By:** lspuga@espe.edu.ec  
**Significance:** 3 %

**Sources included in the report:**

HURTADO ALVARADO - CORAL ROJAS.pdf (D50683589)  
TESIS FINAL STEEVEN BALDEÓN(1).docx (D49252271)  
TESIS BATERIAS PRIUS REBELO - ERAZO final PCV.pdf (D35498398)  
tesis urkund.docx (D58901128)  
DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE PARA UN VEHÍCULO DE  
COMPETENCIA.pdf (D32176868)  
<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/porque-industria-subiendo-voltaje-coche-electrico/20180731102620020760.html>  
<https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/14/baterias-de-coches-electricos-e-hibridos-hoy-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/>  
<https://docplayer.es/85407819-Departamento-de-energia-y-mecanica.html>  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4806/1/55394\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4806/1/55394_1.pdf)

**Instances where selected sources appear:**

26

Ing. Arias Pérez Angel Xavier

CC: 0503454811

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA**  
**AUTOMOTRIZ**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Nosotros, Aúlla Aguagallo, Segundo Víctor y Puga López, Luis Sebastián con cédulas de ciudadanía n° 1725745275, 1726676222 declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Construcción de un banco de pruebas de baterías de alto voltaje para el diagnóstico de fallas, reparación y su respectivo mantenimiento”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 01 de septiembre de 2021

**Aúlla Aguagallo, Segundo Víctor**

**C.C.: 1725745275**

**Puga López, Luis Sebastián**

**C.C.: 1726676222**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA**  
**AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Aúlla Aguagallo, Segundo Víctor y Puga López, Luis Sebastián con cédulas de ciudadanía n° 1725745275, 1726676222 autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **“Construcción de un banco de pruebas de baterías de alto voltaje para el diagnóstico de fallas, reparación y su respectivo mantenimiento”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 01 de septiembre de 2021

.....  
**Aúlla Aguagallo, Segundo Víctor**

**C.C.: 1725745275**

.....  
**Puga López, Luis Sebastián**

**C.C.: 1726676222**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de Titulación primeramente a Dios, y especialmente a mis padres ya que con el apoyo de ellos he podido concluir mi carrera con todo ese apoyo esa ayuda incondicional que siempre me han brindado he podido seguir mis pasos siempre con firmeza y con todos los consejos que a lo largo de mi vida me han ido inculcando los cuales han hecho de mí una mejor persona, muchos de mis logros los he alzado gracias a ellos y uno de ellos es este. Me formaron con reglas y libertades, pero al final les he demostrado la persona firme que ellos forjaron día con día.

A mis dos hermanos Gabriela y Carlos les dedico esta meta de vida por aquellos consejos y ejemplo y cuidados que me dieron por el apoyo que me dieron desde el primer paso que di en mi carrera y por siempre creer en mí.

A mi sobrina Victoria que con su existencia me enseñó lo mucho que debo seguir luchando día con día y que debo seguir siendo un ejemplo para futuras generaciones.

**Luis Sebastián Puga López**

El siguiente trabajo de titulación está dedicado en primer lugar a dios porque gracias a él no me ha podido faltar nada, luego a mis padres y a mi familia por su cariño, su ayuda en los buenos como en los malos momentos y sobre todo por su comprensión, quienes me han enseñado a resolver problemas y dificultades sin perder nunca la fe porque con sus ejemplos y buenas enseñanzas como también buenos deseos se pueden llegar a triunfar y llegar a las metas que uno se proponga en la vida.

A mis tres hermanas Norma, Sarita y María les dedico una meta más de mi vida por aquellas palabras de motivación, consejos, y ejemplos que me brindaron durante mi permanencia en la carrera en donde cada dificultad que se pusieron al frente se fueron superando día tras día, ya que el apoyo de los seres queridos siempre serán una parte fundamental en mi vida y que a la vez me permitirán poder seguir cumpliendo más metas que me proponga en mi vida.

**Segundo Victor Aulla Aguagallo**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mi familia por todo el apoyo brindado a lo largo de todos mis éxitos siendo este uno de ellos, ya que con su apoyo y con su ayuda en todo momento de la carrera me dieron la motivación necesaria para poder culminar con éxitos esta meta alcanzada y pudiendo realizar mi Proyecto de Titulación con todo el éxito posible en el cual claramente se ve reflejado todo mi esfuerzo y todos los conocimientos obtenidos a lo largo de el transcurso de estos años de carrera.

Agradezco a todos los docentes que conforman la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz y a todo el personal administrativo que conforman la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, ya que gracias a todos los conocimientos que me brindaron a lo largo de toda la carrera pude seguir lineamientos que hoy en día son los responsables de poderse ver reflejados en la culminación de mi paso por la universidad.

**Luis Sebastián Puga López**

En primer lugar, agradezco a dios por siempre llevarme de su mano a lo largo de mi vida cada vez llenándome de dicha y fortaleza, sobre todo por permitirme culminar con éxito una parte fundamental en mi vida.

Luego agradecer a mis padres, hermanas y a mi familia por siempre estar ahí llenándome de fuerzas y apoyo, a la vez inculcándome valores para ser una mejor persona día tras día por lo que todas las metas que los he culminado con éxito han sido gracias al esfuerzo y motivación sobre todo de mis padres.

Por ultimo agradecer a la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz y sus respectivos docentes y autoridades por brindarme sus conocimientos, voluntad de enseñanza, esfuerzo, dedicación y sobre todo el apoyo durante toda nuestra permanecía en la universidad de las fuerzas armadas “ESPE”.

**Segundo Victor Aulla Aguagallo**

## Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Resutado análisis urkund .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	7
Tabla de contenidos .....	8
Índice de figuras .....	13
Índice de tablas .....	17
Índice de ecuaciones.....	18
Resumen .....	19
Abstract.....	20
Tema .....	21
Introducción.....	21
Antecedentes .....	23
Planteamiento del problema .....	25
Justificación.....	27
Objetivos del proyecto.....	29
<i>Objetivo general</i> .....	29
<i>Objetivos específicos</i> .....	29

Alcance.....	30
Marcoteórico.....	31
Baterías de alta tensión (HV).....	31
<i>Definición de la batería de alta tensión HV</i> .....	32
<i>Fundamentos básicos de baterías de alta tensión HV</i> .....	33
<i>Ubicación de la batería de alta tensión HV</i> .....	34
<i>Composición eléctrica de una batería HV</i> .....	35
Conexiones de las Baterías de Alto Voltaje .....	37
<i>Formas de Conexión de las Baterías de Alto Voltaje</i> .....	38
Tipos de baterías de alta tensión.....	40
Funcionamiento .....	41
Composición eléctrica de una celda .....	43
<i>Electrodo</i> .....	43
<i>Ánodo</i> .....	43
<i>Cátodo</i> .....	43
<i>Electrolito</i> .....	43
<i>Separador</i> .....	43
Componentes de la batería de HV .....	43
<i>Celdas</i> .....	44
<i>Módulos de la batería de HV</i> .....	45
<i>Enchufe de servicio</i> .....	46
<i>Relés principales</i> .....	47
<i>Sensor de corriente</i> .....	47
<i>Sensores de temperatura</i> .....	47
<i>ECU de la batería</i> .....	47

	10
Usos de batería de alta tensión .....	48
<i>Híbrido total</i> .....	49
<i>Híbrido enchufable</i> .....	49
<i>Vehículo eléctrico con autonomía extendida (E-REV)</i> .....	50
<i>Vehículo totalmente eléctrico</i> .....	50
Sistemas de la batería de alta tensión HV .....	51
<i>Sistema de gestión de la batería HV BMS</i> .....	51
<i>Sistema de refrigeración de una batería HV</i> .....	52
Sistema del estado de carga SOC .....	53
Revisión técnica.....	54
<i>Instrumentos utilizados para su respectiva revisión</i> .....	54
Fallas de DTC en las baterías de alto voltaje.....	59
Bancos de pruebas para baterías HV .....	65
Charger Reset .....	65
Construcción del banco de prueba.....	66
Selección de elementos eléctricos y electrónicos mediante cálculos .....	66
<i>Cálculos del sistema de Carga</i> .....	66
<i>Cálculos para el circuito de descarga</i> .....	72
Componentes utilizados.....	74
Análisis de la parte eléctrica del circuito de carga y descarga .....	75
<i>Componentes eléctricos de la batería HV</i> .....	75
<i>Interruptor metálico tipo palanca</i> .....	75
<i>Amperímetro análogo</i> .....	76
<i>Puente de diodos 10 AMP</i> .....	76
<i>Condensador electrolítico 450 uf * 250v</i> .....	77

	11
<i>Diodo rectificador 10 AMP</i> .....	78
<i>Condensador poliéster 204J x 250V</i> .....	78
<i>Porta lámparas tipo boquilla</i> .....	79
<i>Focos halógenos</i> .....	80
<i>Bornero azul de 2 pines</i> .....	80
<i>Cableado de alambre</i> .....	81
<i>Voltímetros digitales</i> .....	82
<i>Multímetro digital</i> .....	82
<i>Batería de alto voltaje</i> .....	83
Construcción del Banco de Pruebas de Baterías de HV .....	84
<i>Dimensionamiento del proyecto técnico</i> .....	84
<i>Montaje del módulo</i> .....	86
<i>Ruteados en el módulo</i> .....	87
<i>Terminado</i> .....	89
<i>Circuito de carga y descarga</i> .....	90
<i>Conexión de los voltímetros digitales</i> .....	91
<i>Conexión del amperímetro de carga</i> .....	92
<i>Conexión del amperímetro de descarga</i> .....	93
<i>Diseño de pistas</i> .....	94
<i>Conexión de toda la placa a los elementos de control</i> .....	95
Pruebas de funcionamiento.....	96
Revisión técnica de las celdas .....	96
<i>Observación de la condición física de la batería HV</i> .....	96
<i>Observación de las lengüetas de conexión</i> .....	97
<i>Prueba de carga</i> .....	98

	12
<i>Prueba de descarga</i> .....	99
<i>Desarmado de la Batería HV</i> .....	100
<i>Celdas individuales</i> .....	102
<i>Medición de celdas individuales</i> .....	103
<i>Cálculo para la medición total de cada celda</i> .....	103
<i>Resultados obtenidos de cada celda</i> .....	105
Mantenimiento y reparación .....	107
Carga de la batería reparada .....	111
Descarga de la nueva batería .....	112
Comparación de los packs .....	113
Marco administrativo.....	115
Recurso de programas .....	116
Recurso de materiales.....	117
Presupuesto.....	119
Conclusiones.....	120
Recomendaciones .....	121
Bibliografía.....	122
Anexos.....	126

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Batería de Alta Tensión</i> .....	32
<b>Figura 2</b> <i>Fabricación de Baterías HV</i> .....	34
<b>Figura 3</b> <i>Ubicación Baterías HV Toyota Highlander</i> .....	35
<b>Figura 4</b> <i>Módulos de una batería HV</i> .....	36
<b>Figura 5</b> <i>Lengüeta de conexión</i> .....	36
<b>Figura 6</b> <i>Representación de celdas dentro de un modulo</i> .....	37
<b>Figura 7</b> <i>Diagrama eléctrico del paquete de baterías</i> .....	37
<b>Figura 8</b> <i>Conexión en paralelo</i> .....	38
<b>Figura 9</b> <i>Conexión en serie</i> .....	39
<b>Figura 10</b> <i>Conexión en serie/paralelo</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Esquema eléctrico del pack de baterías</i> .....	42
<b>Figura 12</b> <i>Componentes De Batería De Alto Voltaje</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Composición de las celdas de baterías</i> .....	45
<b>Figura 14</b> <i>Módulos de baterías</i> .....	46
<b>Figura 15</b> <i>Jumper de seguridad</i> .....	46
<b>Figura 16</b> <i>Simbología De Los Componentes</i> .....	48
<b>Figura 17</b> <i>Configuración de un vehículo eléctrico</i> .....	51
<b>Figura 18</b> <i>Sistema de gestión de la batería</i> .....	52
<b>Figura 19</b> <i>Sistema de refrigeración</i> .....	53

	14
<b>Figura 20</b> <i>Scanner FCar</i> .....	54
<b>Figura 21</b> <i>Conector de interface</i> .....	55
<b>Figura 22</b> <i>Datos de información</i> .....	56
<b>Figura 23</b> <i>Especificaciones del scanner FCar</i> .....	58
<b>Figura 24</b> <i>Software del vehículo híbrido</i> .....	59
<b>Figura 25</b> <i>Escaneo mediante el software y el FCar</i> .....	60
<b>Figura 26</b> <i>Tester de medición</i> .....	61
<b>Figura 27</b> <i>Bloques de celdas</i> .....	64
<b>Figura 28</b> <i>Charger Reset</i> .....	65
<b>Figura 29</b> <i>Interruptor metálico</i> .....	75
<b>Figura 30</b> <i>Amperímetro análogo</i> .....	76
<b>Figura 31</b> <i>Puente de diodos</i> .....	77
<b>Figura 32</b> <i>Condensador electrolítico</i> .....	77
<b>Figura 33</b> <i>Diodo rectificador</i> .....	78
<b>Figura 34</b> <i>Condensador poliéster</i> .....	79
<b>Figura 35</b> <i>Porta lámparas</i> .....	79
<b>Figura 36</b> <i>Focos halógenos</i> .....	80
<b>Figura 37</b> <i>Bornera 2 pines</i> .....	81
<b>Figura 38</b> <i>Conexiones</i> .....	81
<b>Figura 39</b> <i>Voltímetro digital</i> .....	82

<b>Figura 40</b> <i>Multímetro digital</i> .....	83
<b>Figura 41</b> <i>Batería de alto voltaje</i> .....	84
<b>Figura 42</b> <i>Dimensionamiento del banco de Pruebas</i> .....	85
<b>Figura 43</b> <i>Armado del modulo</i> .....	86
<b>Figura 44</b> <i>Perforación para voltímetros</i> .....	87
<b>Figura 45</b> <i>Calado de los interruptores</i> .....	88
<b>Figura 46</b> <i>Terminado del banco de pruebas</i> .....	89
<b>Figura 47</b> <i>Circuito electrónico</i> .....	90
<b>Figura 48</b> <i>Conexión eléctrica de los voltímetros</i> .....	91
<b>Figura 49</b> <i>Conexión del amperímetro de carga</i> .....	92
<b>Figura 50</b> <i>Conexión del amperímetro de descarga</i> .....	93
<b>Figura 51</b> <i>Disposición de elementos electrónicos</i> .....	94
<b>Figura 52</b> <i>Conexión eléctrica</i> .....	95
<b>Figura 53</b> <i>Estado Físico de la batería HV</i> .....	96
<b>Figura 54</b> <i>Lengüetas de conexión</i> .....	97
<b>Figura 55</b> <i>Voltaje de carga de la batería</i> .....	98
<b>Figura 56</b> <i>Carga activa</i> .....	99
<b>Figura 57</b> <i>Voltaje mínimo de la batería HV</i> .....	99
<b>Figura 58</b> <i>Descarga activada</i> .....	100
<b>Figura 59</b> <i>Desmontaje de la batería HV</i> .....	100

<b>Figura 60</b> <i>Bastidor de la Batería y cuerpo de celdas</i> .....	101
<b>Figura 61</b> <i>Separador aislante</i> .....	102
<b>Figura 62</b> <i>Celdas</i> .....	102
<b>Figura 63</b> <i>Medición de voltajes</i> .....	103
<b>Figura 64</b> <i>Selección de celdas</i> .....	107
<b>Figura 65</b> <i>Reemplazo de celdas</i> .....	108
<b>Figura 66</b> <i>Colocación del bastidor</i> .....	109
<b>Figura 67</b> <i>Medición de celdas</i> .....	110
<b>Figura 68</b> <i>Limpieza de lengüetas de conexión</i> .....	110
<b>Figura69</b> <i>Análisis de Voltajes Averiadados</i> .....	113
<b>Figura70</b> <i>Análisis de Voltajes Reparados</i> .....	114

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Tipos de baterías</i> .....	40
<b>Tabla 2</b> <i>Elementos eléctricos y electrónicos</i> .....	74
<b>Tabla 3</b> <i>Medición 1</i> .....	105
<b>Tabla 4</b> <i>Medición 2</i> .....	106
<b>Tabla 5</b> <i>Medición 3</i> .....	111
<b>Tabla 6</b> <i>Medición 4</i> .....	112
<b>Tabla 7</b> <i>Voltaje de Pack Defectuoso</i> .....	113
<b>Tabla 8</b> <i>Voltajes de Packs en Óptimas Condiciones</i> .....	114
<b>Tabla 9</b> <i>Recursos humanos</i> .....	115
<b>Tabla 10</b> <i>Recurso de Programas</i> .....	116
<b>Tabla 11</b> <i>Recurso de materiales</i> .....	117
<b>Tabla 12</b> <i>Presupuesto</i> .....	119

**Índice de ecuaciones**

<b>Ecuación 1</b> <i>Voltaje máximo del circuito</i> .....	66
<b>Ecuación 2</b> <i>Voltaje pico de salida</i> .....	67
<b>Ecuación 3</b> <i>Capacidad del puente rectificador</i> .....	67
<b>Ecuación 4</b> <i>Capacidad de almacenaje</i> .....	68
<b>Ecuación 5</b> <i>Potencia del condensador</i> .....	69
<b>Ecuación 6</b> <i>Potencia máxima del diodo</i> .....	70
<b>Ecuación 7</b> <i>Intensidad de carga</i> .....	70
<b>Ecuación 8</b> <i>Carga del sistema</i> .....	71
<b>Ecuación 9</b> <i>Capacidad del condensador Poliéster</i> .....	72
<b>Ecuación 10</b> <i>Voltaje del Pack</i> .....	73
<b>Ecuación 11</b> <i>Medición de voltaje total de la batería HV.</i> .....	103

## **Resumen**

Las baterías de HV es uno de los elementos principales de los vehículos híbridos y eléctricos puros, por su gran trabajo de almacenar la energía eléctrica como a la vez aportar altos voltajes a los diferentes sistemas de los vehículos, teniendo en cuenta que este elemento presenta grandes anomalías como inconvenientes a lo largo de su vida útil. Por lo que se construyó un banco de pruebas para un proceso de carga de las baterías de los vehículos eléctricos e híbridos, en el cual se puede realizar varios tipos de diagnósticos de fallas que se puedan presentar tales como carga, descarga, medición de voltajes de cada celda de la batería y también restablecimiento de la capacidad total de carga de las respectivas baterías de los vehículos híbridos y así con los resultados obtenidos poder realizar el respectivo mantenimiento y reparación, reestableciendo así el porcentaje de la capacidad de carga (SOC) adecuado para una mayor autonomía recuperando así un 90 por ciento de su operatividad y eficiencia para así optimizar los recursos a los propietarios evitando así grandes gastos económicos elevados por un cambio de baterías usadas por unas baterías nuevas.

