

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**EXTENSIÓN LATACUNGA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE  
MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL  
SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE INGENIERO  
AUTOMOTRIZ**

**LUIS FELIPE ESPINOSA DELGADO**

**Latacunga, Marzo 2013**

## CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo titulado: “DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS” fue desarrollado por **LUIS FELIPE ESPINOSA DELGADO**, bajo mi supervisión, cumpliendo con normas estatutarias establecidas por la ESPE en el reglamento de estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Latacunga, Marzo 2013

---

Ing. Germán Erazo  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. Luis Mena  
CODIRECTOR DE PROYECTO

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**CERTIFICADO**

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. Luis Mena (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”**, realizado por el señor Luis Espinosa ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, se recomienda su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza, el señor: LUIS FELIPE ESPINOSA DELGADO que lo entregue al Ing. Juan Castro, en su calidad de director de Carrera de Ingeniería Automotriz.

Latacunga, Marzo de 2013

---

Ing. Germán Erazo  
DIRECTOR DE PROYECTO

---

Ing. Luis Mena  
CODIRECTOR DE PROYECTO

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Luis Felipe Espinosa Delgado**

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado titulado **“DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** fue desarrollado con la debida investigación científica, sabiendo respetar todos los derechos intelectuales de terceros, acorde con las citas que se hacen al pie de página correspondiente, las fuentes se añaden a la bibliografía.

Por lo que se puede afirmar que este trabajo es de mi exclusiva auditoría. En honestidad de esta declaración, me responsabilizo de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga, Marzo de 2013.

---

Luis Felipe Espinosa Delgado

CI: 171791132-3

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, Luis Felipe Espinosa Delgado.

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, que publique en la biblioteca virtual de la Institución, el trabajo denominado “**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que he desarrollado bajo mi exclusiva autoría.

Latacunga, Marzo de 2013.

---

Luis Felipe Espinosa Delgado

CI: 171791132-3

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mis padres Miguel Espinosa y Anita Delgado que me dieron la vida y han sido un apoyo incondicional durante toda mi época de estudios, brindándome sus consejos y aliento para renovar mis fuerzas en consecución de los objetivos que me he planteado a lo largo de toda mi vida.

Sus sabios consejos me han ayudado a ser una persona de bien a plantearme objetivos, metas a ser paciente, esforzarme y ser valiente para afrontar mis errores y perseguir mis objetivos.

Luis Felipe Espinosa Delgado

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme estar aquí, y darme la inteligencia para poder haber llegado a donde estoy ahora.

Agradezco a mis padres por ser mi apoyo incondicional durante todos estos años.

Y también un agradecimiento muy especial a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron con la realización de esta tesis.

Luis Felipe Espinosa

## ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>i</b>
<b>CERTIFICADO</b> .....	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES</b> .....	<b>xxiv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xxv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxvi</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>xxvii</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO .....	3
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	4
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>5</b>
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	5
2.1.1 ARQUITECTURA DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS .....	5
a. HÍBRIDOS EN SERIE .....	5
b. HÍBRIDOS EN PARALELO .....	9
c. HÍBRIDOS COMBINADOS .....	12
2.2 COMPONENTES DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS .....	14
2.2.1 PROPULSIÓN .....	14
a. MOTOR COMBUSTIÓN INTERNA .....	14



b.	MOTO-GENERADORES .....	19
c.	GENERADOR .....	20
d.	MOTOR ELÉCTRICO.....	20
2.2.2	INVERSOR .....	21
2.2.3	BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.....	24
2.2.4	TRANSMISIÓN .....	26
2.2.5	FRENO REGENERATIVO .....	29
2.3	FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	31
2.3.1	IMPORTANCIA DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.....	31
2.3.2	UBICACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.....	33
2.3.3	ESTRUCTURA INTERNA DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN .....	35
2.3.4	BATERÍA AUXILIAR .....	38
2.3.5	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE .....	39
2.3.6	SISTEMA DE RELÉS DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN .....	43
2.3.7	CABLE DE PODER.....	44
2.3.8	COMPUTADORA (ECU) DE LA BATERÍA .....	45
2.3.9	SENSOR DE CORRIENTE DE LA BATERÍA .....	48
2.3.10	JUMPER DE SEGURIDAD .....	50
2.3.11	MEDIDAS DE PRECAUCIÓN Y SEGURIDAD PARA OPERAR SISTEMAS ELÉCTRICOS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS ..	50
2.3.12	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE) .....	53
a.	Inspección del Aislamiento de los Guantes .....	55
b.	Seguridad eléctrica .....	56
c.	Circuitos completos a través de conexión a tierra .....	57
d.	Para evitar esto .....	58
e.	Precauciones recomendadas antes de dar mantenimiento a sistemas de alta tensión.....	58
f.	Asegúrese que su ambiente de trabajo es seguro .....	59

g.	Regla de la una mano.....	59
h.	Multímetro.....	60
i.	Desactivación del Sistema de Alta Tensión.....	60
j.	Resumen de la seguridad del vehículo.....	61
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>62</b>
3.1	HIPÓTESIS.....	62
3.1.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	62
3.1.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	62
3.2	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.2.1	VARIABLE INDEPENDIENTE. ....	63
3.2.2	VARIABLE DEPENDIENTE. ....	63
3.2.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	63
a.	Variable independiente.....	64
b.	Variable dependiente.....	64
<b>CAPÍTULO 4.....</b>		<b>65</b>
4.1	TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	65
4.2	PRUEBA PILOTO .....	66
4.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	68
4.3.1	DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN.....	68
4.4	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	70
4.5	MUESTRA .....	70
4.6	TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.....	70
4.7	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	72
4.7.1	INFORME GERENCIAL.....	73
4.7.2	CONCLUSIONES .....	79
4.7.3	RECOMENDACIONES.....	79
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>81</b>
5.1	ESQUEMA DE LA PROPUESTA.....	81

5.1.1	CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE PARA EL BANCO DE PRUEBAS .....	81
a.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBA... 81	
b.	CORTE, LIMADO Y SOLDADURA..... 83	
c.	ACABADOS..... 85	
5.1.2	SELECCIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS..... 88	
a.	CARGADOR DE PACKS DE BATERÍAS .....	88
b.	MULTÍMETROS .....	93
c.	ELEMENTOS CONSUMIDORES..... 94	
d.	CAJA PORTA FUSIBLES..... 96	
e.	CIRCUITO DE CONTROL..... 97	
f.	OTROS..... 102	
5.2	DIAGNÓSTICO CON SCANNER. ....	104
5.3	EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS..... 111	
5.4	MONITOREO Y PROCEDIMIENTO PARA SOLUCIÓN DE CÓDIGOS..... 117	
5.4.1	CÓDIGO P0560 VOLTAJE DEL SISTEMA..... 117	
a.	DESCRIPCIÓN..... 117	
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA .....	118
c.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO..... 118	
d.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	118
5.4.2	CÓDIGO P0A1F MÓDULO DE CONTROL DE ENERGÍA DE LA BATERÍA..... 120	
a.	DESCRIPCIÓN..... 120	
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA .....	121
c.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO..... 121	
d.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	121
5.4.3	CÓDIGO P0A7F DETERIORO DEL PAQUETE DE BATERÍA HÍBRIDA .....	121

a.	DESCRIPCIÓN.....	121
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	122
c.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	122
d.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	123
5.4.4	DTC P0A80 REEMPLACE EL PACK DE BATERÍAS HÍBRIDAS.....	123
a.	DESCRIPCIÓN.....	123
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	124
c.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	124
d.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	124
5.4.5	DTC P0A81 VENTILADOR 1 DEL PAQUETE DE LAS BATERÍAS.....	125
a.	DESCRIPCIÓN.....	125
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	125
c.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	126
5.4.6	DTC P0A82 DESEMPEÑO DEL VENTILADOR DEL SISTEMA DE BATERÍAS HÍBRIDAS.....	126
a.	DESCRIPCIÓN.....	126
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	127
c.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	127
5.4.7	DTC P0A84; DTC P0A85 CIRCUITO DE CONTROL DEL VENTILADOR DE LOS PACK DE BATERÍAS.....	128
a.	DESCRIPCIÓN.....	128
b.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	129
c.	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN.....	129
5.4.8	DTC P0A95 FUSIBLE DE ALTO VOLTAJE.....	143
a.	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA.....	143