Palabra clave:

- **BATERÍAS HÍBRIDAS DE HV**
- **BANCO DE PRUEBAS DE BATERÍAS DE HV**
- **CORRIENTE ELÉCTRICA DE HV**
- **POTENCIA ELÉCTRICA AUTOMOTRIZ**
- **SIMULACIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**Abstract**

HV batteries are one of the main elements of hybrid and pure electric vehicles, for their great job of storing electrical energy as well as providing high voltages to the different vehicle systems, taking into account that this element has major anomalies and drawbacks throughout its useful life. Therefore, a test bench was built for a process of charging the batteries of electric and hybrid vehicles, in which various types of fault diagnostics can be carried out, such as charging, discharging, measuring the voltage of each battery cell and also re-establishing the total charging capacity of the respective batteries of hybrid vehicles and thus, with the results obtained, the respective maintenance and repair can be carried out, thus re-establishing the percentage of charge capacity (SOC) suitable for a greater autonomy thus recovering 90 percent of its operability and efficiency in order to optimize the resources to the owners thus avoiding large high economic expenses for a change of used batteries for new batteries.

**KEY WORD:**

- **HV HYBRID BATTERIES**
- **HV BATTERY TEST BENCH**
- **HV ELECTRIC CURRENT**
- **AUTOMOTIVE ELECTRICAL POWER**
- **ELECTRICAL AND ELECTRONIC SIMULATION**

## **Capítulo I**

### **1. Tema**

#### **CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE PARA EL DIAGNOSTICO DE FALLAS Y SU RESPECTIVA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

##### **1.1. Introducción**

En el proyecto se presentará la construcción de un banco de baterías de alto voltaje (HV) para el diagnóstico de fallas y su respectiva reparación y mantenimiento. En la actualidad los vehículos que se están lanzando al mercado son con sistemas eléctricos, híbridos o de autonomía extendida y el principal inconveniente de estos es el problema del mantenimiento de las baterías HV ya que no existen suficientes bancos de pruebas para estas baterías por motivos de negocio o comercialización de baterías nuevas en vez de repararlas o darles un correcto mantenimiento.

Prácticamente este proyecto a realizar sirve para dar el respectivo diagnóstico a una batería HV y por medio de un diagnóstico ya se puede realizar una reparación si este presenta fallas o si este requiere un mantenimiento ya que en el mercado o negocio automotriz las industrias les sale más factible vender una nueva batería HV por el costo elevado que tienen en vez de dar solución a una falla en una de ellas ya que el problema principal también es que no existen muchos técnicos especializados en este tipo de baterías ya que prácticamente van siendo modernas en esta nueva era de la industria automotriz ecuatoriana.

El proyecto va enfocado al diagnóstico de una batería HV con el fin de repararla si este presenta una falla o darle un respectivo mantenimiento si este lo necesita la finalidad es reducir el costo que es comprar una batería nueva ya que los costos son demasiados elevados dependiendo la marca y el modelo del vehículo entonces se pretende darle una vida más extendida a la batería HV.

Posteriormente se ira describiendo todo el proceso de investigación que se realiza de las baterías HV con la determinación de características de las mismas presentando el proceso de construcción del banco de pruebas destacando su estructura con madera reforzada montada sobre una estructura de metal y en su interior la conexión eléctrica con voltímetros digitales para la medición de cada celda de la batería de alta tensión (HV).

Dar una solución inmediata cuando las baterías presenten una falla es de gran ayuda para ahorrar el costo que tiene una nueva batería HV ya que se estaría reutilizando para que tengan tiempo de utilidad más extendido y que no sean desechadas rápidamente.

## 1.2. Antecedentes

En el mercado automotriz ecuatoriano según el reportaje de información el comercio en el país solo el 30% de vehículos entre eléctricos e híbridos se han comercializado en los dos últimos años dando como resultado una cifra muy baja no esperada siendo uno de los principales motivos el mantenimiento de estos y la falta de estaciones de carga para esta clase de gama de vehículos.

Según la investigación de Chasi, F. M. (2014). El estudio de las baterías de alto voltaje (HV) , permite el diagnóstico respectivo a través de un banco de pruebas en el cual se podrá encontrar posibles fallas y anomalías que estas baterías presentan en su interior así mismo por medio de un diagnóstico se puede realizar un mantenimiento adecuado para reducir costos elevados que se representan al realizar un cambio o alguna avería en las baterías.

Se construyó un banco de pruebas genérico para baterías híbridas con el objetivo de alcanzar procedimientos de carga y descarga de las mismas analizando el estado de SOC en donde se seleccionaron los componentes electrónicos y eléctricos que se acoplen a los voltajes de operación de 220 V y 330V con el fin de prolongar la vida útil de las baterías híbridas sometiendo a estas a un diagnóstico de carga y descarga para el mantenimiento y reparación de estas, a través de las gráficas se llegó a la conclusión de obtener un 90 % de eficiencia del estado de carga SOC.

Según la investigación de (Contreras, 2018) "En donde consiste en el análisis de funcionamiento del reseteo de carga de una batería de HV que incorporan los vehículos híbridos en el cual se encontraron diagnósticos de fallas presentadas así como descarga y carga y a la vez restablecimiento total de la capacidad de carga de la batería de alto voltaje"

Se le realizó el respectivo análisis técnico mediante de reseteo de carga y se logró determinar el estado el funcionamiento de las respectivas celdas de las baterías de alto voltaje logrando con el fin de identificar las celdas averiadas y poder recuperar la autonomía de la batería mediante el uso del banco de pruebas equipo en el cual les permitió darle óptimas condiciones de operación de las baterías

Como podemos observar los coches eléctricos han existido desde hace ya varias generaciones atrás pero hoy en día están dando un golpe enorme en la sociedad actual por lo cual se busca implementar un banco de pruebas para uno de los elementos principales que son las baterías de estos ya que estas se pueden averiar pero eso no quiere decir que se deban comprar nuevas si no que se debe buscar una solución de diagnóstico para así poder encontrar una solución a la falla.

Con el fin de lograr un buen diagnóstico en las baterías de alto voltaje se procede a desmontar los respectivos componentes para la respectiva verificación de voltaje en cada pack o en conjunto.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La gama de vehículos eléctricos en el Ecuador ha ido avanzando de manera progresiva ya que estos van tomando posicionamiento en el mercado automotriz del país pero debido a sus altos costos de mantenimiento y reparaciones de los componentes que posee una batería de HV ya que a la vez no todas las personas tienen acceso a estos costos elevados ya que esto aparece desde la invención de los coches eléctricos para dar el respectivo mantenimiento de las mismas ya que no se tiene herramientas específicas que puedan dar un diagnóstico del estado de SOC de la batería de alto voltaje y que a la vez también no se cuenta con personas especializadas para esta clase de reparación y mantenimiento por lo cual son menos cotizados en el mercado nacional por lo cual progresivamente pueden perder interés, por eso con el desarrollo de un banco de pruebas de baterías híbridas podemos tener un diagnóstico rápido del estado de la batería de HV ya que este viene hacer el componente más propenso a perder su autonomía con el paso de tiempo.

Cabe resaltar que las baterías son el núcleo de una fuente de alimentación para que el vehículo eléctrico pueda desplazarse por ende el problema aparece en la creación de los vehículos con baterías de HV en donde las mismas son los pilares fundamentales ya que pueden estar siempre sometidas a ciclos de carga y descarga la cual reduce su vida útil y todo esto pasa porque en la mayoría del tiempo los vehículos eléctricos pasan en la ciudad donde el freno es más consecutivo por los diferentes factores que intervienen como el tráfico, los semáforos, un posible mal clima, entre otros.- Entonces estas baterías empiezan a perder autonomía o a presentar fallas pero el problema surge cuando estos ya no responden y el primer criterio por parte del concesionario es remplazar por una nueva solo por cuestión de negocio.

Al ser el costo tan elevado de las baterías algunos dueños mejor deciden vender el vehículo ya que el costo puede rondar hasta los 3000 mil dólares dependiendo de la marca y el vehículo por eso es importante llegar a la solución inmediata de esta clase de problemas con la cual mediante el diseño de un banco de pruebas de baterías HV se puede diagnosticar el problema repararlo y también darle el respectivo mantenimiento.

Las baterías HV al no recibir un mantenimiento preventivo son mayormente desechadas mas no reutilizadas por lo que afecta directamente al medio ambiente por la composición química que estas traen en su interior y también trae un costo elevado al comprador de una nueva batería HV, como consecuencia los vehículos eléctricos e híbridos no son tan cotizados y las personas se lanzan por vehículos a gasolina por menos costos que estos presentan en sus mantenimientos.

Lo que se pretende es que en el país los vehículos eléctricos e híbridos sean más cotizados ya que estos reducen el índice de contaminación ayudando directamente al medio ambiente siendo una solución rápida la implementación de talleres más especializados en el mantenimiento de esta clase de vehículos eléctricos reduciendo el costo que las baterías y sus respectivos mantenimientos.

## 1.2. Justificación

Con la ejecución del proyecto practico se va a conseguir una reducción de costos de mantenimiento y reparación y un diagnóstico rápido del estado en las que se encuentran las baterías de HV y esto ayudará a que el vehículo eléctrico funcione de mejor manera ayudando directamente a la vida útil de la batería como a los motores que son alimentada con esta energía.

Con este estudio posteriormente vamos a ser posible que estas baterías no se desechen por completo si no buscar la mejor solución para que estas puedan ser reparadas o dadas el mantenimiento especifico ya que nos enfocaremos en un avance de tecnología automotriz logrando en el proceso verificar el estado de carga SOC el cual nos permitirá conocer el estado de carga de la batería y con esto hacer que la batería tenga un mejor porcentaje de eficiencia.

Tendremos como beneficiarios directo a todos los propietarios que posean un coche de esta gama ya que se reduciría el costo de mantenimiento y reparación de las mismas baterías.

Lo que se está ofreciendo es una respuesta rápida a esta clase de problemas que se ven comúnmente en los vehículo eléctricos ya que su batería no será desechada como todas si no que pasará por un proceso de verificación para que esta pueda volver a ser instalada en el mismo vehículo y esto reduciría gran costo al dueño de esta gamas de vehículos al solo pagar ya sea por solucionar la falla o por darle un mantenimiento respectivo a su batería para alargar así la vida útil de la misma.

El diagnóstico en una batería HV es de suma importancia ya que con esto lograremos identificar fallas y evitaremos que sean desechadas, alargando su tiempo de vida útil, reduciendo costos, y aportando una ayuda al medio ambiente.

### **1.3. Objetivos del proyecto**

#### ***1.3.1. Objetivo general***

CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE PARA EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS, REPARACIÓN Y SU RESPECTIVO MANTENIMIENTO.

#### ***1.3.2. Objetivos específicos***

- Investigar sobre las baterías HV su definición, componentes y sistemas que esta incorpora.
- Construir el banco de pruebas de baterías HV para el mantenimiento y reparación de las mismas.
- Diagnosticar las posibles averías que presentan las baterías HV.
- Establecer una guía de operación para el banco de pruebas de baterías de alto voltaje
- Verificar el correcto funcionamiento de cada elemento de la batería HV

#### **1.4. Alcance**

Con la invención del banco de pruebas de baterías HV se quiere lograr la disminución de costos de mantenimientos que cuando estas traen problemas nos cuestan demasiado al momento de realizar un mantenimiento en un taller también mejorando la eficiencia de la batería hasta en un 89.9% de autonomía con esto queremos llegar a la satisfacción del cliente al comprobar que las baterías de sus vehículo eléctricos no siempre deben ser desechadas si no que al contrario a un bajo costo pueda tener resultados como alargar la vida útil de su batería HV.

La idea es realizar un banco de pruebas que se pueda movilizarse fácilmente con las siguientes características; una estructura superior de madera prensada (madera reforzada) con su respectiva base de madera prensada y la parte eléctrica con la utilización de voltímetros digitales, puntas de prueba y las conexiones que irán con lagartos con acoplados a la batería de HV todo esto también mediante una investigación de conceptos, diagramas, componentes, sistemas internos que posee una batería HV.

Se espera que este proyecto técnico llegue a tener un gran impacto en la utilización de la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE-L” ya que el propósito es que les permita a los estudiantes un aprendizaje más óptimo y didáctico para futuras generación en el área técnica como prestigio de ir formando técnicos de calidad por parte de esta gran institución.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Baterías de alta tensión (HV)

Los Vehículos Híbridos y eléctricos con el pasar de los años y la evolución de la industria automotriz se han ido expandiendo por todo el mundo siendo vistos como la mejor alternativa para el transporte público como privado permitiendo así el ahorro de combustible y la protección del medio ambiente, en grandes países europeos han tomado la cima siendo los más vendidos, exigiendo a los fabricantes dejar de fabricar los coches convencionales de gasolina dar así el siguiente paso hacia los vehículos 100% eléctricos e híbridos para una estricta reducción de emisiones contaminantes. (Chele, 2017).

Generalmente cuando se habla del vehículos híbrido nos referimos a la composición de un motor de combustión interna (MCI) acompañado de un motor eléctrico y un componente esencial que son las baterías de alta tensión (HV) siendo este el acumulador de energía que propulsara al motor eléctrico para que le brinde movimiento al vehículo en cuanto a un vehículo 100% eléctrico nos referimos únicamente a uno o dos motores eléctricos, eliminando por completo el motor de combustión interna siendo el motor eléctrico alimentado por la fuente de energía que es la batería HV siendo esta de una capacidad mayor a la de los vehículos híbridos. (Chele, 2017).

### ***2.1.1. Definición de la batería de alta tensión HV***

Cuando se habla de vehículos híbridos y eléctricos entenderemos que su componente principal es la batería HV que estos incorporan en su interior. Este elemento es un acumulador electroquímico de energía que suministra corriente al motor eléctrico. Las baterías de ion litio e hidruro metálico son las más nuevas en el mercado se han destacado por ser una de las más avanzadas en cuanto a rendimiento además por su elevada potencia y una de sus principales características es en cuanto al rendimiento de carga y descarga. Estas baterías dependerán del fabricante ya que cada una está construida de acuerdo a las especificaciones de rendimiento de cada vehículo. (Chele, 2017).

#### **Figura 1**

*Batería de alta tensión*



*Nota.* En la imagen se muestra una batería HV de la marca Toyota. Tomado de (Técnico Automotriz, 2014)

### ***2.1.2. Fundamentos básicos de baterías de alta tensión HV***

Una batería está constituida por un conjunto de células en cada una de ellas se produce una reacción química reversible donde se intercambian iones y electrones entre ambos polos cuando en su interior se produce una descarga estos impulsan al motor eléctrico y cuando se produce una recarga los iones y electrones vuelven a su estado original (G.Artés, 2012).

Las características fundamentales de las baterías son el rendimiento de esta y la duración de su capacidad de descarga y carga, todo esto se logra cuando se escoge los elementos químicos apropiados para dar una correcta reacción dentro de cada célula y también los procesos de carga y descarga este proceso es conocido como la electrónica de la batería (G.Artés, 2012).

Las células de las baterías son el núcleo fundamental por lo que estas son las que determinarán su rendimiento cada una de ellas consta de un ánodo (electrodo positivo), cátodo (electrodo negativo), y electrolito que es la parte neutral para la transferencia de carga de la célula (G.Artés, 2012).

Una batería de alto voltaje podrá almacenar una cantidad de voltios determinados mediante un periodo determinado de vida por lo que estos vehículos tendrán una autonomía dependiendo del cuidado y mantenimiento de los elementos como de la misma batería de alto voltaje, que permitirán el ahorro de dinero como con el cuidado del medio ambiente.