Tabla 5-40 Condición de detección del DTC P0A95 .....	143
b. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	143
5.4.9    DTC P0A9C; DTC P0A9D; DTC P0A9E CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA “A” DE LA BATERÍA HÍBRIDA .....	145
a. DESCRIPCIÓN.....	145
b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA .....	145
c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO .....	145
d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	146
5.4.10   DTC P0AAC CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE “A” DE LA BATERÍA HÍBRIDA .....	147
a. DESCRIPCIÓN.....	147
b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA .....	147
c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	147
d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	147
5.4.11   DTC P0AFA VOLTAJE BAJO DEL SISTEMA DE BATERÍAS HÍBRIDAS.....	148
a. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA .....	148
b. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	148
c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	149
5.4.12   DTC P3011 - DTC P3024 BLOQUES DE LA BATERÍA SE TORNAN DÉBILES. ....	150
a. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA .....	150
b. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	150
c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN .....	151
5.4.13   DTC U0100, DTC U0293 PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON ECM/PCM O CON LA ECU DEL HÍBRIDO .....	151
a. DESCRIPCIÓN.....	151
b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA .....	151

c.	DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO.....	152
d.	ESTRATEGIA DE MONITOREO.....	152
5.5	DESMONTAJE DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN .....	152
5.6	DESARMADO DE LA PARTE EXTERIOR DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.....	156
5.7	GUÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE .....	159
5.8	DESARMADO DE LAS PIEZAS INTERIORES DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.....	161
a.	PACKS DE BATERÍAS.....	161
b.	COMPUTADORA DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE.....	164
5.9	COMPROBACIÓN DE VOLTAJES DE LOS PACKS DE BATERÍAS.....	164
a.	MEDICIÓN INICIAL DEL VOLTAJE .....	164
b.	COMPROBACIÓN DE RETENCIÓN DE LA CARGA.....	166
5.10	REPARACIÓN Y REEMPLAZO DE PARTES DAÑADAS. ....	170
5.11	ARMADO Y COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO. ....	171
5.12	MONTAJE DE LA BATERÍA EN EL VEHÍCULO.....	172
5.13	OTRO CASO .....	173
5.13.1	EL PROBLEMA.....	173
5.13.2	DIAGNÓSTICO.....	173
5.13.3	REPARACIÓN .....	183
5.14	HOJA DE PRÉSTAMOS PARA EL BANCO DE COMPROBACIÓN Y REPARACIÓN DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE.....	186
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>.....</b>	<b>188</b>
6.1	RECURSOS:.....	188
6.1.1	RECURSOS HUMANOS: .....	188
6.1.2	RECURSOS TECNOLÓGICOS:.....	189
6.1.3	RECURSOS MATERIALES: .....	189
6.2	PRESUPUESTO:.....	189
6.3	FINANCIAMIENTO: .....	190

6.4 CRONOGRAMA: .....	190
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>192</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>193</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO A: CIRCUITO COMPLETO DEL BANCO DE PRUEBAS .....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO B: ENCUESTAS .....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO C: GUÍA DE USO .....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO D: GUÍA DE MEDICIÓN.....</b>	<b>214</b>
<b>ANEXO E: DIAGRAMAS.....</b>	<b>220</b>
<b>ANEXO F: ARTÍCULO PROYECTO .....</b>	<b>228</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1</b>	Condiciones de operación de un vehículo híbrido en paralelo.	14
<b>Tabla 2-2</b>	Distribución de pines y voltajes de la ECU de la batería de alto voltaje.....	47
<b>Tabla 2-3</b>	Clasificación y aplicación de los diferentes tipos de voltajes en un vehículo.....	52
<b>Tabla 3-1</b>	Operacionalización de variable independiente.....	64
<b>Tabla 3-2</b>	Operacionalización de variables dependientes.....	64
<b>Tabla 4-1</b>	Tabulación Pregunta 1.....	70
<b>Tabla 4-2</b>	Tabulación Pregunta 2.....	70
<b>Tabla 4-3</b>	Tabulación Pregunta 3.....	71
<b>Tabla 4-4</b>	Tabulación Pregunta 4.....	71
<b>Tabla 4-5</b>	Tabulación Pregunta 5.....	71
<b>Tabla 4-6</b>	Tabulación Pregunta 6.....	71
<b>Tabla 4-7</b>	Tabulación Pregunta 7.....	71
<b>Tabla 4-8</b>	Tabulación Pregunta 8.....	72
<b>Tabla 4-9</b>	Tabulación Pregunta 9.....	72
<b>Tabla 4-10</b>	Tabulación Pregunta 10.....	72
<b>Tabla 4-11</b>	Tabulación Pregunta 11.....	72
<b>Tabla 5-1</b>	Lista de medidas y partes a usarse.....	83
<b>Tabla 5-2</b>	Características de electrodo 6011.....	84
<b>Tabla 5-3</b>	Elementos eléctricos del cargador de baterías.....	92
<b>Tabla 5-4</b>	Elementos consumidores utilizados.....	96
<b>Tabla 5-5</b>	Fusibles utilizados en el banco de pruebas.....	96
<b>Tabla 5-6</b>	Elementos eléctricos y electrónicos del circuito de control.....	99
<b>Tabla 5-7</b>	Elementos eléctricos extra utilizados.....	104
<b>Tabla 5-8</b>	Lista de códigos de falla (DTC), posibles causas y acciones tomadas por el vehículo.....	112
<b>Tabla 5-9</b>	DTC P0560.....	118
<b>Tabla 5-10</b>	Resistencia específica de los terminales.....	119
<b>Tabla 5-11</b>	Medición entre en conector B11 y la masa de carrocería....	119
<b>Tabla 5-12</b>	DTC P0A1F.....	121
<b>Tabla 5-13</b>	Condición de detección del DTC P0A7F.....	122
<b>Tabla 5-14</b>	Condición de detección del DTC P0A80.....	124
<b>Tabla 5-15</b>	Número de referencia de cada bloque de baterías.....	125
<b>Tabla 5-16</b>	Condición de detección del DTC P0A81.....	125
<b>Tabla 5-17</b>	Procedimientos del DTC P0A81.....	126