**Figura 2***Fabricación de baterías HV*

*Nota.* En la imagen podemos observar el estudio de una batería HV. Tomado de (G.Artés, 2012)

(G.Artés, 2012) Nos indica que podemos encontrar las siguientes clases de baterías HV según su especificación química:

- Baterías de plomo ácido.
- Baterías de Níquel-metal.
- Baterías de Ion-Litio.
- Baterías de Litio-Manganeso.
- Baterías de Litio-Níquel-Cobalto-Manganeso.
- Baterías de Litio-Titanio.

**2.1.3. Ubicación de la batería de alta tensión HV**

La ubicación de las baterías en los vehículos híbridos la gran mayoría la encontramos en la parte posterior o en el maletero del coche y también en la parte inferior del chasis, y en los vehículos eléctricos encontramos en la parte posterior y en parte inferior del compacto por su diseño y tamaño.

**Figura 3**

*Ubicación baterías HV toyota highlander*



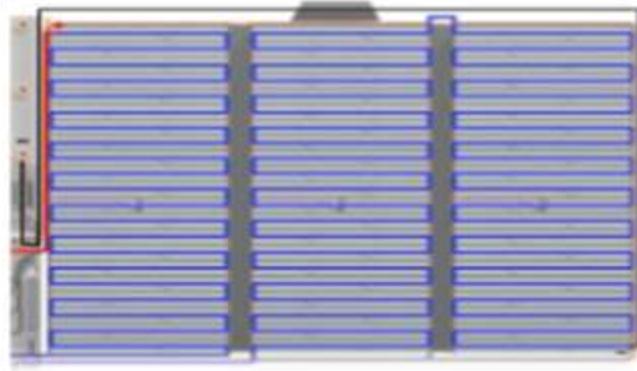
*Nota.* Podemos observar la ubicación de las baterías en un vehículo de la marca Toyota. Tomado de (Chavez, 2020)

#### ***2.1.4. Composición eléctrica de una batería HV***

La batería de HV al igual que una batería convencional está constituida por celdas, estas celdas pueden conectarse tanto en serie como en paralelo.

- Cuando realizamos una conexión en serie aumentamos el voltaje.
- Cuando realizamos una conexión en paralelo aumentamos la corriente.

Los módulos respectivos estarán diseñados y a la vez podrán estar conectados dependiendo del fabricante de cada una de las marcas pueden ser en serie, paralelo o a su vez mixto que permitirán una buena alimentación de corriente a los motores eléctricos.

**Figura 4***Módulos de una batería HV*

*Nota.* Aquí podemos observar que los módulos de una batería HV están conectados en serie, se puede observar 3 módulos de la misma manera dichos módulos son conectados con lengüetas de conexión.

**Figura 5***Lengüeta de conexión*

*Nota.* En esta figura se está señalando el componente eléctrico el cual ayuda a la conexión entre dos celdas para que así se pueda sumar el voltaje

Los módulos de las baterías de HV en su interior tienen celdas, el número de estas celdas dependerán de la marca de vehículo ya que cada fabricante realiza sus baterías dependiendo a las exigencias de su vehículo estas celdas están conectadas en paralelo para aumentar la capacidad de toda la batería HV.

## Figura 6

*Representación de celdas dentro de un modulo*



*Nota.* Podemos observar en esta imagen el interior de una celda simulada con pilas conectadas en serie para sumar el voltaje de cada una.

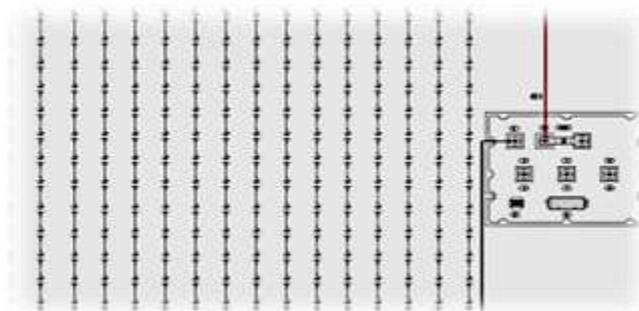
## 2.2. Conexiones de las Baterías de Alto Voltaje

Las respectivas conexiones de las diferentes baterías eléctricas se basan en las leyes eléctricas que se puede realizar las conexiones de las diferentes maneras ya que pueden ser conectadas en serie, paralelo o mixto.

En el siguiente diagrama de conexión de las baterías eléctricas está compuesto de un total de 208 celdas de litio en donde cada uno tiene un voltaje de celda de 3.7 que se encuentran conectadas en serie formando un total de 13 paquetes y 16 en paralelo como se llega a mostrar en el siguiente diagrama.

## Figura 7

*Diagrama eléctrico del paquete de baterías*



*Nota.* En la figura anterior podemos observar de diagrama de un circuito eléctrico de una batería de alto voltaje. Tomado de (Aguilar, 2018)

Las baterías de alta tensión que se encuentran en un vehículo no acostumbran a ser la única batería si no que usualmente tiene conectados uno de 12 V y a su vez las baterías de HV acostumbran a llevar diferentes módulos conectados entre sí para la buena información mediante los sensores y los actuadores.

Aun así, en la mayoría de los modelos va un solo conjunto llamado paquete o pack y en caso de mal funcionamiento se realiza un cambio completo.

## 2.2.1. Formas de Conexión de las Baterías de Alto Voltaje

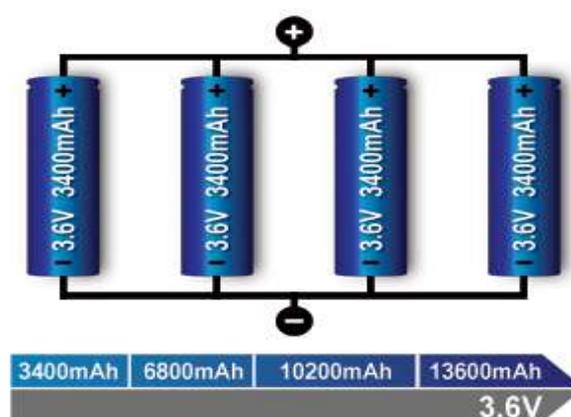
### 2.2.1.1. Conexiones en paralelo

Una conexión en paralelo de baterías consiste en la conexión mediante una banda entre los polos positivos y otra banda entre los polos negativos.

En la cual las tensiones nominales de todas las baterías han de ser iguales no se pueden conectar en paralelo las baterías que puedan tener tensiones nominales diferentes porque la batería con mayor tensión nominal se descargará a través de la menor tensión.

#### **Figura 8**

*Conexión en paralelo*



*Nota.* En la siguiente figura podemos observar la conexión de un batería en paralelo que puede llegar a tener amperios mucho mayores que una sola. Tomado de (Pulido, 2018)

### 2.2.1.2. Conexión en serie

Una conexión en serie simplemente consiste en conectar mediante una banda entre un polo positivo y uno negativo según la cantidad de baterías que se pueda conectar.

**Figura 9**

*Conexión en serie*



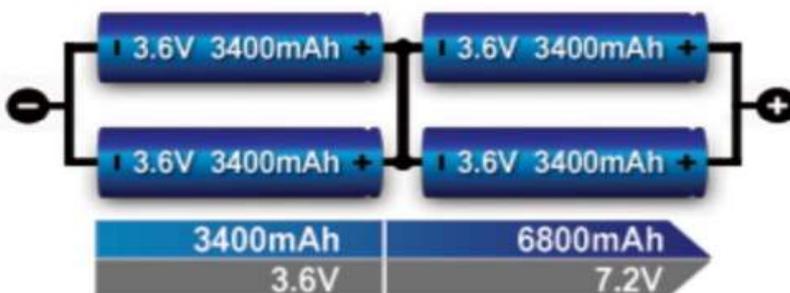
*Nota.* En la figura anterior se observa la conexión en serie de 4 baterías de litio en donde el voltaje se suma, pero la capacidad de los amperios/hora es el mismo. Tomado de (Pulido, 2018)

### 2.2.1.3. Conexión mixta

Esta conexión es en donde el conexionado en paralelo de grupos colectores en serie o grupos en serie de grupos de colectores en paralelo se le denomina mixto.

**Figura 10**

*Conexión en serie/paralelo*



*Nota.* En la figura anterior se puede observar la conexión en forma mixta que podrá sumar tanto los amperios como la capacidad de voltaje. Tomado de (Pulido, 2018)

## Tipos de baterías de alta tensión

**Tabla 1**

*Tipos de baterías*

<b>Tipo</b>	<b>Energía/ Peso</b>	<b>Voltaje por celda</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Plomo	30-50 Wh/Kg	2 V	8-16h	Su autodescarga es bajo al resto de las baterías que se recargan. Tienen una capacidad para altas tasa de descarga de la batería.	Poseen una capacidad energética limitada. Carga muy lenta y pueden ser ineficientes. Tamaño y peso de grandes proporciones.
Ni-Cd	48-80 Wh/Kg	1,25 V	10-14h	Admite sobrecargas durante su proceso de cargas. Buen comportamiento a temperaturas entre 40 y 60°C.	Ya no se fabrican por su proceso de innovación tecnológica. Llegan a sufrir envejecimiento prematuro con el calor en su interior.
Ni-Mh	60-120 Wh/Kg	1,25 V	2-4h	Son de baja potencia al resto de las baterías.	Su auto descarga es muy rápida al resto de las baterías.

<b>Tipo</b>	<b>Energía/ Peso</b>	<b>Voltaje por celda</b>	<b>Tiempo de carga</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
				Mantienen una corriente constante a lo largo del tiempo.	Tiene un ciclo de vida bajo.
Li-ion	110-160 Wh/Kg	3,15 V	2-4h	Estas baterías son más seguras que la anterior por su alta estabilidad térmica y química.  Posee una capacidad un poco mayor al anterior.  Su auto descarga es más lenta.	Posee un abaja densidad energética.  Tiene un número limitado de cargas.  Su coste es elevado y pueden llegar a explotar si se sobrecalientan.
Li-Po	100-130 Wh/Kg	3,7 V	1-1,5h	Poseen un abaja descarga durante su almacenamiento.  Amigable con el medio ambiente porque no contaminan.	Tiene un alto coste de fabricación.  Degradación con el tiempo y difíciles de transportar.  Puede llegar a explotar si son perforadas.

### 2.3. Funcionamiento

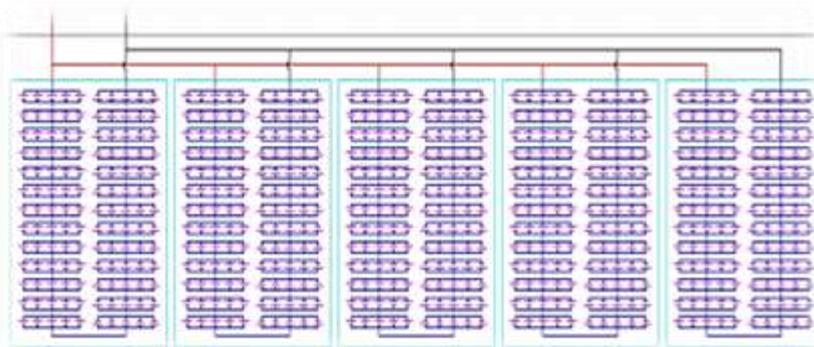
El adecuado funcionamiento de un vehículo eléctrico e híbrido es un elemento muy importante y fundamental para su buen funcionamiento que determinará en gran medida sus adecuadas prestaciones y de su respectiva autonomía. (Murillo, 2015).

Los packs de baterías de alto voltaje pueden estar conectadas en serie o en paralelo ya que si se encuentra en serie se sumará los voltajes respectivos de cada celda individual manteniendo las mismas capacidades, y si está conectada en paralelo realiza la función inversa al de conexión en serie ya que se tendrá igual voltaje y la capacidad se aumentará esto se dará dependiendo del vehículo híbrido o eléctrico en la que se esté trabajando.

El siguiente esquema eléctrico que podemos observar en el siguiente diagrama en donde está compuesto por 5 pisos o packs unidas mediante láminas de níquel cada uno posee 26 celdas en serie y 5 en paralelo así pudiendo comprimir la estructura del pack completo.

#### Figura 11

*Esquema eléctrico del pack de baterías*



*Nota. en la siguiente figura observamos el esquema eléctrico de una batería de alto voltaje formando un total de 5 pisos que posee 26 celdas cada uno dando un total de 250 voltios. Tomado de (Castelles, 2018)*

## **2.4. Composición eléctrica de una celda**

### **2.4.1. Electrodo**

Es un elemento terminal de un circuito en donde cada celda cuenta de un electrodo positivo como negativo.

### **2.4.2. Ánodo**

Es un electrodo en el cual se llega a realizar una reacción de oxidación generalmente se le conoce como ánodo al electro positivo de un circuito.

### **2.4.3. Cátodo**

Es también un electrodo en la cual se produce una reacción de reducción que es conocido generalmente como el electrodo negativo en un circuito.

### **2.4.4. Electrolito**

Es la encargada de proporcionar la respectiva conductividad iónica entre los electrodos positivos y negativos de una celda.

### **2.4.5. Separador**

El respectivo separador es un material no permeable y no conductivo ya que es un espaciador que se encarga de prevenir los cortocircuitos de los electrodos positivos y negativos de una celda.

## **2.5. Componentes de la batería de HV**

Los elementos que conforman una batería de alta tensión en los vehículos eléctricos e híbridos son los encargados de realizar diferentes funciones y a la vez controlar el estado en la que se encuentra la batería.

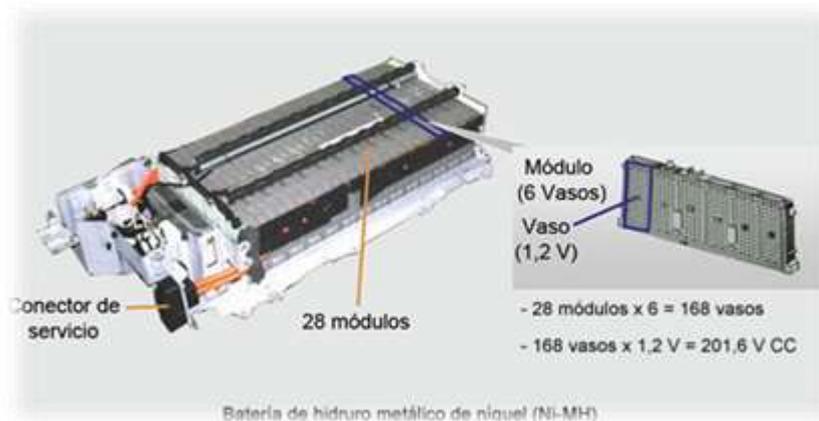
**Figura 12***Componentes De Batería De Alto Voltaje*

*Nota. La figura anterior se puede observar los respectivos componentes de la batería de alto voltaje con sus respectivos elementos.*

- 1.- Celdas
- 2.- Módulos de alto voltaje
- 3.- Enchufe de servicio
- 4.- Relés principales
- 5.- Sensores de corriente
- 6.- Sensores de temperatura
- 7.- ECU de las baterías

**2.5.1. Celdas**

Las celdas son la unidad mínima de una batería eléctrica que puede tener un valor nominal de 1 a 10 voltios y que son utilizadas para construir los respectivos packs de batería entre si y cada una de ellas tiene sus características que definen su rendimiento siendo los principales voltajes (V) capacidad (Ah) y el peso (g).

**Figura 13***Composición de las celdas de baterías*

*Nota.* En la respectiva figura se puede observar 28 módulos con sus respectivas celdas que lo conforman cada uno con un voltaje de 1.2V. Tomado de (Pulido, 2018)

### **2.5.2. Módulos de la batería de HV**

Se denomina por pack al conjunto de celdas de baterías de litio que se encuentran montados en grupos, series o paralelos para llegar a conformar un (voltaje de valor, si es en serie y si es en paralelo un valor de corriente).

Los respectivos módulos están compuestos por varias celdas de baterías para luego conformarse en pack o módulos de la batería.

En donde las celdas se pueden llegar a conectarse en serie para aumentar el voltaje o en paralelo para aumentar su capacidad en una batería de alta tensión.

**Figura 14**

*Módulos de baterías*



*Nota.* En esta figura se puede observar un módulo de un Toyota Prius que cuenta con 28 módulos respectivamente. Tomado de (Artial, 2016)

**2.5.3. Enchufe de servicio**

El enchufe de servicio consta de un (fusible) en su interior en la que se utiliza mediante las reparaciones o en las situaciones de emergencias ya que permite aislar el alto voltaje que se encuentra en el vehículo para su respectiva manipulación.

**Figura 15**

*Jumper de seguridad*



*Nota.* En la figura anterior se puede observar un interruptor de seguridad de la batería de alto voltaje que es el principal componente de seguridad para no tener accidentes.

#### **2.5.4. Relés principales**

El conjunto de relés está compuesto por dos relés principales que separan la batería HV del resto del vehículo mediante el aislamiento del polo positivo y negativo.

El tercer relé es la encargada de limitar la corriente de entrada a la batería de alta tensión a través de una resistencia en serie.

#### **2.5.5. Sensor de corriente**

Un sensor de corriente (Tipo Hall) está conectada a la ECU de la batería de HV en donde es la encargada de medir las respectivas corrientes de entrada y salida en la batería ya que es muy importante poder determinar la corriente exacta para calcular la cantidad de energía con la que se encuentra la batería en su interior.

#### **2.5.6. Sensores de temperatura**

Cumplen la función de realizar un monitoreo de temperatura mediante los respectivos sensores ubicadas en cada pack de la batería y que mediante los sensores que son las encargadas de enviar señales al módulo de control de la batería de HV para que se accione el ventilador y no haya sobrecalentamiento en la batería.

#### **2.5.7. ECU de la batería**

Es la encargada de recoger la respectiva información para que la calidad de la batería de alto voltaje se encuentre en óptimas condiciones de operación.

La ECU de la batería de HV mide:

- Temperatura del aire de refrigeración en la batería
- Temperatura de la batería de alto voltaje

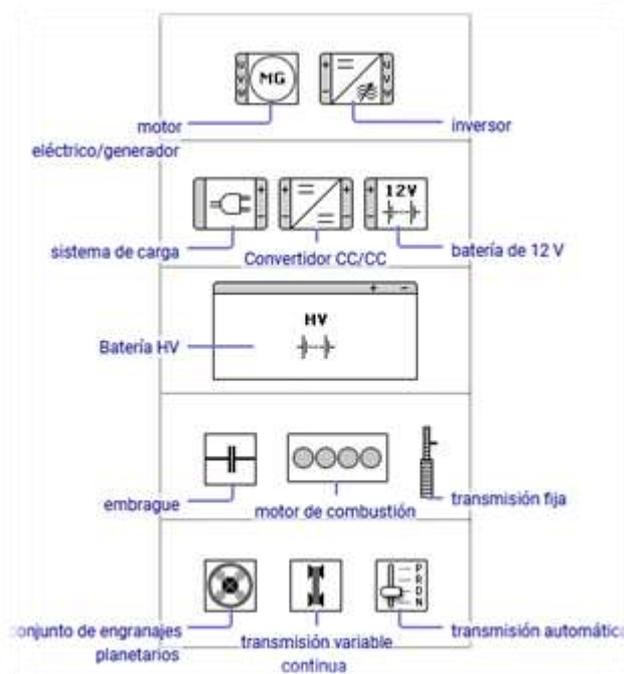
- Corriente de entrada y salida en la batería HV
- Voltajes por módulo de la batería de HV
- Calcula el estado de carga del SOC
- Mantiene las celdas de la batería de HV equilibrio
- Limita o evita la descarga o carga en caso de fallo
- Controla el ventilador de la batería de HV

## 2.6. Usos de batería de alta tensión

Las respectivas baterías de alta tensión son las encargadas de proporcionar energía a los vehículos híbridos e eléctricos para su movilidad y a su vez el respectivo funcionamiento al resto de componentes que son utilizados en los vehículos eléctricos

### Figura 16

*Simbología De Los Componentes*



*Nota.* En la figura que se puede observar se encuentra todos los respectivos componentes de una vehiculó hibrido y sus respectivos componentes y que la fuente de alimentación

principal será la batería de alto voltaje y el motor de combustión será la encargada de realizar la cara respectiva.

### **2.6.1. *Híbrido total***

La batería HV será la encargada de proporcionar la energía necesaria al motor eléctrico en los vehículos totalmente híbridos HEV (Hybrid Electric Vehicle) es la encargada de propulsar el vehículo a bajas velocidades este sistema solo funciona en modo eléctrico ya que al unirse conjuntamente al motor de combustión interna tendrá más potencia.

#### **Vehículos totalmente híbridos**

- Toyota Prius versión (2001)
- Lexus RX 400h (2006)
- Honda Accord Híbrido (2014)

### **2.6.2. *Híbrido enchufable***

En los vehículos enchufable PHEV (Plug Hybrid Electric Vehicle) el motor eléctrico es la encargada de propulsar el vehículo en circunstancias normales con la energía de las baterías de HV ya que son recargadas mediante enchufe externo.

- La batería HV puede recargarse externamente
- La batería de HV es mucho mayor porque puede circular durante distancias más largas en un modo totalmente eléctrico.

#### **Vehículos enchufables**

- Toyota Prius Enchufable (2014)
- Honda Accord Enchufable (2014)

- Porsche Panamera S E-Hibrido (2014)

### **2.6.3. Vehículo eléctrico con autonomía extendida (E-REV)**

El motor eléctrico de un vehículo E-REV (Extended Range Electric Vehicle) es la encargada de propulsar el respectivo vehículo en cualquier circunstancia mediante la batería de HV que son de grandes proporciones para recorrer distancias más largas por lo que entra en funcionamiento el motor de combustión interna en donde conectado a un generador recarga las baterías de HV.

#### **Vehículo con autonomía extendida**

- Opel Ampera (2011)
- Chevrolet (2012)
- BMW I3 REx (2013)

### **2.6.4. Vehículo totalmente eléctrico**

El vehículo eléctrico VE (Electric Vehicle) es propulsada solo a base de electricidad que brindaran las baterías de HV mediante las proporciones de la batería será la respectiva autonomía de un vehículo eléctrico.

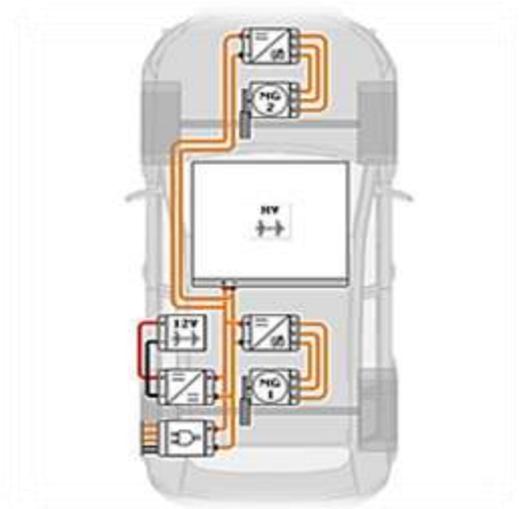
#### **Vehículos eléctricos**

- Nissan Leaf 2011
- BMW I3 2013
- Tesla Model S 2014

### 2.6.4.1. Configuración de un vehículo eléctrico

**Figura 17**

*Configuración de un vehículo eléctrico*



*Nota.* La configuración de un vehículo eléctrico con tracción a las 4 ruedas.

## 2.7. Sistemas de la batería de alta tensión HV

### 2.7.1. Sistema de gestión de la batería HV BMS

Este sistema se basa principalmente en mantener en buenas condiciones a la batería de alto voltaje haciendo que su rendimiento sea óptimo (Corporacion FICOSA, 2019) para la energía que se llegue a entregar y también protegiendo a la misma de diferentes descargas que se da en su interior.

El sistema BMS mide tres parámetros principales los cuales monitorea el consumo detallado, los cuales son: los voltajes de las celdas el flujo de corriente de las mismas y la temperatura que se produce en las mismas todo es se lo realiza para el control de carga y descarga de la batería para que se mantenga en los rangos e intervalos preestablecidos.

Cuando se presenta un error en el BMS este manda un código de error a la ECU de la batería que inmediatamente la envía a la ECU a través de una red CAN.

### **Figura 18**

*Sistema de gestión de la batería*



*Nota.* Aquí podemos observar la placa base que gestiona todos los datos de la batería que después son llevados a la ECU. Tomado de (Corporación FICOSA, 2019)

#### **2.7.2. Sistema de refrigeración de una batería HV**

Este sistema está conformado por elementos y fluidos el cual tiene la función de regular la temperatura.

Los sistemas de refrigeración que podemos encontrar son de agua el cual funciona por el mismo líquido refrigerante el cual realiza el intercambio de calor para realizar su ciclo de refrigeración otro sistema que se puede encontrar es la refrigeración por aire el cual aprovecha el flujo de aire que pasa por la carrocería del mismo vehículo.

**Figura 19***Sistema de refrigeración*

*Nota.* Podemos observar la circulación del calor por toda la batería y la ventilación de la misma la batería mostrada como ejemplo es de la marca Toyota Auris. Tomada de (Martos, 2018)

**2.8. Sistema del estado de carga SOC**

Este sistema se encarga de mostrar el porcentaje de carga que tiene la batería indicando la capacidad de la misma que viene dado en amperios-horas (Ah) cuando se habla de un vehículo híbrido el cual consta de un motor de combustión interna (MCI) y otro motor completamente eléctrico este sistema depende del motor a gasolina ya que dependerá de este para que la batería HV se vuelva a cargar, el MCI actúa cuando la batería pierde el 40% y se desactiva cuando la batería alcanza un estado del 50% siempre el MCI debe tenerle a la batería en un estado de  $\frac{3}{4}$  de su carga para su funcionamiento. (CHASI, 2014)

## 2.9. Revisión técnica

### 2.9.1. Instrumentos utilizados para su respectiva revisión

En el proceso mediante el escaneo de estos vehículos que cuentan con el sistema CAN Bus que permite las comunicaciones mediante un sistema electrónico que esta incorporado en su interior OBD II que la mayoría de las marcas de vehículos cuentan con este sistema obligatorio desde el año 2008 ya que el sistema permite cuidar el medio ambiente por lo que reduce el nivel de contaminación al medio en que nos encontramos por lo general este sistema trabaja junto a la ECU, los diferentes tipos de sensores, como actuadores y también módulos que permiten o llevan la información necesaria del trabajo realizado o a realizarse solo con el fin de poder disminuir al máximo la contaminación ambiental. (Contreras, Rodolfo, 2018)

#### Figura 20

Scanner FCar



*Nota.* En la siguiente figura podemos observar el scanner FCar que permite detectar las diferentes fallas y averías del vehículo.

Los respectivos analices que se obtuvieron en el respectivo cargador de la respectiva batería híbrida una vez que se pueden realizar los diferentes procesos como los siguientes observaciones de las baterías que se obtuvieron ya que debido a la exigencia que nos permita observar los diferentes módulos de control de las baterías que poseen estos vehículos y la velocidad con la que tiene que viajar la respectiva información atreves de

las redes multiplexadas del Can Bus son necesarios tres elementos las cuales son el TIS Techstream, el mini interfaz de la FCar para las respectiva Toyota y un laptop en donde se deberá descargar el software adecuado y así poder manejar la información adecuada.

### **Figura 21**

*Conector de interface*



*Nota.* En esta imagen observamos el conector de 16 pines que permite la comunicación entre el vehículo y el scanner.

El scanner que tiene las exigencias que se menciona el interfaz adecuado para un buen diagnóstico será el FCar por lo que esta herramienta permite obtener una buena información ya que permitirá una buena conexión mediante Bluetooth o USB del automóvil a la portátil en donde la ECU de las baterías será la encargada de enviar la información adecuada mediante una red multiplexada o Can Bus de todos los módulos de la batería como también del módulo del sistema híbrido para recibir las respectivas fallas o códigos DTC, el conector tendrá 16 pines OBD II que ira conectado en el vehículo en estos sistemas existen 2 sistemas de interfaz para el diagnóstico automotriz como lo es el OBD II y el otro que es el OBD I las cuales son las más utilizadas para obtener las respectivas falas o averías genéricas en el motor, o las respectivas fallas del fabricante. (Contreras, Rodolfo, 2018)



- El conector de 16 pines denominado J1962 permite la conexión mediante OBD II y OBD I.

**Protocolos de comunicación:**

- Bluetooth y USB.
- K.line ISO 9141
- KWP 2000 ISO 14230
- J1850 SAE
- PWM
- J1850 SAE
- VPW
- CAN 2 OB ISO 11898
- CAN ISO 15765-4

**Especificaciones:**

- Temperaturas de operación -25 a 65 °C
- Diagnóstico de interface 16 pines
- Conectividad tipo USB y Bluetooth
- Electricidad DC 5V -36 V
- Consumo 0.5 W
- Dimensiones: 323mm x 218mm x 42mm
- Pantalla de 10 pulgadas 16:10, 1.280 x 800 pixeles

- Sistema operativo Android 4.3
- Batería: polímero de litio 3,7V/10000mAh

**Figura 23**

*Especificaciones del scanner FCar*

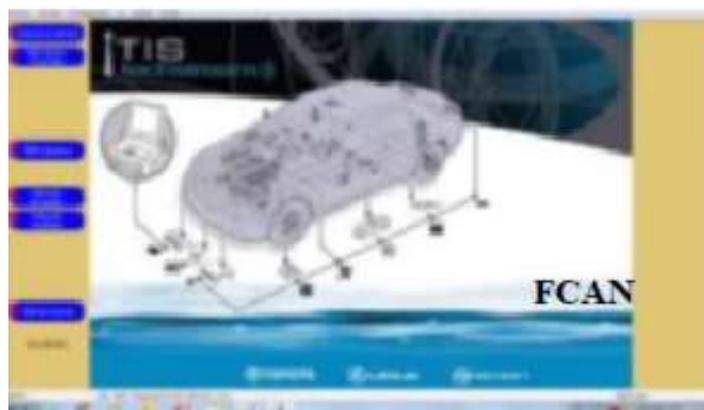


*Nota.* En la imagen se puede observar las especificaciones y características del FCar con la que permite observar las anomalías dentro de las baterías de alto voltaje.

El software permite la interacción con los diferentes tipos de vehículos de alta gama como gama baja para obtener la información de los datos de los diferentes sensores y poder realizar la función de realizar el trabajo a los actuadores realizar las programaciones, borrar historiales también sirve para poder realizar reprogramaciones de los módulos y así poder recalibrarlos mediante la interface para poder resolver las diferentes fallas en los diferentes tipos de vehículos híbridos como eléctricos. (Contreras, 2018)

**Figura 24**

*Software del vehículo híbrido*



*Nota.* En la figura anterior se puede observar la parte interna de vehículo que permite obtener la información del sistema de baterías de alto voltaje.

Una vez realizado la conexión de la interface y el respectivo software este puede a su vez descargarse en una laptop la cual tenga la memoria RAM y el disco duro con espacio suficiente para la descarga y poder guardar el programa con el fin de los diagnósticos a futuro.

**2.10. Fallas de DTC en las baterías de alto voltaje**

En el proceso de revisión una vez conectado con el vehículo mediante una interfaz y el respectivo software nos permitirá observar los diferentes tipos de DTC existentes como los que veremos a continuación.

## Figura 25

*Escaneo mediante el software y el FCar*



*Nota.* En esta imagen se observa el escaneo mediante el FCar para detectar las respectivas fallas

### **DTC: P3000 Batería híbrida en mal funcionamiento**

Este código informa una anomalía en el sistema híbrido de las baterías de alto voltaje mediante una señal que envía de la ecu para así poder seguir alertando al conductor de la dicha señal o señales que tengan por sus variaciones de voltaje que posean las respectivas celdas de la batería HV.

Para poder realizar la respectiva reparación o poder eliminar el respectivo código DTC se utiliza un scanner que nos pueda permitir observar el flujo de datos del sistema de las respectivas baterías híbridas.

Si en esta revisión de flujos de datos que se realiza se observa alguna anomalía en algunas de las respectivas celdas se deberá reemplazar y este Código de falla más común está asociada a una celda de la batería en mal funcionamiento, en mal estado o a su vez deteriorado por completo que si no se reemplaza se deterioran las demás.

### **DTC: P3009 Fuga de aislamiento detectado**

El siguiente código se presenta cuando la batería de alto voltaje se encuentra con una fuga dentro del sistema de aislamiento de cable, en la resistencia principal de 100 K de alimentación o menos

Para realizar la respectiva medición de aislamiento se utilizará un tester para realizar la medición de la resistencia de aislamiento entre el cable de alimentación (positivo) y el chasis del vehículo que será la tierra (negativo).

### **Figura 26**

*Tester de medición*



*Nota.* En esta imagen se observa el tester que permite la medición de corriente de altos voltajes.

### **DTC: P0A7F-123**

Por lo general este código se llega a presentar cuando las baterías híbridas presentan un deterioro dentro de un pack de las mismas en donde la ECU de la batería realiza las respectivas funciones, calcular el SOC o el estado de carga de la batería de alto voltaje mediante la medición del amperaje acumulado en la batería por lo cual permitirá el control de descarga y carga según las respectivas condiciones de manejo del automóvil.

El código se llega a activar cuando la resistencia interna de la batería es mayor que a lo establecido y mediante una variación de los paquetes de baterías uno mayor que el otro por lo que los componentes de las baterías de alto voltaje pueden estar afectados o a su vez estar afectado la unidad de control de baterías de alta tensión.

**DTC: POAE7-224**

Este código nos envía al escáner que existe un circuito elevado en el sistema de control del contactor de precarga de la batería de alto voltaje.

Circuito abierto o respectivo corto circuito a B+ en el circuito de relay de activación SMR1.

**DTC: POADC-226**

El siguiente código nos indica que hay un circuito elevado o alto en el sistema de control del contactor positivo de la batería de alto voltaje.

Circuito abierto o respectivo corto circuito a B+ en el circuito de relay de activación SMR2.

**DTC: POAEO-228 Sistema de control del contactor negativo en circuito alto**

Este código nos indica que existe un circuito sumamente alto en el sistema de control del conector negativo de la batería de alto voltaje.