<b>Tabla 5-18</b>	Condición de detección del DTC P0A82 .....	127
<b>Tabla 5-19</b>	Códigos de fallo del ventilador de la batería de alto voltaje. ....	129
<b>Tabla 5-20</b>	Voltaje standard del ventilador de la batería.....	129
<b>Tabla 5-21</b>	Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10 .....	131
<b>Tabla 5-22</b>	Resistencia estándar entre los conectores B9 y B11 .....	131
<b>Tabla 5-23</b>	Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10 .....	132
<b>Tabla 5-24</b>	Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10 .....	133
<b>Tabla 5-25</b>	Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10 .....	134
<b>Tabla 5-26</b>	Pines, calibraciones y condiciones para la medición.....	135
<b>Tabla 5-27</b>	Ancho de pulso en bajo y en alto.....	135
<b>Tabla 5-28</b>	Resultados del test activo N° 1 .....	135
<b>Tabla 5-29</b>	Voltaje estándar del ventilador del enfriador .....	136
<b>Tabla 5-30</b>	Voltajes entre los pines 9 y 11 del conector B11 con el ventilador funcionando.....	136
<b>Tabla 5-31</b>	Resultados del Test Activo N° 1 .....	136
<b>Tabla 5-32</b>	Pruebas del relé del ventilador de la batería .....	137
<b>Tabla 5-33</b>	Medición de fusible del conector B14 en el arnés .....	138
<b>Tabla 5-34</b>	Resistencia del relé del ventilador B14 al ventilador de la batería B9 .....	138
<b>Tabla 5-35</b>	Resistencia entre el relé N° 1 del conector B14 y el conector de la ECU de la batería B11 .....	139
<b>Tabla 5-36</b>	Medición de resistencia en el conector de la ECU de batería .....	140
<b>Tabla 5-37</b>	Medición de la resistencia del arnés de cables entre el relé del ventilador de la batería y el fusible del ventilador de la batería.....	140
<b>Tabla 5-38</b>	Medición de los conectores: B14 del relé del ventilador de la batería, B9 del ventilador de la batería y B10 del controlador del motor del ventilador de la batería.....	141
<b>Tabla 5-39</b>	Medición de la resistencia de los conectores B14 y B11 con la masa de carrocería .....	142
<b>Tabla 5-40</b>	Condición de detección del DTC P0A95.....	143
<b>Tabla 5-41</b>	Resistencia específica de los terminales de los cables del jumper de seguridad .....	144
<b>Tabla 5-42</b>	Condición de detección de los DTC P0A9C, P0A9D y P0A9E. ....	145
<b>Tabla 5-43</b>	Condición de detección del DTC P0AAC .....	147
<b>Tabla 5-44</b>	Condición de detección del DTC P0AFA.....	148
<b>Tabla 5-45</b>	Condición de detección de los DTC P3011, P3012, P3013, P3014, P3015, P3016, 3017, P3018, P3019, P3020, P3021, P3022, P3023, P3024.....	150

<b>Tabla 5-46</b> Condición de detección de los DTC U0100, U0293 .....	151
<b>Tabla 5-47</b> Voltaje inicial de los packs de baterías.....	165
<b>Tabla 5-48</b> Caída de voltaje con una carga rápida.....	168
<b>Tabla 5-49</b> Caída de voltaje luego de una carga lenta.....	169
<b>Tabla 6-1</b> Presupuesto.....	190

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Diagrama espina de pescado del planteamiento del problema. ....	2
<b>Figura 2.1</b> Esquema de un vehículo híbrido en serie. ....	6
<b>Figura 2.2</b> Disposición de las partes constitutivas de un híbrido en serie .	8
<b>Figura 2.3</b> Chevrolet Volt.....	9
<b>Figura 2.4</b> Esquema de un vehículo híbrido en paralelo .....	10
<b>Figura 2.5</b> Distribución de los componentes de un sistema híbrido Paralelo.....	11
<b>Figura 2.6</b> Diseño del Sistema Híbrido en paralelo .....	11
<b>Figura 2.7</b> Comparación de los sistemas híbridos en serie y en paralelo	11
<b>Figura 2.8</b> Gráfica del tiempo de funcionamiento del motor eléctrico/ motor térmico. ....	12
<b>Figura 2.9</b> Diseño del sistema híbrido combinado .....	13
<b>Figura 2.10</b> Funcionamiento del motor de 4 tiempos .....	15
<b>Figura 2.11</b> Ciclo OTTO termodinámico real vs teórico .....	17
<b>Figura 2.12</b> Diagrama presión volumen del ciclo Atkinson.....	19
<b>Figura 2.13</b> Inversor del Toyota Prius 3G.....	21
<b>Figura 2.14</b> Interior un Inversor .....	22
<b>Figura 2.15</b> Conductos de refrigeración de un Inversor. ....	23
<b>Figura 2.16</b> Conectores del Inversor .....	23
<b>Figura 2.17</b> Interior de una batería de alta tensión.....	24
<b>Figura 2.18</b> Jumper de Seguridad.....	25
<b>Figura 2.19</b> Vista de la ECU de la batería y de los relés de la batería....	25
<b>Figura 2.20</b> Vista transversal del conjunto de la transmisión .....	26
<b>Figura 2.21</b> Esquema de la constitución de la transmisión .....	27
<b>Figura 2.22</b> Sensores de velocidad del eje de salida. ....	28
<b>Figura 2.23</b> Trolebuses de Bogotá. ....	31
<b>Figura 2.24</b> Batería de Alto Voltaje (HV) del Toyota Prius. ....	32
<b>Figura 2.25</b> Batería de alto voltaje del Mercedes Benz S400 Hybrid. ....	32
<b>Figura 2.26</b> Mercedes Benz S400 Hybrid con su batería de alto voltaje. 33	
<b>Figura 2.27</b> Ubicación de la batería de alto voltaje en el Toyota Prius....	34
<b>Figura 2.28</b> Ubicación de la batería bajo el asiento posterior en una Chevrolet Tahoe. ....	34
<b>Figura 2.29</b> Ubicación de las baterías en el Chevrolet Volt.....	35
<b>Figura 2.30</b> Packs de baterías individuales del Toyota Prius .....	36

<b>Figura 2.31</b> Conjunto destapado de la batería del Toyota Prius con todos sus sistemas anexos.....	36
<b>Figura 2.32</b> Vista del conexionado en serie de la batería.....	36
<b>Figura 2.33</b> Batería del Toyota Highlander y del Lexus RX 400h.....	37
<b>Figura 2.34</b> Batería del Ford Escape Hybrid .....	38
<b>Figura 2.35</b> Batería del Honda Insight.....	38
<b>Figura 2.36</b> Batería de accesorios de 12 voltios. ....	39
<b>Figura 2.37</b> Vista de un sensor de temperatura de la batería de alto voltaje.....	40
<b>Figura 2.38</b> Variación de la resistencia con respecto a la temperatura. ...	40
<b>Figura 2.39</b> Conexión de los sensores de temperatura a la computadora (ECU) de la batería. ....	41
<b>Figura 2.40</b> Diagrama eléctrico de las conexiones del ventilador de la batería.....	42
<b>Figura 2.41</b> Vista del flujo de aire, ubicación de los sensores de temperatura y toma de aire de la batería de alto voltaje (HV) en el Toyota Prius hasta el año 2002. ....	42
<b>Figura 2.42</b> Flujo de aire en los Toyota Prius desde el año 2003. ....	43
<b>Figura 2.43</b> Circuitos de relés de la batería de alto voltaje .....	44
<b>Figura 2.44</b> Cableado del Toyota Prius.....	45
<b>Figura 2.45</b> Cable de alto voltaje de las baterías. ....	45
<b>Figura 2.46</b> Vista componentes en el conjunto de la batería alto voltaje (HV). ....	46
<b>Figura 2.47</b> Conectores de la ECU de la Batería de alto voltaje. ....	46
<b>Figura 2.48</b> Sensor de corriente de la batería de alto voltaje (HV).....	49
<b>Figura 2.49</b> Jumper de Seguridad.....	50
<b>Figura 2.50</b> Comparación de la experiencia vs. La necesidad de educación técnica y entrenamiento.....	51
<b>Figura 2.51</b> Señalización de advertencia de alto voltaje y peligro de electrocución en los vehículos híbridos y eléctricos.....	52
<b>Figura 2.52</b> Calzado recomendado como Equipo de Protección Personal .....	53
<b>Figura 2.53</b> Tipo de vestimenta de material no sintético recomendado como Equipo de Protección Personal .....	54
<b>Figura 2.54</b> Gafas de seguridad con protección lateral.....	55
<b>Figura 2.55</b> Interior y exterior de los Guantes Aislantes Clase 0.....	55
<b>Figura 2.56</b> Gráfica de los daños que provoca en el cuerpo humano las diferentes intensidades de corrientes. ....	56
<b>Figura 2.57</b> Circuito al otro lado del cuerpo.....	57
<b>Figura 2.58</b> Circuito a través de la mano.....	57