Circuito abierto o respectivo corto circuito a B+ en el circuito de relay de activación SMR3.

**DTC: POAOD-350 Circuito elevado de interbloqueo del sistema de alta tensión**

Este código nos permite identificar un circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión ya que se presenta debido a la desactivación de los respectivos dispositivos de seguridad con el vehículo en stop como un ejemplo es el conector de seguridad o conector de servicio.

**DTC: POAOD-351 Circuito elevado de interbloqueo del sistema de alta tensión**

El siguiente código se presenta debido a la línea de la señal de interbloqueo se abre activa cuando el vehículo se empieza a moverse o a recircular.

Las áreas que se llegan a afectar son los cables, cables o conectores de la batería de alta tensión, como también la ECU que controla a la batería, el jumper de seguridad y por último el conjunto inversor con sus respectivos terminales que podrían estar averiados.

**DTC: POA84-123 Sistema de refrigeración en mal funcionamiento.**

El siguiente código de falla que envía la ECU es cuando existen problemas en el funcionamiento del sistema de refrigeración y ventilador este falla se presenta cuando la tensión de salida del conjunto de soplador del sistema de refrigeración de las baterías de alto voltaje es demasiado bajo ya que puede estar afectado o averiado el grupo de cables o a su vez el relé de la batería relé de integración con el que se llega a activar el soplador, el conjunto de soplador o la ECU de la batería.

La ECU de la batería es la encargada de controlar la velocidad del ventilador de la batería mediante un suministro de corriente mediante la activación de un relé y según la respectiva temperatura de la batería.

**DTC: UO29A-123 Perdida de comunicación con el modulo del sensor del conjunto de baterías de alta tensión.**

El siguiente código de falla se presenta cuando existe algún problema de comunicación en serie entre la ECU de la batería y la ECU del sistema híbrido estos códigos de fallas nos puede presentar cuando uno de los módulos o el cableado de la red de comunicación se encuentran defectuosos o averiados.

En donde la ECU de las baterías se encarga de detectar que algún dispositivo de seguridad este accionado y a su vez no permite el adecuado funcionamiento del sistema híbrido así apagando el relé principal. En donde los dispositivos de seguridad que se encuentran son tres, el primero se encuentra en la toma del conector de seguridad o denominado jumper de seguridad, el segundo se lo puede localizar en el cable del batidor que se encuentra al inversor con el convertidor, el tercero se lo puede localizar en la cubierta del terminal del inversor.

En este caso si uno de los dispositivos de seguridad antes mencionados se lleguen a activarse cuando el vehículo este en circulación la ECU de la batería podrá determinar

que el circuito está abierto y que los relés principales del sistema SMR1, SMR2 Y SMR3 no se apagan dejando al circuito abierto, en donde los dispositivos de seguridad deberán estar conectados correctamente y volver a prender el vehículo para que el circuito se cierre y a su vez el funcionamiento sea el ideal.

Si se encuentra este código de falla en la batería de alto voltaje se procederá a realizar el desmontaje de la misma, con el fin de realizar la respectiva inspección física y a lo posterior realizar la reaparición o realizar los cambios respectivos de los componentes ya deteriorados.

### Figura 27

*Bloques de celdas*



*Nota.* En la figura se puede observar el bloque de baterías que se encuentra en fallas uno de sus bloques que no entrega el voltaje adecuado.

## 2.11. Bancos de pruebas para baterías HV

### 2.11.1. Charger Reset

**Figura 28**

*Charger Reset*



*Nota.* La imagen nos muestra del panel de control del banco de pruebas para baterías HV realizado por estudiantes de la universidad UIDE. Tomado de (Valenzuela, 2018)

Este instrumento como función principal tiene evaluar el funcionamiento de baterías híbridas y eléctricas el cual también permitirá cargarlas y descargarlas, como siguiente función encontramos el restaurar celdas degradadas. (Valenzuela, 2018)

Fue construido con un diseño bajo normas de seguridad por ende posee dos bloques llamados A y B y en cada uno de ellos se puede colocar hasta 7 celdas con un voltaje nominal de 7,2 Voltios no debe superar los 60 voltios. (Valenzuela, 2018)

Cada celda que se conecte al charger reset será evaluada por un voltímetro digital así mismo para los procesos de carga y descarga cada uno poseerá un amperímetro individual, cada bloque se opera de manera individual. (Valenzuela, 2018)

## Capítulo III

### 3. Construcción del banco de pruebas

#### 3.1. Selección de elementos eléctricos y electrónicos mediante cálculos

Para la selección de elementos tenemos que tomar en cuenta el voltaje que va a alimentar al circuito electrónico siendo este 110 V con un amperaje máximo de 7 Amperios siendo esto un cálculo fundamental para saber la capacidad de cada elemento que conformara la placa principal del circuito donde encontraremos elementos electrónicos de condensación y limitador de voltajes.

##### 3.1.1. Cálculos del sistema de Carga

Cuando hablamos del circuito de carga encontraremos elementos de capacidad de condensación de energía siendo el cálculo un valor teórico dando como resultado encontrar en el mercado un elemento que se aproxime al cálculo obtenido de estos elementos adaptándose a las condiciones requeridas para que soporte la capacidad de corriente que entre en el circuito.

##### 3.1.1.1. a. Voltaje pico de entrada

En este cálculo realizaremos la obtención del voltaje máximo del circuito la cual detallaremos en la ecuación siguiente:

**Ecuación 1** *Voltaje máximo del circuito*

(Malvino&Bates, 2007)

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

Donde las incógnitas son:

El voltaje máximo = Voltaje Pico

$V_{rms}$  = Voltaje de alimentación.

$V_p$  = Voltaje de carga

Donde encontramos que el  $V_{rms}$  (Voltaje de alimentación) es igual a 110 Vac siendo el cual va alimentar a todo el circuito del banco de pruebas de baterías HV.

La Raíz cuadrada de 2 es igual a 1.41

Resolución de la fórmula:

$$V_{p.inicial} = 1,41 \times 110V$$

Encontrado que el voltaje pico de entrada es igual:

$$V_{p.inicial} = 155,56 V$$

### 3.1.1.2. b. Voltaje pico de salida

Para encontrar el valor de voltaje de pico de salida aplicaremos la siguiente formula:

**Ecuación 2** *Voltaje pico de salida*

(Malvino&Bates, 2007)

$$V_{p.salida} = V_{p.inicial} - 1.4V$$

Encontrando el valor de voltaje de pico inicial siendo este 155,56 V obtendremos un valor de pico de salida de:

$$V_{p.salida(110v)} = 154,16 V$$

### 3.1.1.3. c. Puente rectificador de onda

Sabiendo el Valor de voltaje de pico de salida calcularemos la capacidad del puente rectificador basándonos en la siguiente formula:

**Ecuación 3** *Capacidad del puente rectificador*

(Malvino&amp;Bates, 2007)

$$PIV = V_{P.salida}$$

Donde las incógnitas son:

PIV= Tensión inversa de pico

Vp= Voltaje de pico de salida

Encontrándonos con un voltaje de 110V podemos deducir que:

$$PIV = 154,16 V$$

#### 3.1.1.4. d. Cálculo de capacidad del condensador electrolítico

La ecuación para calcular el almacenamiento de un condensador electrolítico es:

##### **Ecuación 4** *Capacidad de almacenaje*

(Richard, 1994)

$$W = 0,5 CV^2$$

Donde las incógnitas encontradas son:

W= Energía almacenada calculada que nos da en la unidad de (J).

C= Capacidad del condensador que nos da en la unidad de ( F).

V= Voltaje de pico de salida

Datos del condensador seleccionado para el circuito:

Un condesando de 450 uF V a 250 V

El voltaje de pico de salida es igual a 154,16 V

Resolución de la ecuación:

$$W = 0,5 (450 \mu\text{f} \times 10^{-6})(154,16 \text{ V})^2$$

Obteniendo un resultado de

$$W = 5,34 \text{ J}$$

Cálculo de potencia del condensador electrolítico

Utilizaremos la siguiente ecuación:

**Ecuación 5** *potencia del condensador*

(Richard, 1994)

$$P = \frac{W}{t}$$

Donde las incógnitas son:

P= Potencia dada en la unidad de vatio (w)

W= Cantidad de energía almacenada

t = Tiempo

Una vez encontrada la cantidad de energía almacenada siendo esta 5,34 J replazaremos en la ecuación los datos obtenidos también asumiendo que el tiempo es de 8ms

$$P = \frac{5,34 \text{ W} \times \text{s}}{0.008 \text{ s}}$$

Obteniendo un resultado de:

$$P = 667,5 \text{ W}$$

El condensador va hacer sometido a una intensidad máxima de 8 amperios analizando los valores del condensador electrolítico seleccionado cumple con las funciones

principales para el circuito de carga de la batería HV teniendo en sus características los valores de 450uF y 250 V es un elemento primordial para el circuito.

### 3.1.1.5. f. Cálculo de la potencia del diodo rectificador de protección.

Este cálculo nos ayudara a saber la potencia máxima que debe tener el diodo todo esto para proteger al circuito de una sobrecarga para que no tengamos elementos dañados para esto aplicaremos la siguiente ecuación:

#### **Ecuación 6** *Potencia máxima del diodo*

(Malvino&Bates, 2007)

$$P_D = V_{max} \times I_{max}$$

Encontraremos un voltaje máximo de 155,56 V y un amperaje máximo de 7 Amperios entonces remplazando en la ecuación tendremos el siguiente resultado:

$$P = 155,56V \times 7A$$

El resultado obtenido es:

$$P = 1088.92 \text{ Watt}$$

El diodo que seleccionamos tiene por capacidad de corriente un amperaje de 10 A pudiendo soportar una sobrecarga del circuito, todo esto para proteger al mismo de alguna sobrecarga.

### 3.1.1.6. g. Calculo para la intensidad de carga del foco halógeno.

La ecuación que se utilizara para este cálculo es el siguiente:

#### **Ecuación 7** *Intensidad de carga*

(Miguel, 2001)

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde las incógnitas encontradas son:

I= Intensidad (A).

V= Voltaje (V).

P= Potencia (w).

Deduciendo los datos obtenidos tenemos que el voltaje es de 110V y la potencia esta descripta en la base del foco halógeno donde es 300w. Remplazando en la ecuación tenemos los siguientes resultados:

$$I = \frac{300 \text{ V} \times \text{Amp}}{110 \text{ V}}$$

Obteniendo un resultado de:

$$I = 2,7 \text{ A}$$

Con este resultado podemos obtener el cálculo de la intensidad de carga de la batería HV donde aplicaremos la siguiente ecuación:

### **Ecuación 8** *Carga del sistema*

(CHASI, 2014)

$$I_{Carga} = I_{Alimentación} - I_{Foco \text{ Halógeno}}$$

Remplazando los datos de la ecuación tenemos lo siguiente:

$$I_{Carga} = 7 \text{ Amp} - 2.7 \text{ Amp}$$

El resultado obtenido es:

$$I_{Carga} = 4.3 \text{ A}$$

### 3.1.2. Cálculos para el circuito de descarga

#### 3.1.1.7. a. Calculo para la intensidad de descarga de los focos halógenos.

En el circuito de descarga los focos halógenos se van a encender entonces debemos calcular la corriente que pasa por el circuito de estos utilizaremos la misma ecuación del sistema de carga del foco halógeno descrito anteriormente.

$$I = \frac{P}{V}$$

Los datos que tenemos son los siguientes:

Los focos halógenos tienen una potencia de 300w y el voltaje de la batería es de 101.2 V, tenemos que tener en cuenta que los focos halógenos que utilizaremos serán 3 de la misma potencia, reemplazando en la fórmula tenemos lo siguiente:

$$I = \frac{300 \text{ V} \times \text{Amp} \times 3}{101,2 \text{ V}}$$

Obteniendo como resultado:

$$I = 8.89 \text{ A}$$

#### 3.1.1.8. b. Capacitor poliéster

Para calcular la capacidad del condensador tipo poliéster debemos tener en cuenta la distancia de sus placas que en este caso optamos por 0.3mm siendo sus placas de  $0,6m^2$  y encontraremos su capacidad con la ayuda de la siguiente ecuación:

**Ecuación 9** *Capacidad del condensador Poliéster*

(Miguel, 2001)

$$C = \frac{\epsilon}{4 \times \pi \times 9 \times 10^9} \times \frac{S}{d}$$

Donde las incógnitas encontradas son:

$C$  = Relación de construcción del condensador.

$D$  = Espesor del dieléctrico

$\epsilon$  = Constante dieléctrica aislante

(Miguel, 2001) “La constante dieléctrica aislante tiene un valor de 3, el valor se lo encuentra por el tipo de sustancia que se va a utilizar en nuestro caso de poliéster.”

$$C = \frac{0,3}{4 \times \pi \times 9 \times 10^9} \times \frac{0,6m^2}{0.0003}$$

El resultado obtenido es:

$$C = 5,31 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Para la selección de este capacitor poliéster lo más cercano que se pudo conseguir en el mercado fue el de capacidad de 0,22 uF (microfaradios) cumpliendo con los parámetros que exige el circuito.

### 3.1.1.9. c. Calculo para los voltímetros

En este caso cada voltímetro está diseñado para medir cada celda de la batería de alto voltaje individualmente siendo el voltaje de cada celda de 10.1 V , cada voltímetro tiene una capacidad máxima de medición de 30V pudiendo medir también por packs de 2 celdas con la siguiente ecuación podremos determinar el valor de cada pack:

#### **Ecuación 10** *Voltaje del Pack*

(Augueri, 2012)

$$V_{Pack} = V_{módulo} \times 2$$

Remplazando los datos tenemos lo siguiente:

$$V_{Pack} = 10,1 \text{ V} \times 2$$

El resultado obtenido es:

$$V_{Pack} = 20,2 V$$

### 3.2. Componentes utilizados

**Tabla 2**

*Elementos eléctricos y electrónicos*

<b>Nº</b>	<b>Elementos</b>	<b>Utilizados</b>
1	Focos halógenos.	4
2	Puente de diodos 10 AMP	1
3	Condensador electrolítico 450 uf * 250v	1
4	Diodo rectificador 10 AMP	1
5	Condensador poliéster 204j x 250v	3
6	Voltímetros digitales	10
7	Amperímetros analógicos	2
8	Multímetro digital	1
9	Placa de fibra de vidrio	1
10	Resistencia shoter	2
11	Voltímetro general de la fuente	1
12	Baquelita	1
13	Cableado de alambre	No 16 y 18
14	Bornero azul de 2 pines	20 pares

<i>N<sup>o</sup></i>	<b>Elementos</b>	<b>Utilizados</b>
15	Interruptor metálico tipo palanca	6
16	Batería de alto voltaje	1

El respectivo banco de pruebas de la batería de alto voltaje está compuesto por diferentes elementos eléctricos como electrónicos ya que permiten la conducción y a la vez la limitación de las corrientes como de entrada y de salida, en la tabla anterior se enumera los componentes con la cantidad y sus respectivas características de su capacidad habitual y valores que se establecieron para su construcción.

### **3.3. Análisis de la parte eléctrica del circuito de carga y descarga**

#### ***3.3.1. Componentes eléctricos de la batería HV***

##### ***3.3.1.1. Interruptor metálico tipo palanca***

La función principal de estos interruptores en el circuito del banco de pruebas será controlar la función de carga y descarga mediante (ON) encendido y (OFF) apagado que se seleccionará al momento de realiza una de las dos funciones ya mencionadas.

#### **Figura 29**

*Interruptor metálico*



*Nota.* En la siguiente figura se observa los interruptores utilizados para el respectivo banco de pruebas son de un material metálico de acero inoxidable y de una larga duración.

### 3.3.1.2. *Amperímetro análogo*

El amperímetro analógico tendrá como prioridad realizar la función de medir la intensidad de corriente que se encuentre recirculando por los circuitos de descarga y carga de la batería de alto voltaje con una escala de 0 a 50 amperio que estará conformado por 2 amperímetros en el banco de pruebas una de carga y la otra para la descarga.

#### **Figura 30**

*Amperímetro análogo*



*Nota.* El amperímetro análogo será capaz de medir la corriente que pasa por el circuito tanto de carga como la de descarga.

### 3.3.1.3. *Puente de diodos 10 AMP*

El puente de diodos permitirá la conversión de la corriente alterna AC que llega desde la fuente hasta a la placa electrónica en donde la corriente AC es convertida a DC, esta acción se realiza gracias al puente de diodos ya que cuenta con 4 terminales que serán 2 terminales para la corriente alterna (Entrada) y 2 terminales de corriente continua (Salida).

**Figura 31**

*Puente de diodos*



*Nota.* El puente de diodos será capaz de permitir la conversión de corriente alterna a corriente continua.

#### **3.3.1.4. Condensador electrolítico 450 uf \* 250v**

Es el elemento más grande de placa electrónica por su tamaño y una capacidad superior al resto de los elementos, que se emplea en el circuito electrónico e eléctrico su única función será la de almacenar una carga estimada para que luego se vaya descargando en un tiempo estimado dependiendo de la corriente que entre al circuito y a la vez controlar un voltaje de salida filtrando señales de corriente que enviará el puente rectificador al condensador.

**Figura 32**

*Condensador electrolítico*



*Nota.* El condensador electrolítico será capaz de almacenar cierto voltaje para que no haya descarga en el circuito luego de su desactivación del banco de pruebas.

### **3.3.1.5. Diodo rectificador 10 AMP**

El diodo rectificador permitirá la protección en la placa principal y de los demás sistemas ya que su función principal será el de permitir el paso de corriente eléctrica en un único sentido protegiendo así los circuitos eléctricos de carga para que no pueda regresar algún circuito de carga cuando este activado o desactivado.

#### **Figura 33**

*Diodo rectificador*



*Nota.* Es una protección de los diferentes circuitos eléctricos ya que permite el paso de corriente de forma segura.

### **3.3.1.6. Condensador poliéster 204J x 250V**

Al utilizar los 3 condensadores poliéster permitirá regenerarse por lo que posee características regenerativas a causa de sobretensiones, y a su vez estarán conectados a dos focos halógenos de 300w en serie a cada condensador y que mediante un interruptor serán controlados por lo que tendrán la función de absorber las corrientes que pasan cuando el interruptor este apagado y que ya no permita encender los respectivos focos de descarga cuando se esté cargando la batería.

**Figura 34**

Condensador poliéster



*Nota. la figura anterior perteneciente al condensador poliéster tendrá la función de realizar la protección de los focos halógenos.*

### **3.3.1.7. Porta lámparas tipo boquilla**

Las porta lámparas de los focos halógenos de 300w estarán incorporadas en la parte superior del banco de pruebas, para que puedan sostener a los 4 focos como la de carga y descarga y que son capaces de soportar grandes temperaturas ya que está compuesto de aluminio e instalado al exterior de forma segura y fuera de materiales que se puedan derretir con facilidad como los cables.

**Figura 35**

*Porta lámparas*



*Nota. El porta lámparas permitirá el sostén de los halógenos para que no se puedan caer o manipularse.*

### **3.3.1.8. Focos halógenos**

Los respectivos focos halógenos son utilizados por su larga vida útil y una gran capacidad de salida de luminosidad que las demás ofrecen, ya que nos permiten regular la luminosidad con la que estemos interactuando en el banco de pruebas por lo que contaremos con 4 focos halógenos una para verificar la carga y los tres 3 focos halógenos que se utilizaran para su respectiva descarga.

#### **Figura 36**

*Focos halógenos*



*Nota. los respectivos focos halógenos que son de una capacidad de 300 w y que a la vez son regulables, mediante la corriente que se encuentre activada.*

### **3.3.1.9. Bornero azul de 2 pines**

Las borneras tienen como objetivo la entrada y salida de las respectivas corrientes que se utilizarán mediante la práctica o uso del banco de pruebas ya que contará con 24 borneras, 4 de salida y entrada de corriente principales y las otras 20 borneras estarán en una fila de 2 filas de 10 tanto positivo de color rojo y negativo de color negro que tendrán lugar para los voltímetros digitales a medir.

**Figura 37**

*Bornera 2 pines*



*Nota.* La figura anterior se puede observar la bornera de color azul que permitirá la conexión de las respectivas bananas y a su vez permite la conexión negativa y positiva en el banco de pruebas.

#### **3.3.1.10. Cableado de alambre**

En la parte del cableado del alambre se utilizó un número 16 para la parte principal de la entrada de corriente, número 16 para la conexión de las borneras y la número 18 para los voltímetros digitales ya que se especifican en los respectivos colores cada cable que ingresa y sale como negativo y positivo.

**Figura 38**

*Conexiones*



*Nota.* Las conexiones fueron realizadas de forma ordenada y a base de los circuitos eléctricos como electrónicos.

### ***3.3.1.11. Voltímetros digitales***

Este instrumento nos permitirá la visualización de los respectivos voltajes en cada uno de las celdas con las que están compuestas las baterías, pero no pueden conectarse más de 10 celdas a la vez y que a su vez será controlado hasta un máximo de 30 voltios es de forma rectangular y de gran utilidad en la parte eléctrica y electrónica ya que interpreta el voltaje de forma numérica y sencilla.

#### **Figura 39**

*Voltímetro digital*



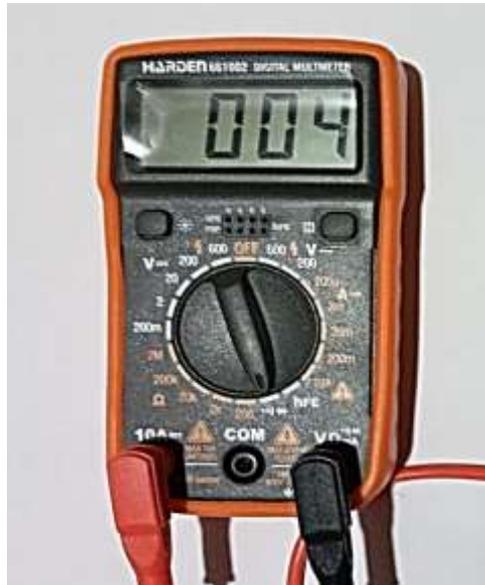
*Nota.* El voltímetro es de forma rectangular y de 3 dígitos con una capacidad de 30 v.

### ***3.3.1.12. Multímetro digital***

El objetivo principal del multímetro digital será de cumplir con la única función principal de medir el voltaje adecuado e ideal de la batería de alto voltaje como cada una de las celdas, como medir la entrada y salida de corriente en cada uno de los voltímetros que dará lugar a un voltaje para poder verificar las respectivas mediciones para que no haya sobre carga o un mal almacenamiento en el banco de pruebas.

**Figura 40**

*Multímetro digital*



*Nota.* El instrumento será el necesario para realizar las respectivas mediciones en el banco de pruebas ya sea la salida o la entrada de corriente.

### ***3.3.1.13. Batería de alto voltaje***

La batería de alto voltaje nos permitirá el estudio y a la vez el trabajo práctico ella realizando la carga y descarga mediante el banco de pruebas ya que estas baterías tienen un voltaje alrededor de 100 a 110 DC las celdas de las baterías están compuestas de litio ya que permite una mejor autonomía en el vehículo eléctrico.

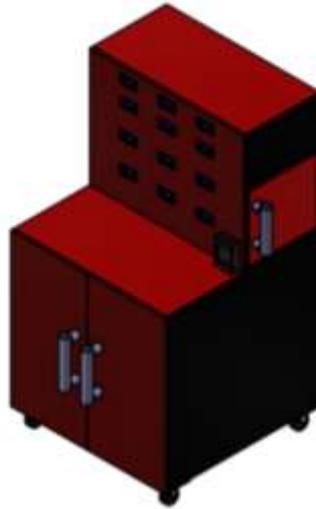
**Figura 41***Batería de alto voltaje*

*Nota.* En la figura anterior se observa la batería de alto voltaje utilizadas para las respectivas pruebas en el banco de prueba.

**3.4. Construcción del Banco de Pruebas de Baterías de HV****3.4.1. Dimensionamiento del proyecto técnico**

La construcción y la respectiva estructura del banco de pruebas tienen como objetivo a la carga y descarga de las baterías de alto voltaje y que a la vez tendrá la durabilidad y la resistencia adecuada tanto los materiales como los elementos internos, se ha realizado un boceto en el software denominado inventor tanto en 2D como también en 3D para su construcción adecuada.

El banco de pruebas como estructura en el boceto creado en inventor 3D está compuesto en la parte superior con los componentes eléctricos, electrónicos y los respectivos componentes que se llegan a visualizarse ya que cada uno de ellos tendrán una función adecuada en cada uno de los procesos de carga y descarga ya que permitirán

**Figura 42***Dimensionamiento del banco de Pruebas*

*Nota. El diseño se realizó en el programa de Inventor 2019*

En la Figura 42 podemos observar la vista isométrica del banco de pruebas para la comprobación de baterías HV donde se pueden ver las perforaciones que se realizarán para los diferentes dispositivos electrónicos de medición, este diseño se lo realizó en el programa de AUTODESK INVENTOR 2019 donde este nos permite diseñar cualquier elemento de forma sencilla, también nos permite realizar la función de simular la resistencia que tiene el objeto diseñado donde aproximadamente el banco de pruebas tiene que soportar una carga de 40kg lo que pesa la batería HV.

### 3.4.2. Montaje del módulo

**Figura 43**

*Armado del modulo*



*Nota.* En la imagen podemos observar los primeros ensambles de lo que será el banco de pruebas

El material seleccionado fue melamina con un grosor de 15mm reforzado en la parte superior donde las baterías se van a colocar para realizar pruebas en ellas ya que al tener un peso considerado este material tiende a pandearse pero al reforzarlo en dicha parte con un grosor de 30mm está completamente seguro para que no se doble siendo una base resistente y duradera, este material también fue seleccionado por la razón que es aislante el material se lo relaciona con cartón prensado pero la gran diferencia es que este es contra la humedad y también reforzado con fibra de PVC de color negro.

### 3.4.3. Ruteados en el módulo

**Figura 44**

*Perforación para voltímetros*



*Nota.* Las perforaciones se las realizo con las medidas de cada elemento que iba hacer colocado

Aquí se puede observar los ruteados de los voltímetros donde en este caso fueron 10 y 1 voltímetro es de tipo redondo donde se evidenciará el voltaje general del circuito para esto se utilizó un taladro y después una pequeña sierra para empezar a darle la forma rectangular en este caso al ser un material con un espesor significativo tenemos que primero realizar una perforación para que pueda entrar una sierra y empezar a darle forma ya que a diferencia del MDF este material es más resistente.

**Figura 45**

*Calado de los interruptores*



*Nota.* Podemos observar la perforación para lo que serán los interruptores.

Para los interruptores de doble posición con la ayuda de un taladro empezamos a realizar las perforaciones respectivas en este caso son 6 interruptores de doble posición siendo estos los siguientes:

- 1 interruptor controlara la carga.
- 1 interruptor contralara la descarga
- 3 interruptores controlaran los 3 consumidores en este caso los focos halógenos de 30 W.
- 1 interruptor encenderá todo el banco de pruebas.

#### 3.4.4. Terminado

**Figura 46**

*Terminado del banco de pruebas*



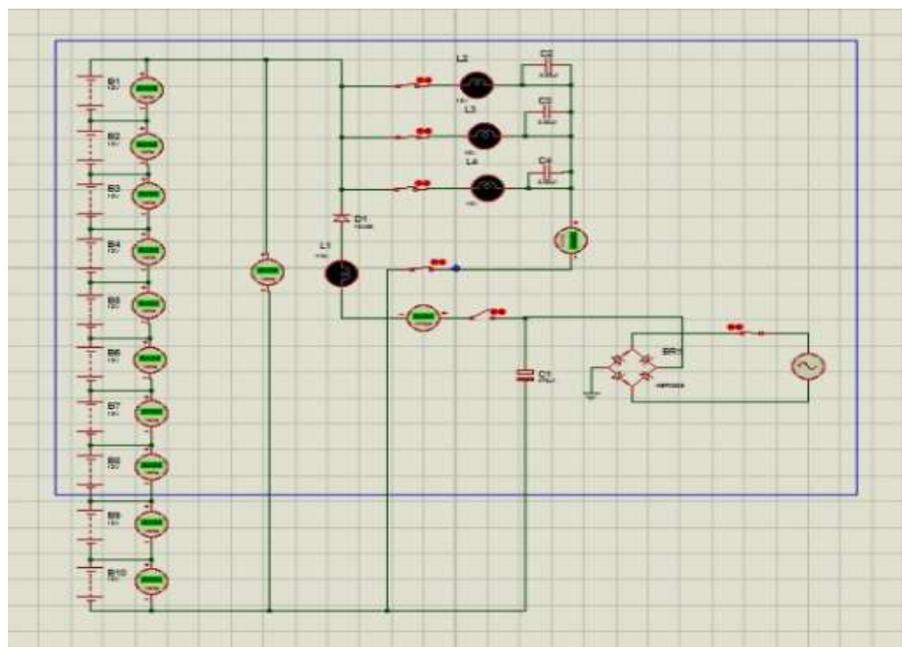
*Nota. Se observa la colocación de cada elemento del banco de pruebas.*

Una vez realizado todos los ruteados en la parte frontal del banco de pruebas colocamos todos los elementos de medición y control aquí se puede observar todos los voltímetros de medición y también las terminales bananas para colocar los cables de conexión hacia las celdas de la batería y hacia el multímetro general de medición y la otra banana a la batería para realizar el proceso de carga y descarga.

### 3.4.5. Circuito de carga y descarga

**Figura 47**

*Circuito electrónico*



*Nota.* En la imagen podemos observar lo que será el circuito el cual se imprimirá en una baquelita para instalarlo en el módulo ya ensamblado

Para la simulación del circuito electrónico utilizamos el programa de PROTEUS 2018 donde también nos facilita lo que es el diseño de la placa para imprimir las pistas y poder ubicar de manera impresa los elementos respectivos que fueron calculados.

El circuito de carga y descarga va a estar conectado a un voltaje de 110V cuando este entre en contacto con el puente de diodos este cambiara de ser un VAC a un VDC estando también conectado en paralelo a un condensador para que soporte la cantidad de voltaje suministrado actuando también como un filtro de salida para el mismo después de eso no encontramos con una conexión en serie hacia un foco halógeno y un diodo protector en caso de una sobretensión.

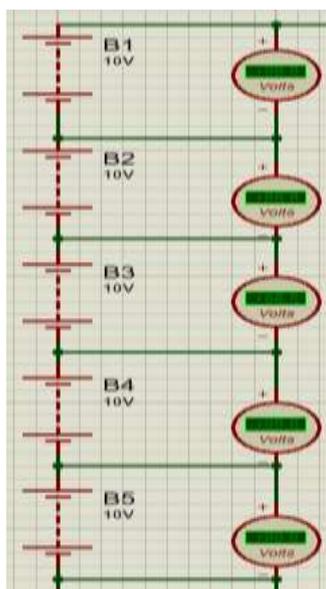
Para la descarga de la batería esta será conectada en ambos polos, su polo positivo y negativo de la batería en el cual activaremos el interruptor de descarga siempre y cuando el interruptor de carga este apagado caso contrario este hace un corto circuito por el

choque de cargas entonces una vez hayamos cumplido este paso podemos activar los otros tres interruptores de los consumidores que en este caso son los focos halógenos, estos controlaran el tiempo de descarga de la batería para una correcta descarga la batería deberá estar en su máxima capacidad de carga para poder realizar el proceso y verificar el tiempo que se demora en descargarse cada celda a un voltaje de 2 a 3 V en el caso del módulo sería una descarga de 5 a 6 V para así poder comprobar el tiempo de recuperación de las mismas y ver que celda o q pack está dañado y debe ser restaurado.

### 3.4.6. Conexión de los voltímetros digitales

**Figura 48**

*Conexión eléctrica de los voltímetros*



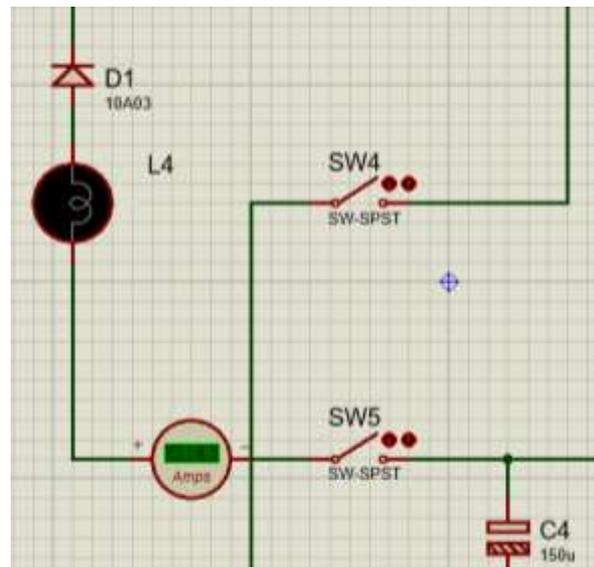
*Nota.* Estos nos ayudaran a medir el voltaje de cada celda individual y el valor de cada pack

En el banco de pruebas estos estarán conectado a las borneras inferiores siendo un total de 20 borneras los cuales están clasificados en 10 positivos de color rojo y 10 negativos de color negro donde estos se conectarán a cada celda de las baterías o a cada pack de las mismas siempre y cuando el voltaje no supere los 30V de capacidad de los mismo.

### 3.4.7. Conexión del amperímetro de carga

**Figura 49**

*Conexión del amperímetro de carga*

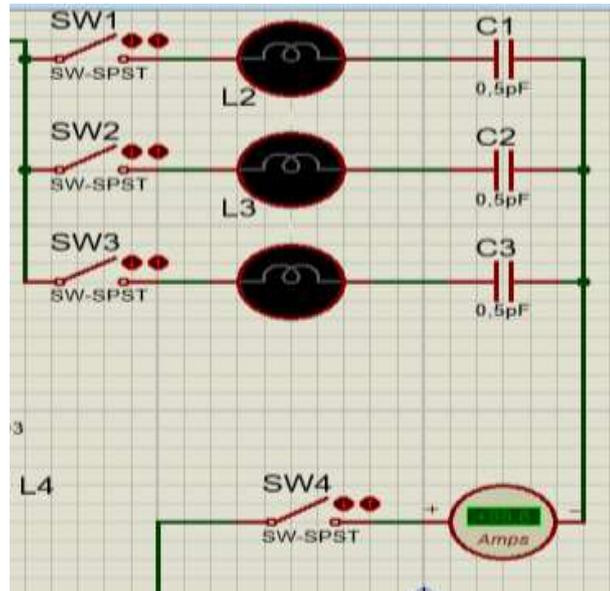


El amperímetro de carga se pondrá en acción cuando el interruptor se cierre dependiendo la práctica este debe estar habilitado o deshabilitado después de ponerse en marcha este medirá el amperaje con el cual está trabajando el circuito para la carga del batería conectado a un foco halógeno y en serie a un diodo de protección.