<b>Figura 2.59</b> Ejemplo de que no se debe llevar en los bolsillos por seguridad. ....	58
<b>Figura 2.60</b> Aplicación de la regla de una mano .....	59
<b>Figura 2.61</b> Multímetro Categoría III con capacidad para soportar de corriente.....	60
<b>Figura 2.62</b> Jumper de seguridad de las baterías de alto voltaje. ....	61
<b>Figura 4.1</b> Pregunta N° 1.....	73
<b>Figura 4.2</b> Pregunta N° 2.....	74
<b>Figura 4.3</b> Pregunta N° 3.....	74
<b>Figura 4.4</b> Pregunta N° 4.....	75
<b>Figura 4.5</b> Pregunta N° 5.....	75
<b>Figura 4.6</b> Pregunta N° 6.....	76
<b>Figura 4.7</b> Pregunta N° 7.....	76
<b>Figura 4.8</b> Pregunta N° 8.....	77
<b>Figura 4.9</b> Pregunta N° 9.....	77
<b>Figura 4.10</b> Pregunta N° 10.....	78
<b>Figura 4.11</b> Pregunta N° 11.....	78
<b>Figura 5.1</b> Sección del tubo cuadrado utilizado en el diseño. ....	82
<b>Figura 5.2</b> Estructura del banco de pruebas. ....	82
<b>Figura 5.3</b> Varios tubos de diferentes dimensiones, cortados a 45 y 90°.83	
<b>Figura 5.4</b> Soldadura de las piezas.....	84
<b>Figura 5.5</b> Pulido de las soldaduras e imperfecciones. ....	85
<b>Figura 5.6</b> Banco de pruebas una vez pintado.....	86
<b>Figura 5.7</b> Banco de pruebas con sus ruedas.....	86
<b>Figura 5.8</b> Mueble con sus paneles de madera. ....	87
<b>Figura 5.9</b> Mueble terminado. ....	87
<b>Figura 5.10</b> Diagrama eléctrico del cargador de baterías.....	92
<b>Figura 5.11</b> Cargador de los packs de baterías. ....	93
<b>Figura 5.12</b> Multímetros usados para medir los packs de baterías. ....	94
<b>Figura 5.13</b> Foco H4 .....	94
<b>Figura 5.14</b> Focos halógenos de 500 y 1500 vatios. ....	95
<b>Figura 5.15</b> Circuito de control .....	100
<b>Figura 5.16</b> Diagrama eléctrico y electrónico del circuito de control. ....	101
<b>Figura 5.17</b> Scanner Launch Diagun X431 .....	105
<b>Figura 5.18</b> Pantalla inicial del scanner.....	106
<b>Figura 5.19</b> Pantalla de selección de la marca de vehículo. ....	106
<b>Figura 5.20</b> Pantalla de selección de la versión del software.....	107
<b>Figura 5.21</b> Pantalla de selección del conector usado en el vehículo... ..	107
<b>Figura 5.22</b> Pantalla de selección del país de procedencia. ....	107

<b>Figura 5.23</b> Pantalla para seleccionar el tipo de búsqueda del vehículo. .....	108
<b>Figura 5.24</b> Pantalla de selección del tipo de vehículo. ....	108
<b>Figura 5.25</b> Pantalla de identificación del modelo del vehículo. ....	108
<b>Figura 5.26</b> Pantalla de selección de subsistema del vehículo. ....	109
<b>Figura 5.27</b> Pantalla de información de DTC presentes. ....	109
<b>Figura 5.28</b> Pantalla de información de la presencia o no de DTC's. ....	110
<b>Figura 5.29</b> Pantalla de selección de sistema para visualizar DTC's. ...	110
<b>Figura 5.30</b> Códigos de falla presentes en el sistema de control híbrido. .....	111
<b>Figura 5.31</b> Códigos presentes en el sistema del ABS/VSC/TRC. ....	111
<b>Figura 5.32</b> Terminal AM de la ECU de la batería. ....	118
<b>Figura 5.33</b> Estado de carga (SOC) normal. ....	122
<b>Figura 5.34</b> Identificación del voltaje de cada par de packs. ....	123
<b>Figura 5.35</b> Diagrama de conexión del ventilador de la batería de alto Voltaje. ....	128
<b>Figura 5.36</b> Conector B9 del arnés que se conecta al ventilador de la Batería de Alto Voltaje. ....	129
<b>Figura 5.37</b> Conector B9 del Ventilador de la Batería de Alto Voltaje. ...	130
<b>Figura 5.38</b> Pin 3 (+B) del conector B10 .....	131
<b>Figura 5.39</b> Pin 4 (VM) del conector B10 .....	132
<b>Figura 5.40</b> Conector B10 .....	133
<b>Figura 5.41</b> Pin 1 (GND) del conector B9. ....	134
<b>Figura 5.42</b> Forma de onda (Señal de activación del motor del ventilador de la batería). ....	135
<b>Figura 5.43</b> Medición de resistencia del jumper de seguridad. ....	143
<b>Figura 5.44</b> Cables del conector del jumper de seguridad. ....	144
<b>Figura 5.45</b> Diagrama de conexión de los sensores de temperatura a la ECU de la batería. ....	146
<b>Figura 5.46</b> Vista del baúl del Toyota Prius. ....	152
<b>Figura 5.47</b> Remoción de la tapa del piso del baúl del Toyota Prius. ....	153
<b>Figura 5.48</b> Vista de la tapa plástica inferior en el baúl de un Toyota Prius .....	153
<b>Figura 5.49</b> Vista de la batería de alta tensión del Toyota Prius. ....	153
<b>Figura 5.50</b> Vista del borne positivo de la batería de 12 voltios del Toyota Prius. ....	154
<b>Figura 5.51</b> Vista del Jumper de seguridad de la Batería de Alta Tensión del Toyota Prius. ....	154
<b>Figura 5.52</b> Vista del Jumper de seguridad extraído de la Batería de Alta Tensión del Toyota Prius. ....	154

<b>Figura 5.53</b>	Alambres de alta tensión de la batería.....	155
<b>Figura 5.54</b>	Conectores de la batería desconectados.....	155
<b>Figura 5.55</b>	Perno de sujeción de la batería.....	155
<b>Figura 5.56</b>	Desconexión de la toma de aire de la batería.....	156
<b>Figura 5.57</b>	Batería removida del vehículo.....	156
<b>Figura 5.58</b>	Vista de la batería con y sus tapas de protección removidas. .....	156
<b>Figura 5.59</b>	Vista de las conexiones en serie de los packs de baterías.	157
<b>Figura 5.60</b>	Vista de los ductos de ventilación de los packs de baterías. .....	157
<b>Figura 5.61</b>	Vista de la ECU de la batería y de las salidas de alta tensión de la Batería de Alto Voltaje del Toyota Prius.....	158
<b>Figura 5.62</b>	Conexionado interno del Jumper de seguridad.....	158
<b>Figura 5.63</b>	Vista de la polaridad de los packs de baterías.....	159
<b>Figura 5.64</b>	Chapas y contactos corroídos.....	159
<b>Figura 5.65</b>	Vista de un pack de batería inflamado.....	160
<b>Figura 5.66</b>	Chapas una vez lijadas.....	160
<b>Figura 5.67</b>	Desconexión de los packs de baterías.....	162
<b>Figura 5.68</b>	Retiro de pernos de sujeción de los packs de batería.....	162
<b>Figura 5.69</b>	Desarmado de ls packs.....	163
<b>Figura 5.70</b>	Conjunto de packs de batería.....	163
<b>Figura 5.71</b>	Vista de la ECU de la batería.....	164
<b>Figura 5.72</b>	Conexión en serie de los packs.....	166
<b>Figura 5.73</b>	Conexión de los packs en paralelo.....	167
<b>Figura 5.74</b>	Chapas y contactos de conexión de los packs sin óxido ni corrosión.....	171
<b>Figura 5.75</b>	Batería instalada en el vehículo.....	172
<b>Figura 5.76</b>	Saturn VUE 2 Mode Hybrid.....	173
<b>Figura 5.77</b>	Conexión de la Smart Box del Scanner al conector DLC del vehículo.....	174
<b>Figura 5.78</b>	Pantalla principal del Scanner Launch Diagon.....	174
<b>Figura 5.79</b>	Menú de selección de marca del vehículo.....	175
<b>Figura 5.80</b>	Pantalla de selección de la versión del software de diagnóstico.....	175
<b>Figura 5.81</b>	Pantalla de selección del tipo de diagnóstico del vehículo.	176
<b>Figura 5.82</b>	Pantalla de selección del año de fabricación del vehículo .	176
<b>Figura 5.83</b>	Pantalla de selección de tipo de vehículo.....	177
<b>Figura 5.84</b>	Menú de selección de la marca del vehículo dentro de GM	177
<b>Figura 5.85</b>	Selección de la letra según el VIN del vehículo.....	178
<b>Figura 5.86</b>	Menú de selección del modelo del vehículo.....	178

<b>Figura 5.87</b>	Menú de selección de la computadora a ingresar en el vehículo.....	178
<b>Figura 5.88</b>	Menú de selección del tipo de motor del vehículo.....	179
<b>Figura 5.89</b>	Menú de selección del módulo de control a ingresar. ....	179
<b>Figura 5.90</b>	Menú de selección dentro de la ECM de la batería.....	180
<b>Figura 5.91</b>	Pantallas de selección para el flujo de datos de la batería del híbrido.....	180
<b>Figura 5.92</b>	Funciones especiales de la ECU de la Batería del Híbrido.	181
<b>Figura 5.93</b>	Test activo del ventilador de la batería.....	181
<b>Figura 5.94</b>	Cables del motor trifásico.....	182
<b>Figura 5.95</b>	Bloque de baterías del sistema híbrido. ....	182
<b>Figura 5.96</b>	Adhesivo de advertencia de la batería de 36 V.....	182
<b>Figura 5.97</b>	Vista de la batería de 36 V destapada fuera del vehículo. .	183
<b>Figura 5.98</b>	Vistas de los packs de batería dañados.....	183
<b>Figura 5.99</b>	Sensores de temperatura de los packs de baterías. ....	184
<b>Figura 5.100</b>	Comparación de un pack estallado con otro en buen estado. .....	184
<b>Figura 5.101</b>	Afectación de los electrolitos al pack de baterías.....	185
<b>Figura 5.102</b>	Vista de un pack de baterías destapado. ....	185
<b>Figura 5.103</b>	Pack de batería nuevo. ....	186
<b>Figura 6.1</b>	Cronograma. ....	191



## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 5.1</b> Valor equivalente RMS con respecto al valor pico de la corriente.....	88
<b>Ecuación 5.2</b> Cálculo del voltaje real aproximado de salida del puente de diodos. ....	89
<b>Ecuación 5.3</b> Derivación para estimar el rizado de pico a pico de cualquier filtro con condensador a la entrada. ....	90
<b>Ecuación 5.4</b> Ley de Ohm.....	90
<b>Ecuación 5.5</b> Tensión inversa de pico .....	92
<b>Ecuación 5.6</b> Descomposición de la carga en serie. ....	95
<b>Ecuación 5.7</b> Relación del número de espiras del primario y secundario con respecto a los voltajes de entrada y salida.....	97
<b>Ecuación 5.8</b> Cálculo de la potencia del núcleo del transformador.....	98
<b>Ecuación 5.9</b> Cálculo de la intensidad de transporte de la energía en un cable. ....	102
<b>Ecuación 5.10</b> Baja de tensión permisible. ....	102
<b>Ecuación 5.11</b> Resistencia del cable. ....	103
<b>Ecuación 5.12</b> Cálculo de la sección del cable. ....	103

## RESUMEN

El proyecto tiene por objetivo el diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS para realizar estas tareas a un bajo costo.

Es una guía completamente descriptiva del sistema de baterías de alto voltaje que se equipan en todos los vehículos híbridos o eléctricos que se producen mundialmente.

Por medio de la comprensión del funcionamiento de los vehículos híbridos y eléctricos, así como de sus mecanismos mecánicos, eléctricos y electrónicos, se logrará la integración de la electricidad y electrónica automotriz de manera más eficaz, pues se contará con un banco para poder desarmar y dar mantenimiento y reparar baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos y eléctricos. Tomando en cuenta el auge que esta tecnología está teniendo en nuestro país es importante para el estudiante familiarizarse con esta tecnología.

El proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para todos los involucrados en la ingeniería automotriz, facilita el entendimiento preciso del funcionamiento de las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos, así como sus componentes, ya sean estos sensores, actuadores o procesadores de datos que controlan el funcionamiento adecuado de este sistema.

El técnico automotriz contemporáneo está obligado a capacitarse permanentemente para no quedar aislado de la evolución de los sistemas de los vehículos híbridos y eléctricos.

## **ABSTRACT**

This Project has the objective of design and improves a service, diagnostic and refurbishes protocol of the HYBRID VEHICLE BATTERY SYSTEM to do at a low cost.

It's an entirely descriptive guide of the high voltage battery system that is used in the entire hybrid or electric vehicles that are worldwide produced.

By the comprehension of the way to work of the hybrid and electric vehicles, and as their mechanics, electrics and electronics mechanisms, will be able to have a better integration of the automotive electricity and electronics, because we could have a bank to disassemble, do service and repair high voltage batteries of the hybrid and electric vehicles. We have to know that this technology is growing up in our country, and is important to the students get familiarized to this technology.

This project is presented as an important tool for all the people that are involved in the automotive engineering; it makes easy the precisely understanding of the working of the high voltage batteries, their components, could be sensors, actuators or data processors that controls the good working of this system.

The current automotive technician is obligated to have a permanent training to not be isolated of the evolution of the hybrid and electric systems of the vehicle.

## **PRESENTACIÓN**

En el proyecto “**DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS**” relaciona diversos conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera.

El presente banco de pruebas se desarrolla con base en la experiencia del constructor y en la necesidad de contar con material de fácil manipulación, se construyó y ubicó los elementos principales necesarios para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos y eléctricos.

El capítulo 1 presenta el análisis metodológico del problema a resolver, como son las causas, objetivos y su justificación.

El capítulo 2 trata sobre el marco teórico empleado en el desarrollo de la presente investigación, como es la teoría sobre las partes y funcionamiento de los híbridos, así como seguridad y protección personal.

El capítulo 3, se refiere al planteamiento de las hipótesis y la operacionalización de las variables para la correcta realización del presente proyecto de tesis.

El capítulo 4 versa sobre la investigación del problema y su tabulación para conocer su factibilidad.

El capítulo 5 plantea la propuesta y procedimientos para resolver el problema de investigación (poder dar mantenimiento, diagnosticar y reparar las baterías de alto voltaje).

El capítulo 6 plantea el marco administrativo que relaciona los diversos recursos utilizados en el desarrollo del proyecto.