### 3.4.8. Conexión del amperímetro de descarga

**Figura 50**

*Conexión del amperímetro de descarga*

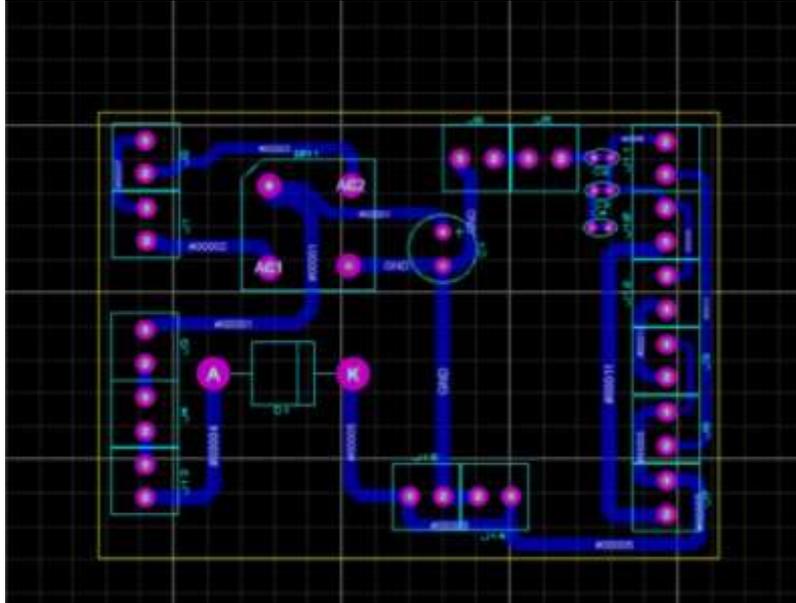


El amperímetro de descarga medirá la corriente que absorbe los focos halógenos para que la batería sea descarga cuando el interruptor este activado empezara a funcionar este amperímetro conectado en serie a los 3 condensadores tipo poliésteres de 0,22uF, los focos también estarán conectados en serie a sus respectivos interruptores.

### 3.4.9. Diseño de pistas

**Figura 51**

*Disposición de elementos electrónicos*



Aquí podemos observar la disposición donde será ubicado cada elemento que seleccionamos para este circuito esta simulación la podemos realizar en PROTEUS 8 2018 mismo en la opción de ARES PCB donde nos facilita la simulación en 3D para observar cómo quedaría definitivamente la placa en fibra de vidrio de baquelita

### 3.4.10. Conexión de toda la placa a los elementos de control

**Figura 52**

*Conexión eléctrica*



Después de soldar toda la placa empezamos desde los bornes de la placa mismo a conectar a los diferentes elementos de control para que podamos empezar hacer funcionar a todo el circuito, pero ya instalado en el banco de pruebas con todos los elementos ya acertados en la parte frontal del módulo.

## Capítulo IV

### 4. Pruebas de funcionamiento

#### 4.1. Revisión técnica de las celdas

##### 4.1.1. Observación de la condición física de la batería HV

#### Figura 53

*Estado Físico de la batería HV*



*Nota.* Aquí podemos apreciar una batería HV.

Para diagnosticar un mal funcionamiento de la batería híbrida de alto voltaje inspeccionamos visualmente en qué estado físico esta se encuentra donde se puede observar que las varillas de sujeción no están remachadas si no que se encontró puestos unos tornillos de cabeza plana la cual se puede deducir que esa batería ya pudo haber sido reparada y ese podría ser un indicio de la falla, ya que no viene de fábrica mismo si no que algunas celdas ya pueden estar remplazadas.

#### 4.1.2. Observación de las lengüetas de conexión

##### Figura 54

##### *Lengüetas de conexión*



*Nota.* Podemos apreciar las lengüetas de conexión de la batería la que hace posible la suma de voltajes de cada celda.

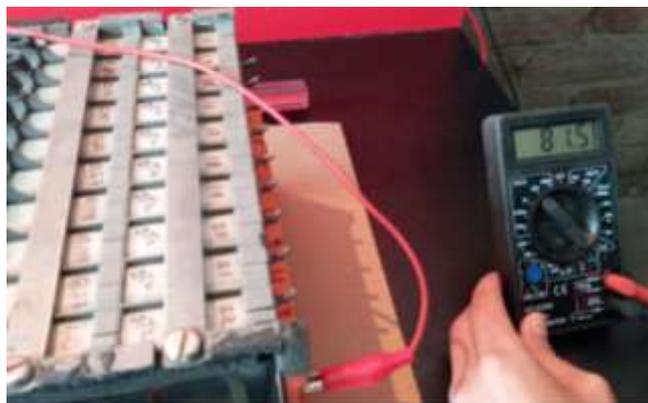
Estas lengüetas son las encargadas de conectar en serie a todas las celdas para sumar el voltaje de toda la batería dándonos un resultado de 101,2 V general de toda la batería híbrida en este caso se detectó a estos conectores sulfatadas por falta de mantenimiento y con la ayuda del multímetro en estado de continuidad se pudo analizar que algunas lengüetas tenían buen contacto afectando así al paso de voltaje presentando una mayor resistencia y dificultad para que la batería se encuentre en un buen estado de alimentación.

### 4.1.3. Prueba de carga

Para el proceso de carga verificamos que la batería nos dé un voltaje de mayor a 80V para verificar que en realidad algunas celdas y pack si están funcionando correctamente entonces procedemos a encender el interruptor general del módulo y después procedemos a encender el interruptor de carga y conectamos los cables de alimentación hacia la batería.

#### Figura 55

*Voltaje de carga de la batería*



*Nota.* En la imagen podemos apreciar el voltaje máximo que nos da la batería HV,

Cuando se encuentra activado la función de carga de la batería el foco halógeno se encenderá con más intensidad mientras se va cargando está llegando a un voltaje máximo de 101,2V que sería una batería en buen estado.

## Figura 56

*Carga activa*



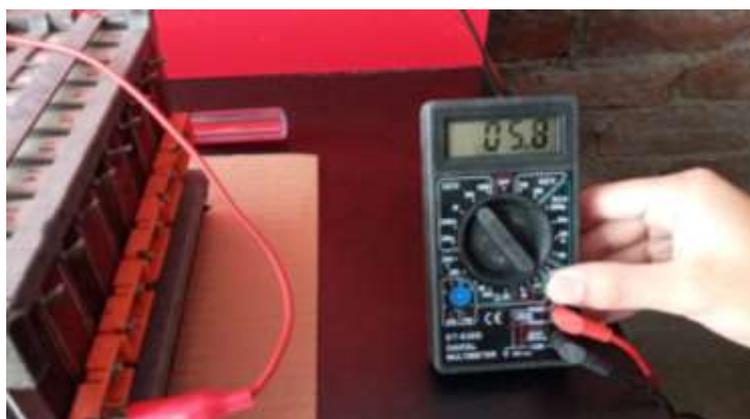
*Nota.* La imagen nos muestra el foco halógeno de carga en el modo de activación.

### 4.1.4. Prueba de descarga

Se procede a realizar la descarga de la batería de alta tensión el cual con la ayuda del banco de pruebas encendemos el interruptor general y después encendemos el interruptor de descarga con todos los focos halógenos que en este caso serian los consumidores para que descarguen la batería hasta llegar a un voltaje total de 5,8 V con este valor se puede deducir que la batería se encuentra descargada.

## Figura 57

*Voltaje mínimo de la batería HV*



*Nota.* La imagen nos muestra la conexión del multímetro digital hacia la batería HV.

Cuando se procede a realizar la descarga de la batería los focos halógenos se encenderán con la misma cantidad de energía que tenga en ese momento la batería y

mientras esta se vaya descargando los focos irán perdiendo intensidad al punto de apagarse cuando esta llegue a un voltaje de 5,8 V.

### **Figura 58**

*Descarga activada*



*Nota.* En la imagen podemos observar la activación de los 3 focos halógenos para una descarga más rápido de la batería HV.

#### **4.1.5. Desarmado de la Batería HV**

### **Figura 59**

*Desmontaje de la batería HV*



*Nota.* Podemos apreciar el proceso de desmontaje de una batería HV quitando las varillas de sujeción de acero

Después de dar una revisión del estado físico de la batería y anotando las posibles causas de sus fallos se procede a desmontar para verificar los voltajes en cada celda de la batería para eso con la ayuda de un desarmador plano y un taladro se empiezan a quitar

los tornillos de sujeción del bastidor tanto de la parte superior como la parte inferior y con el taladro se empiezan a quitar los remaches que van hacia el bastidor una vez quitamos todos los remaches y tornillos quitamos las lengüetas de conexión con la ayuda de una racha con medida de 8mm para estos procedimientos usamos guantes aislantes ya que la suma de toda la batería puede dar 101,2 voltios siendo un voltaje peligroso por eso se debe utilizar equipo de protección.

### **Figura 60**

*Bastidor de la Batería y cuerpo de celdas*



*Nota.* En la imagen podemos observar el cuerpo de celdas de una batería HV

Separa el bastidor del cuerpo de celdas se procede a realizar la separación de cada celda la batería en medio de cada ceda tiene unos separadores aislantes los cuales debemos quitar con mucho cuidado ya que tiene unos sujetadores frágiles y si se llegase a romper el separador no cumpla su función quedando inservible en medio de dos celdas

**Figura 61***Separador aislante*

*Nota.* La imagen nos muestra el separador que tiene cada celda para que no exista contacto entre ellas

**4.1.6. Celdas individuales**

Una vez sacados los separados de celdas empezamos a separarlas en el orden de positivo y negativo para no olvidar como deben volver a estar conectadas se recomienda hacer las medidas de estos voltajes en ese mismo orden.

**Figura 62***Celdas*

*Nota.* En la imagen podemos observar las celdas en su respectivo orden

#### 4.1.7. Medición de celdas individuales

Se procede a colocar a las celdas en una fila para conectar los bornes hacia cada una de ellas tanto el positivo como el negativo de las mismas para este procedimiento la batería debe estar cargada para observar la máxima cantidad de voltaje en cada una de ellas y ver las diferentes pérdidas de tensión que se tiene.

#### Figura 63

*Medición de voltajes*



*Nota.* En la imagen podemos apreciar las conexiones hacia las celdas averiadas por parte de cada voltímetro

#### 4.1.8. Cálculo para la medición total de cada celda

Cada celda de la batería está compuesta por 8 células cada una con un voltaje de 1,2V para calcular el voltaje máximo de esta la realizaremos con la siguiente formula:

**Ecuación 11** *Medición de voltaje total de la batería HV.*

(CHASI, 2014)

$$V_{nominal} = N_c \times V_c \times Nb$$

Donde las incógnitas encontradas son:

Nc= número de celdas = 8

$V_c$  = voltaje de cada celda = 1,2V

$N_b$  = número de celdas = 10

Reemplazando valores:

$$V_{nominal} = 8 \times 1,2 \times 96$$

Resultado:

$$V_{nominal} = 96 V$$

Para encontrar la capacidad máxima de voltaje lo sumamos con el voltaje nominal multiplicado 20%

$$V_{máximo} = V_{nominal} + V_{nominal} \times 20\%$$

Reemplazando datos tenemos:

$$V_{máximo} = 96 V + 96 V \times 20\%$$

Resultado:

$$V_{máximo} = 115,2 V$$

115,2 V es el voltaje máximo que puede alcanzar esta batería y como medida de seguridad no debe sobrepasar esta tensión de voltaje ya que sería sumamente peligroso al tratarse de un voltaje elevado.

Para tener una batería en óptimas condiciones la capacidad que se le dio máxima en la carga fue de 101,2 V

#### 4.1.9. Resultados obtenidos de cada celda

##### Valores de carga

**Tabla 3**

*Medición 1*

<b>Bloque</b>	<b>Tiempo</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>
	<b>Min.</b>	<b>V</b>									
1	2	5,20	2,52	1,20	0,76	0,20	0,96	0,92	2,56	9,28	3,20
1	6	5,80	2,80	2	1,80	2,01	1,90	2,20	2,90	9,32	3,22
1	8	6,10	3,15	2,90	2,96	2,99	2,80	3,36	3,55	9,40	3,30
1	10	7,20	4,50	3,80	4,88	4,55	4,45	4,90	5,55	9,46	3,39
1	12	8,10	6,10	5,99	6,90	6,88	6,70	6,88	7,88	9,55	3,48
1	14	9,20	7,40	8,80	8,80	8,28	8,30	8,40	8,98	9,66	3,67
1	16	9,70	8,85	9,24	9,08	9,20	9,32	9,12	9,12	9,96	3,80

Esta batería se carga con un voltaje de 87,39 V siendo el voltaje máximo de esta 115,2 V, existiendo una diferencia de 27,81 V se puede decir que una celda de la batería está completamente dañada ya que el voltaje nominal que tiene esta batería es de 96 V aún sigue existiendo una diferencia de voltaje bastante elevada para decir que la batería se encuentra en óptimas condiciones de trabajo se deberá seguir haciendo pruebas de carga y descarga para verificar si la otras celdas se encuentran en óptimas condiciones de capacidad.

**Tabla 4***Medición 2***Valores de descarga**

<b>Bloque</b>	<b>Tiempo</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>
	<b>Min.</b>	<b>V</b>									
1	2	9,76	8,85	9,24	9,08	9,28	9,32	9,12	9,12	9,96	3,80
1	6	8,40	7,90	8,10	7,99	8,14	8,20	8,31	8,45	8,90	3,5
1	8	6,80	6,10	6,20	6,14	6,09	6,07	6,20	6,50	7,90	3,2
1	10	5,20	5,03	5,06	5,04	5,02	4,96	5,07	5,50	6,88	3
1	12	4,30	4,2	4,01	4,06	4,01	4,06	4,15	4,10	5,90	2,05
1	14	2,90	2,54	2,49	2,36	2,47	2,30	2,56	2,60	4,88	1,06
1	16	1,30	1,25	1,20	0,76	0,20	0,96	0,92	0,98	3,5	0,8

El rango de una caída de tensión en el que puede considerarse que está en los parámetros adecuado es menor a 1,50 V en este caso solo la celda 4 y 9 están dentro del rango teniendo caídas de tensión menor a 1,50 V podemos decir que las otras celdas pueden estar estropeadas porque tienen unas caídas de tensión demasiado elevadas.

Estas caídas de tensión en cada celda son las que generan que la batería no este funcionando a su máxima capacidad la cual esta provocando fallas en toda la batería con un scanner automotriz podemos deducir que esta batería don lanzaría códigos de error DTC.

Una vez detectada la falla de las celdas averiadas procedemos a realizar la carga y descarga de toda la batería para verificar si la capacidad de estas celdas están deterioradas y en efecto encontramos que estas celdas ya están dañadas entonces se procede a realizar el cambio de 9 celdas para volver a realizar las pruebas de voltajes y verificar si la batería recupera su SOC ( estado de carga) y su DOC (estado de descarga) para verificar estos estados la batería tendría que encontrarse entre los siguientes rangos de voltaje 101,2 V 115,2 V

#### ***4.1.10. Mantenimiento y reparación***

Para este proceso la batería debe estar desarmada como se mostraba en las figuras anteriores una vez hecho este proceso y con la ayuda del banco de pruebas verificando los voltajes de cada celda procedemos a seleccionar las celdas que están dañadas verificando que están en mal estado debido a la caída de tensión que es mayor a 1,50 V no siendo capaz de mantener su capacidad de carga ya que aunque estas estén en su máxima capacidad debido al deterioro de sus células el voltaje caerá drásticamente.

#### **Figura 64**

##### *Selección de celdas*



*Nota.* Podemos observar la verificación de cada celda dañada

En este caso el banco de pruebas nos ayudó a verificar que celdas se encontraban en mal estado y como resultado tenemos que la celda número 1,2,3,4,5,6,7,8 y 10 estaban en malas condiciones, la batería que se adquirió también era ya dada de baja ya que el número de celdas a cambiar era más de la mitad de la batería pero buscando en lugares de vehículo híbridos encontramos el costo de la celda a 10 dólares y una de estas baterías

nuevas ronda los 300 dólares con esto podemos ahorrarnos casi un 67% del costo que sería una nueva batería siguiendo el proceso de cambio celdas y el orden de polaridad empezamos a remplazar las celdas nuevas por las viejas.