# **CAPÍTULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad los vehículos híbridos, cuando presentan un problema eléctrico de cualquier tipo, realizan su mantenimiento o reparación únicamente en las casas concesionarias, los diferentes talleres automotrices existentes en el país, no realizan estas reparaciones por la falta de conocimiento de las partes constitutivas del sistema eléctrico y los componentes electrónicos que utilizan para su funcionamiento.

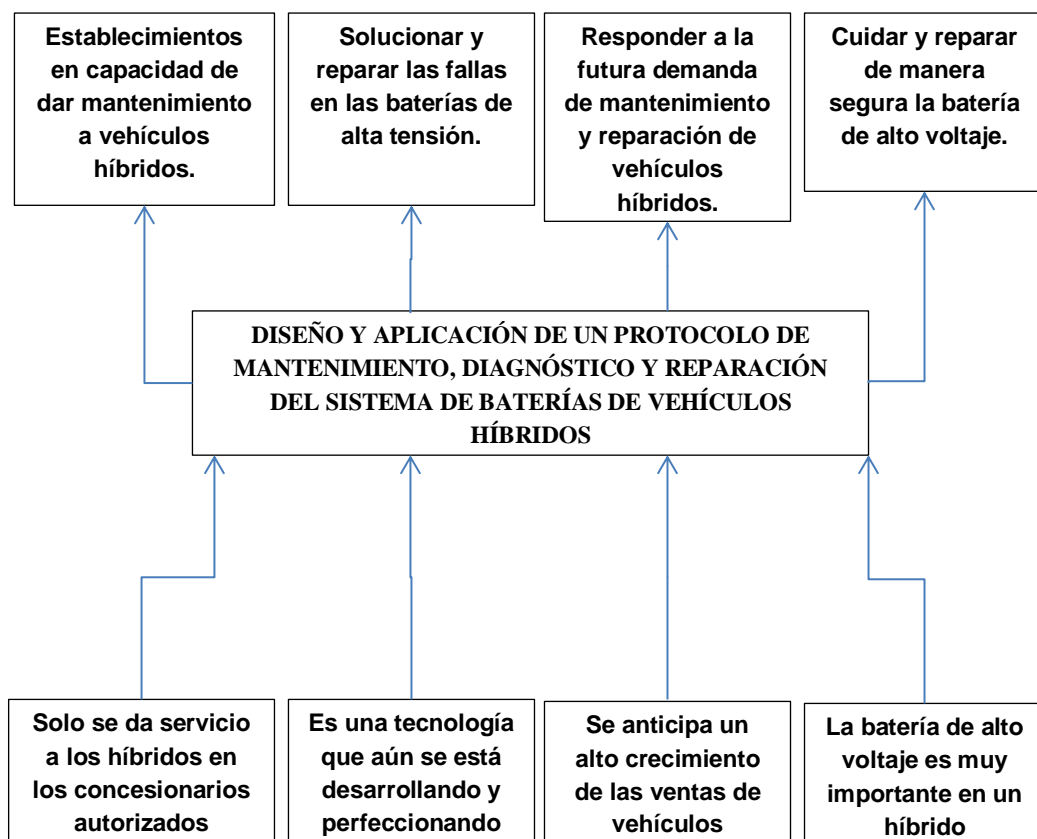
Como egresado de la carrera de Ingeniero Automotriz estoy en capacidad de determinar un proceso, un protocolo de mantenimiento y reparación que permita a los talleres incursionar también en la reparación de las averías indicadas, y solucionar la posible falta de talleres calificados en los años venideros.

Hay que tener en cuenta que se anticipa un alto crecimiento en la utilización de vehículos híbridos eléctricos en el país por cambio de la matriz energética, la misma que va a provocar una reducción del consumo de combustibles fósiles, y el remplazo por energía eléctrica, siendo la batería eléctrica un componente que tiene importante relevancia.

La información por ser un tema relativamente nuevo en el país, es escasa, no se posee libros, manuales o información completa de los diferentes sistemas y funcionamiento de estos. Por este motivo se realiza este proyecto investigativo que ayudará a familiarizarnos con las nuevas tecnologías y saber como manejarlas. El mantenimiento es otro gran problema ya que la falta de conocimiento hace que creamos que estamos

cuidando bien del vehículo cuando no es así o que no sepamos cómo dar mantenimiento de sus diferentes sistemas.

Por ser una nueva tecnología introducida en los vehículos aun presentan daños o falla de fábrica ya que aún se están perfeccionando el funcionamiento de estos dispositivos acoplados a los vehículos, generando un alto costo de mantenimiento y reparación. Creando un tabú en la gente en cuanto a su fiabilidad. Se investigará el sistema de baterías en particular con el fin de dejar un protocolo de mantenimiento, en que el usuario sabrá que hacer para evitar daños usando correctamente el vehículo y de producirse, poder repararlos sin tener que invertir las grandes sumas de dinero que cuesta hacerlo en los concesionarios.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 1.1** Diagrama espina de pescado del planteamiento del problema.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La ESPE Extensión Latacunga oferta el Programa de III Nivel de Ingeniería Automotriz el que tiene como propósito formar profesionales capacitados para analizar sistemas electrónicos aplicados en los vehículos, el problema se formula tomando en consideración las siguientes interrogantes.

- ¿Qué es un vehículo híbrido?
- ¿Qué sistemas nuevos o diferentes posee un vehículo híbrido?
- ¿Qué es lo nuevo de la tecnología de los vehículos híbridos y eléctricos?
- ¿Qué procedimiento se realiza para diagnosticar un fallo en un vehículo híbrido?
- ¿Qué protocolo se sigue al fallar las baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?
- ¿Es posible monitorear códigos de falla en un vehículo híbrido o eléctrico?

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y aplicar un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

## **1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO**

- Investigar el funcionamiento del sistema de baterías de los vehículos híbridos.
- Investigar la constitución de la batería de los vehículos híbridos y métodos para alargar su vida útil.
- Investigar las partes de la batería de alto voltaje.
- Poder dar el mantenimiento adecuado para evitar daños graves en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo híbrido.

- Diseñar, construir e implementar las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Gracias al análisis de vehículos híbridos colaboramos con el desarrollo y estudio de estas nuevas tecnologías que están incursionando en nuestro país considerando como potencial futuro este tipo de vehículos, tomando en cuenta el impulso que se están dando en el mundo los automotores híbridos, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías empleadas en la actualidad y recientes en nuestro medio necesarias para la creación de medios alternativos de propulsión, siendo el caso la utilización de un motor de combustión interna y energía eléctrica para mover un vehículo.

El objetivo de la creación de este diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos es poder dar una herramienta válida a los técnicos e ingenieros automotrices para poder brindar mantenimiento preventivo y correctivo a las baterías de los vehículos híbridos. Además de ello queremos estar al alcance del desarrollo automotriz que estamos viviendo en nuestros días, con ello dejar una guía de parámetros de funcionamiento y pruebas de las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos.

El desarrollo del estudio es muy importante ya que considero a este tipo de propulsión alternativa como medio necesario para la reducción en los índices de contaminación existentes en la actualidad.

El desarrollo de este proyecto es de gran ayuda para poder ayudar y llevar al éxito a este tipo de vehículos en nuestro país al poder ampliar el número de personas que podrán dar servicio técnico a los vehículos híbridos.



## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

##### **2.1.1 ARQUITECTURA DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS**

La arquitectura de un vehículo híbrido se entiende como la forma en que un vehículo híbrido utiliza sus fuentes de energía y por consiguiente sus motores para conseguir su movimiento. En base a esto se puede tener tres diferentes arquitecturas a saber:

- Híbridos en Serie.
- Híbridos en Paralelo.
- Híbridos Combinados.

Además de estas arquitecturas base, algunos grupos y empresas también incluyen a los híbridos enchufables, que básicamente son el mismo vehículo híbrido en cualquiera de sus configuraciones pero con la capacidad de conectarse a la red de distribución eléctrica para recargar sus baterías de alto voltaje y así disminuir aún más sus consumos.

Las diferentes arquitecturas se explican a continuación:

#### **a. HÍBRIDOS EN SERIE**

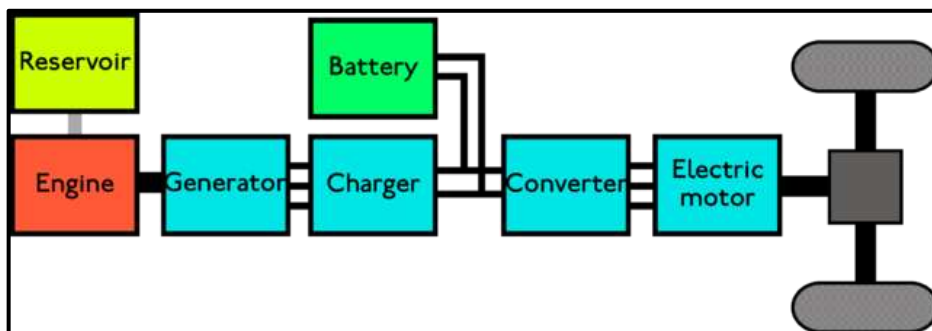
Utilizan el MCI acoplado a un generador, el que produce electricidad para el motor eléctrico que acciona el giro de las ruedas. Es llamado híbrido en serie pues el flujo de energía se mueve en línea directa. Al estar el MCI desacoplado de la tracción, es posible que opere a

una velocidad constante en un punto próximo a su punto óptimo de operación en términos de eficiencia y emisiones, mientras carga la batería.

Una desventaja del sistema es que la energía debe ser convertida varias veces, siendo la eficiencia mecánica entre el MCI y el eje de tracción difícilmente superior al 55% (esto incluye la eficiencia de almacenamiento de la batería). Otra desventaja es que requiere un motor más grande y pesado que en el sistema en paralelo, lo que no presenta graves consecuencias en buses para transporte público.

El dispositivo generador se utiliza principalmente como un amplificador de prestaciones, por lo que en la mayoría de los kilómetros se circula con las baterías. Cuando la duración del viaje excede a las prestaciones de la batería, el dispositivo generador se enciende. Para viajes más largos, el dispositivo generador puede ser conectado automáticamente cuando las baterías alcanzan un nivel predeterminado de descarga que suele ser cuando las baterías llegan a un 20% de su carga.

El motor térmico impulsa un generador eléctrico, normalmente un alterador trifásico, que recarga las baterías, una vez rectificada la corriente, y alimenta al motor o motores eléctricos y estos son los que impulsan al vehículo.



Fuente: <http://it.wikipedia.org/wiki/File:Hybridserie.png>

Figura 2.1 Esquema de un vehículo híbrido en serie.

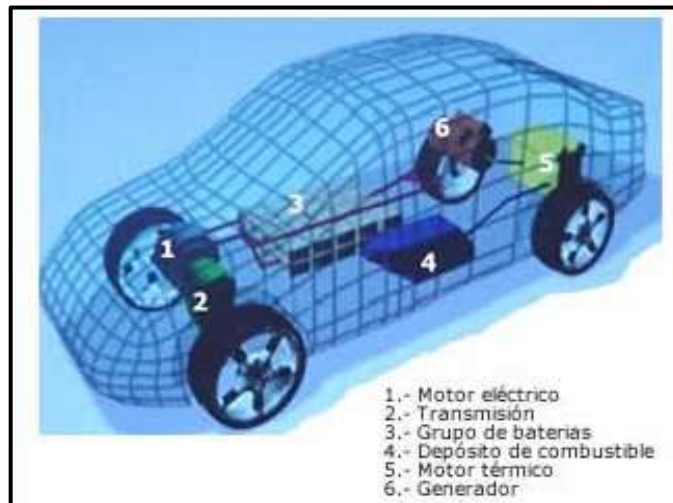
Dependiendo del rango de velocidades que se quieran ofrecer el dispositivo generador debe ser mayor o menor. En un principio se propusieron soluciones de bajo rango de velocidades, pero la tendencia hoy en día es la de ir a un rango mayor. Esto implica sistemas de generación muchos mayores. La batería se dimensiona en función de los picos de demanda.

Así, a altas velocidades, sólo parte de la energía proviene de las baterías, siendo éstas las que suministran la potencia necesaria para aceleraciones y adelantamientos. A velocidad de crucero, la potencia generada en exceso se utiliza para recargar las baterías. Este sistema resulta eficiente si el 80% de los kilómetros recorridos son alimentados por la energía de las baterías que se han recargado desde la red.

En caso contrario es difícil la justificación de este tipo de propulsión híbrida ya que la energía eléctrica de las baterías proviene en realidad de la combustión del motor térmico.

La principal ventaja que ofrece este diseño frente al de en "paralelo" es la de un diseño mecánico simple. Se dispone de un motor térmico diseñado y optimizado para trabajar siempre en el mismo régimen de revoluciones.

La desventaja de este tipo de vehículos es que toda la energía producida por el motor térmico tiene que atravesar el generador eléctrico sufriendo muchas pérdidas, debido a la transformación de energía mecánica a eléctrica, y toda la energía para la tracción tiene que pasar por el motor eléctrico.



**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.com/hibridos.htm>

**Figura 2.2** Disposición de las partes constitutivas de un híbrido en serie

### **Chevrolet VOLT**

General Motors, marcó un nuevo registro en la historia en el invierno de 2010, cuando hizo efectiva la venta del primer vehículo híbrido serie, el Chevrolet Volt. Con ello, se iniciaba un nuevo camino en el transporte eléctrico por carretera: los vehículos híbridos con capacidad de recarga exterior de baterías. Su mayor virtud, es poder combinar la recarga de combustible con la posibilidad de ser enchufado para recargar sus baterías.

La tracción es netamente eléctrica. Dispone de un conjunto de baterías de 16 kilovatios-hora, que podrían mantener permanentemente iluminada una lámpara común del salón de casa durante 200 horas (un poco más de ocho días). Cuando las baterías están próximas a agotarse, entra en funcionamiento el motor de combustible, pero no para transmitir potencia a los ejes.

Un generador de 55 kilovatios, recibe la potencia del motor de combustión en su eje y produce energía hacia el motor eléctrico. Por tanto, el concepto de transmisión cambia radicalmente, ya no es el motor

de combustión el que dirige la tracción delantera, es el motor eléctrico el que impulsa el vehículo.



**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Chevrolet\\_Volt](http://es.wikipedia.org/wiki/Chevrolet_Volt)

**Figura 2.3** Chevrolet Volt

La ventaja de estos sistemas, según la percepción de General Motors, reside en un buen compromiso entre autonomía y uso eléctrico. GM ha presentado unos estudios, en los que se observa que el 78 por ciento de los vehículos norteamericanos acumulan diariamente, recorridos inferiores a los 64 kilómetros, cifra que coincide, aproximadamente, con la autonomía puramente eléctrica del Chevrolet Volt. Es por esto, que la dependencia de derivados del petróleo, solo se dará para largos recorridos. Para uso local, bastará con enchufar el vehículo mientras esté aparcado.