### **Figura 65**

#### *Reemplazo de celdas*



*Nota.* Aquí se puede observar el cambio de celdas para el montaje de la batería

Empezamos armar la batería con sus respectivas celdas nuevas verificando el correcto orden de las polaridades para que una vez ensamblada no de un voltaje de 101,02 V de lo cual se puede deducir que la batería estaría en óptimas condiciones de trabajo también se realizara medición de voltajes de cada celda para verificar si ronda los 9,5 V en adelante para decir que las células de las celdas están en buenas condiciones de capacidad.

Una vez armada el cuerpo de celdas procedemos a colocarlas en el bastidor con sus respectivos remaches de acero y cubriéndolos con una esponja para que sea aislante y no haga contacto con la aparición de elementos externos.

**Figura 66**

Colocación del bastidor



*Nota.* Aquí podemos observar la estructura de acero de una batería HV

Con la ayuda de prensas ajustamos el cuerpo de celdas para que así se pueda remachar el otro extremo del bastidor y así las varillas sujetadoras presionen a todas las celdas que en la mitad de cada una tienen un separador para no hacer contacto una vez hecho este procedimiento me dimos cada una de las celdas sin colocar aun las chapas metálicas o lengüetas de conexión la cual tiene como función conectar todas las celdas en serie y sumar su voltaje.

**Figura 67**

*Medición de celdas*



*Nota.* Aquí podemos observar las mediciones de cada celda con su respectiva conexión a cada voltímetro.

Tenemos como resultado unas optimas celdas ya que su voltaje es mayor a 9,2 V quiere decir que el cuerpo de celdas se encuentra en perfectas condiciones procedemos a limpiar las chapas metálicas y cambiar los pernos de sujeción de las lengüetas de conexión ya que algunos estaban demasiado sulfatados.

**Figura 68**

*Limpieza de lengüetas de conexión*



*Nota.* Limpieza de lengüetas para que no exista un falso contacto entre celdas.

Una vez armada toda la batería realizamos pruebas de carga y descarga para verificar que las caídas de tensión no superen el 1,5V que estaría en un rango habitual de

funcionamiento y verificaremos los voltajes de cada pack que sería el voltaje sumado de dos celdas.

#### 4.1.11. Carga de la batería reparada

**Tabla 5**

*Medición 3*

<b>Bloque</b>	<b>Tiempo</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>
	<b>Min.</b>	<b>V</b>									
1	2	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3
1	4	2,5	2,64	2,70	2,80	2,01	2,88	2,20	2,90	2,90	3,22
1	8	4,6	3,75	4,20	4,25	4,69	4,85	4,55	3,99	4,12	3,30
1	10	6,9	5,88	5,99	5,35	6,19	6,10	6,25	6,85	5,99	5,76
1	12	8,10	7,99	8,12	8,26	7,88	8,69	8,50	8,35	8,55	3,48
1	14	9,1	9,5	9,3	9,15	9,12	9,45	8,99	8,94	9,66	3,67
1	16	10,3	10	10,1	10,1	10,1	10,1	10	10	9,92	10

Los datos obtenidos nos dan un resultado de 100,62 V lo cual está la media entre el voltaje nominal de 96V y el voltaje máximo de 115,2V lo cual podemos deducir que la batería se encuentra en óptimas condiciones también se puede observar un cambio de la celda numero 10 la cual era la celda más afectada perdiendo anteriormente un voltaje aproximado de 7V el cual es un valor significativo reemplazando esta celda recuperamos esos 7V perdidos.

#### 4.1.12. Descarga de la nueva batería

**Tabla 6**

*Medición 4*

Bloque	Tiempo	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	Min.	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
1	2	10,3	10	10,1	10,1	10,1	10,1	10	10	9,92	10
1	6	8,01	7,30	8,10	8,99	8,15	8,20	8,31	8,20	8,90	8,32
1	8	6,80	6,10	7,20	6,14	7,09	6,07	6,20	6,89	7,90	6,21
1	10	5,20	5,03	5,06	5,04	5,02	4,96	5,07	5,50	6,88	5,06
1	12	4,1	4,01	4,10	4,06	4,01	4,06	4,01	4,10	5,90	4,02
1	14	2,90	2,99	2,90	2,36	2,68	2,30	2,80	2,60	4,88	2,61
1	16	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3

La caída de tensión que encontramos no supera los 1,5V el cual es un indicador que las celdas se encuentran en perfecto estado y que las células están en su óptima condiciones de capacidad con esto podemos concluir que la batería ha sido reparada y podrá ser reutilizada en cualquier vehículo híbrido o moto eléctrica que tenga como alimentación una fuente de 100V.

#### 4.1.13. Comparación de los packs

Tabla de pack defectuosos

**Tabla 7**

*Voltaje de Pack Defectuoso*

Bloque	Pack	V
1	1	18,55
1	2	18,32
1	3	18,52
1	4	18,24
1	5	13,76

**Figura69**

*Análisis de Voltajes Averiadados*



*Nota.* Podemos apreciar un diagrama de barras donde se observa los diferentes voltajes de celdas averiadas internamente el cual nos produce una caída de tensión en cada pack siendo el pack numero 5 el más defectuoso.

Tabla de pack en óptimas condiciones

**Tabla 8**

*Voltajes de Packs en Óptimas Condiciones*

Bloque	Pack	V
1	1	20,3
1	2	20,2
1	3	20,2
1	4	20
1	5	19,92

**Figura70**

*Análisis de Voltajes Reparados*



*Nota.* Podemos observar los pack reparados y restaurados gracias al proceso de carga y descarga que se realizaron en las celdas viendo como principal resultado el cambio del pack numero 5

## Capítulo V

### 5. Marco administrativo

En la siguiente Tabla 8 están demostrado los diferentes aportes que realizaron los miembros para la realización del proyecto de titulación:

#### Tabla 9

##### *Recursos humanos*

Nombres	Aporte
Aulla Aguagallo Segundo Victor	Construcción, simulación, y elaboración del proyecto.
Puga López Luis Sebastián	Construcción, simulación, y elaboración del proyecto.
MGS. Arias Pérez Ángel Xavier	Director y supervisor de proyecto

### 5.1. Recurso de programas

Estos recursos facilitaron la parte escrita y practica del proyecto los cuales, se tallan a continuación:

**Tabla 10**

*Recurso de Programas*

<b>Orden</b>	<b>Recursos de programas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Microsoft Office	1	\$30	\$30
2	AutoDesk Inventor	1	\$15	\$15
3	Proteus 8 Profesional	1	\$10	\$10
			<b>Total:</b>	<b>\$55</b>

## 5.2. Recurso de materiales

Son todos los materiales que se empleó en la elaboración del proyecto los cuales detallaremos a continuación:

**Tabla 11**

*Recurso de materiales*

<b>Orden</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Batería de alta tensión HV	1	\$300	\$300
2	Construcción del banco de pruebas	1	\$130	\$130
3	Voltímetro Ac con luz piloto	1	\$9,00	\$9
4	Amperímetros analógicos	2	\$9	\$18
5	Interruptor metálico tipo palanca	5	\$2,90	\$14,50
6	Focos halógenos	4	\$11	\$44
7	Porta lámparas tipo boquilla	4	\$1,50	\$6
8	Voltímetro rectangular con display	10	\$9	\$90
9	Resistencia shunt	2	\$12	\$24

<b>Orden</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
10	Cables y elementos de conexión (banana-lagarto)	22	\$1,00	\$22
11	Multímetro digital	1	\$25	\$25
12	Condensador electrolítico 470 uf	1	\$11	\$11
13	Condensador poliéster	3	\$0,70	\$2,10
14	Puente rectificador	1	\$5,60	\$5,60
15	Diodo de protección	1	\$0,60	\$0,60
16	Placa baquelita	1	\$1,50	\$1,50
17	Enchufe	1	\$0,50	\$0,50
18	Mangueras para el cableado	2	\$1	\$2
			<b>Total:</b>	<b>\$706,80</b>

### 5.3. Presupuesto

Detallando los recursos que hicieron posible la realización del proyecto de titulación obtenemos valores más aproximados al real teniendo un total de:

**Tabla 12**

*Presupuesto*

<b>Orden</b>	<b>Recurso</b>	<b>Valor total</b>
1	<b>Recurso de programas</b>	<b>\$55</b>
2	<b>Recurso de materiales</b>	<b>\$706,80</b>
3	<b>Valores extras</b>	<b>\$120</b>
	<b>Total:</b>	<b>\$881,8</b>

## Conclusiones

- Se realizó una investigación bibliográfica sobre los componentes principales que componen a una batería de alto voltaje HV los cuales ayudaron a la construcción de un banco de pruebas para poder someter a esta a procesos de carga y descarga.
- Se construyó un banco de pruebas el cual nos permitió realizar el procesos de carga y descarga de baterías híbridas mediante la verificación de voltajes en cada una de las celdas haciendo posible el remplazo de estas en caso que se encuentren averiadas.
- Se diagnosticó la falla de 9 celdas de una batería HV el cual tenía una caída de tensión mayor a 1,5 V deduciendo que las células que conforma a cada celda no contaban con su máximo rendimiento.
- Se realizó un guía del banco de pruebas el cual facilita los diferentes procesos que se vayan a realizar evitando así que el módulo sufra sobretensiones en su circuito base.
- Se cambió las celdas averiadas dándonos como resultado una batería en óptimas condiciones de trabajo para que se pueda aplicar en diferentes usos como en motos eléctricas, autos eléctricos y todo lo relacionado a híbridos teniendo una capacidad de voltaje de 101,2 V y máxima de 115,2 V.

### **Recomendaciones**

- Para realizar la respectiva carga y descarga se debe tener en cuenta las medidas de protección y los cuidados respectivos por lo que estas baterías son de mucho cuidado y de una adecuada manipulación cada elemento de la batería de alto voltaje.
- los voltajes que se puede ingresar máximo es de 110 v de corriente continua como de corriente alterna que será la principal para activar en el respectivo banco de pruebas si se sobrepasa estos voltajes se quemara algún elemento y no funcionara adecuadamente.
- Las celdas son la parte fundamental de una batería eléctrica de HV por lo que se deberá dar el respectivo mantenimiento ya que si se daña uno de estas celdas afectan al resto y se irán dañando respectivamente una tras otra.
- Seguir los pasos indicados que se encuentran en el respectivo manual ya que la mala manipulación o el mal uso del banco de pruebas será el daño parcial o total de la misma.
- Las celdas que se cambian se deberá realizar el respectivo reciclaje para no contaminar al medio en que nos rodeamos y así disminuir la contaminación ambiental.

## Bibliografía

Aguilar, E. (25 de Septiembre de 2018). *Tesis*. Obtenido de Estudio del Funcionamiento del Conjunto de Baterías del Ford Escape Híbrido: file:///C:/Users/User/Desktop/T-UIDE-195.pdf

Artial, S. (01 de Julio de 2016). *Movilidad Electrica* . Obtenido de Como se cargan las baterias : [https://eps.unizar.es/sites/eps.unizar.es/files/users/ccano/documentacion/curso-energias-renovables/movilidad\\_electrica.pdf](https://eps.unizar.es/sites/eps.unizar.es/files/users/ccano/documentacion/curso-energias-renovables/movilidad_electrica.pdf). Recuperado el 15 de julio del 2021

Augueri, F. (2012). *Batería alta tensión Ford Escape Híbrido*. Buenos Aires: Cise Electronic Corp,.

Becerra, J. (10 de Mayo de 2016). *Sensor de la Batería*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/312129679/Sensor-de-La-Bateria>. Recuperado el 13 de julio del 2021

Castelles, J. (31 de Julio de 2018). *Híbridos y Eléctricos*. Obtenido de ¿Por qué la industria le está subiendo el voltaje al coche eléctrico?: <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/porque-industria-subiendo-voltaje-coche-electrico/20180731102620020760.html>. Recuperado el 10 de mayo del 2021

Centronic. (15 de Noviembre de 2018). *Condensadores* . Obtenido de <https://www.cetronic.es/sqlcommerce/disenos/plantilla1/seccion/producto/DetalleProducto.jsp?idIdioma=&idTienda=93&codProducto=211004051&cPath=968>. Recuperado el 15 de abril del 2021

CHASI, F. M. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS*. Latacunga: ESPE-L.

Chavez, I. I. (21 de Abril de 2020). *TAAET ELECTRONICS*. Obtenido de <https://www.taaetcom.app.exur.com/news-taaet-blog/bateria-hibrida-highlander>. Recuperado el 1 de enero del 2021

Chele, D. (2017). *Vehículos híbridos, una solución interina para bajar los niveles de contaminación del medio ambiente causados por las emisiones provenientes de los motores de combustión interna*. Guayaquil: UIDE.

Computer SA. (15 de Octubre de 2018). *Ventiladores PC*. Obtenido de <https://computerhoy.com/noticias/hardware/ventiladores-pc-claves-elegir-recomendaciones-42361>. Recuperado el 2 de febrero del 2021

Contreras, R. (2018). *Analisis del funcionamiento del Charger Research en el proceso de recarga de baterias de vehiculos hibridos* . Guayaquil: UID.

Contreras, Rodolfo. (25 de Marzo de 2018). *ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DEL CHARGER RESEARCH EN EL PROCESO DE RECARGA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS*. Obtenido de Tesis: file:///C:/Users/User/Desktop/T-UIDE-178.pdf

Corporación FICOSA. (4 de Abril de 2019). *FICOSA*. Obtenido de Electromovilidad: <https://www.ficosa.com/es/productos/electromovilidad/bms-sistema-de-gestion-de-la-bateria/> Recuperado el 5 de mayo del 2021

Corporacion FICOSA. (4 de ABRIL de 2019). *FICOSA*. Obtenido de Electromovilidad: <https://www.ficosa.com/es/productos/electromovilidad/bms-sistema-de-gestion-de-la-bateria/> Recuperado el 6 de Agosto del 2021

Departamento de Energía y Mecánica . (14 de Septiembre de 2020). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/85407819-Departamento-de-energia-y-mecanica.html>. Recuperado el 8 de abril del 2021

Electronic SC. (15 de Enero de 2017). *Transformadores* . Obtenido de <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/Fuentes-alimentacion.html> Recuperado el 15 de agosto del 2021

Electude, B. (10 de Mayo de 2020). *Bateria HV*. Obtenido de Componentes de la Bateria de HV [https://espe.electude.com/sco7.55.11.g33842f178/module\\_3120\\_10684882\\_10248751](https://espe.electude.com/sco7.55.11.g33842f178/module_3120_10684882_10248751) Recuperado el 8 de julio del 2021

G.Artés, D. (14 de Marzo de 2012). *Baterías de coches híbridos y eléctricos*. Obtenido de TECMOVIA: <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/03/14/baterias-de-coches-electricos-e-hibridos-hoy-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/> Recuperado el 8 de julio del 2021

Malvino&Bates. (2007). *Principios de electrónica 7a.ed.* Madrid: Mc Graw Hill/ Interamericana.

Martos, A. (7 de Mayo de 2018). *Reparación del automóvil*. Obtenido de Diagnósis y reparación de una batería de alta tensión: [http://www.blogmecanicos.com/2018/05/diagnosis-y-reparacion-de-una-bateria\\_29.html](http://www.blogmecanicos.com/2018/05/diagnosis-y-reparacion-de-una-bateria_29.html). Recuperado el 7 de mayo del 2021

Miguel, S. (2001). *Electrotecnia 7a.ed.* Madrid: Paraninfo.

Murillo, P. (2015). *Tesis*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Desktop/55394\_1.pdf

Planet Electronico. (15 de Septiembre de 2020). *Interruptor conmutador*. Obtenido de <https://www.planetaelectronico.com/interruptor-basculante-doble-conmutador-16a-250v-negro-p-6251.html>. Recuperado el 7 de mayo del 2021

Pulido, R. (20 de Abril de 2018). *ACADEMIA.EDU*. Obtenido de Baterías: <https://www.academia.edu/15548210/BATERIAS>. Recuperado el 8 de julio del 2021

Richard, F. (1994). *Electricidad Principios y aplicaciones*. Barcelona: Revérte.

Técnico Automotriz. (26 de 03 de 2014). *autavance*. Obtenido de La Batería HV: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/184-componentes-de-vehiculos-hibridos-la-bateria-hv/>. Recuperado el 15 de julio del 2021

Valenzuela, R. C. (2018). *Análisis del Funcionamiento del Charger Reset en el Proceso de Recarga de las Baterías de Vehículos Híbridos*. Guayaquil: UIDE.

Villagran, V. (10 de Septiembre de 2019). *DEVOL IMPORT COLOMBIA MEDELLIN techking*. Obtenido de DEVOL IMPORT COLOMBIA MEDELLIN techking: <https://devolimport.com/consejos-para-mantener-tu-maquinaria-pesada-en-buen-estado/>

Yago, J. (2016 de Noviembre de 2016). *Estado de Carga Soc.* Obtenido de <https://es.scribd.com/document/330673273/Estado-de-Carga-Soc>. Recuperado el 9 de julio del 2021

YONGTANG ELECTRIC. (14 de Septiembre de 2018). *FOCOS HALOGENOS* . Obtenido de [http://www.yongtang.org/productos.php?&id\\_cat=1008&nombre\\_categoria=LUCES%20TUNNING](http://www.yongtang.org/productos.php?&id_cat=1008&nombre_categoria=LUCES%20TUNNING). Recuperado el 10 de julio del 2021

## **Anexos**