#### **b. HÍBRIDOS EN PARALELO**

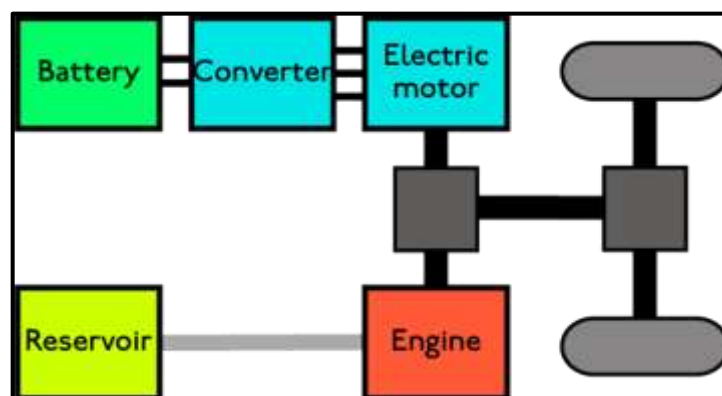
Este tipo de vehículo utiliza dos sistemas diferentes de tracción en paralelo. Según esta configuración ambos proveen de potencia a las

ruedas de modo que los dos sistemas pueden ser utilizados simultánea o independientemente para obtener una potencia máxima.

Aunque mecánicamente más complejo, este método evita las pérdidas que se producen por la conversión de energía mecánica en eléctrica que se da en los híbridos en serie.

Además como los picos de demanda de potencia le corresponden al motor de combustión interna, las baterías pueden ser muchos menores.

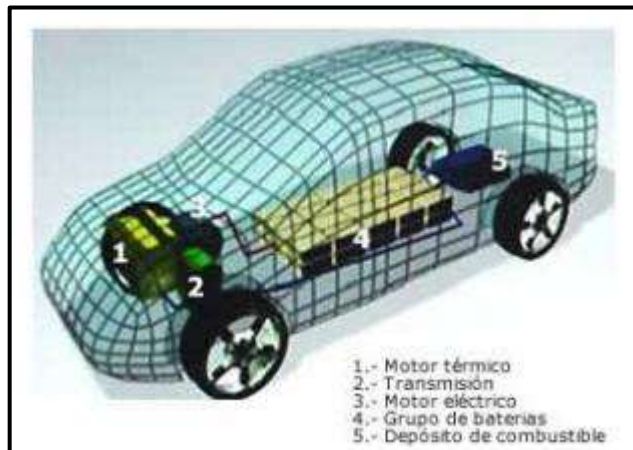
El motor a gasolina entra en funcionamiento cuando el vehículo necesita más energía. Y al detenerse, el híbrido aprovecha la energía normalmente empleada en frenar para recargar su propia batería (frenado regenerativo).



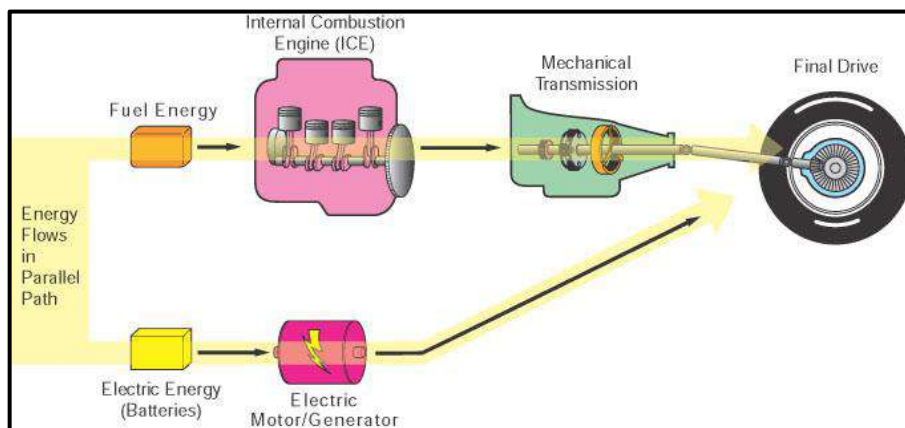
**Fuente:** <http://www.carunch.com/all-about-hybrid-cars-go-green/>

**Figura 2.4** Esquema de un vehículo híbrido en paralelo

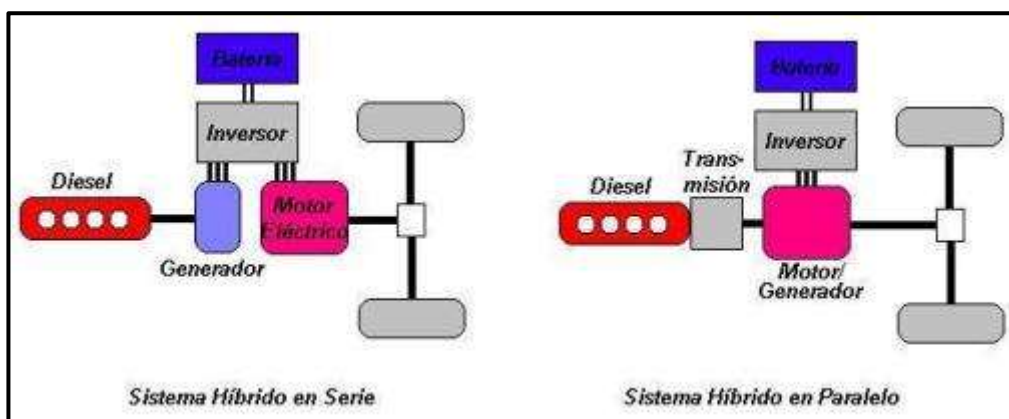
Como los patrones de uso de los automóviles tienden a viajes cortos y frecuentes, un híbrido en paralelo trabajará la mayor parte del tiempo sólo con motor eléctrico (este funcionamiento sería el ideal, aunque la realidad demuestra que actualmente las baterías de los híbridos tienen muy poca autonomía y por lo tanto estos vehículos funcionan mayormente impulsados por el motor térmico).



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/hibridos.htm>  
**Figura 2.5** Distribución de los componentes de un sistema híbrido Paralelo



Fuente: Cise Electronics Corp.  
**Figura 2.6** Diseño del Sistema Híbrido en paralelo



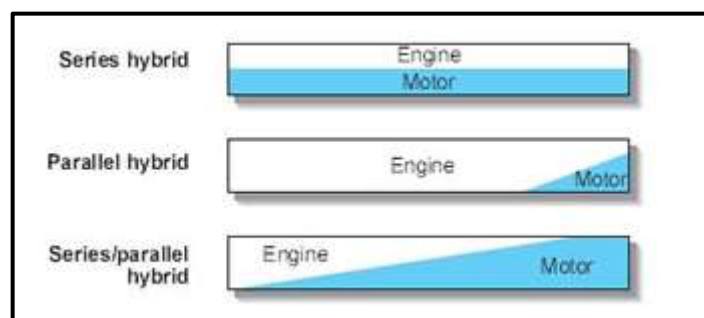
Fuente: [http://cabierta.uchile.cl/revista/13/articulos/13\\_3/index.html](http://cabierta.uchile.cl/revista/13/articulos/13_3/index.html)  
**Figura 2.7** Comparación de los sistemas híbridos en serie y en paralelo

### c. HÍBRIDOS COMBINADOS

También es conocido como híbrido paralelo-serie. Esta es la configuración más utilizada por los fabricantes de automóviles como es el caso del TOYOTA PRIUS o el FORD ESCAPE HYBRID.

En este caso el motor térmico cuando es requerido, acciona un generador que envía la corriente a la batería a través del inversor, otras veces también funciona al igual que un sistema en paralelo, es decir solo se encarga de ayudar al motor eléctrico a mover el vehículo como es el caso de fuertes aceleraciones por ejemplo. Pero el caso más común es que cuando el motor térmico es activado, realiza las dos cosas a la vez, es decir que una parte de su energía se usa para mover el vehículo, y la otra parte es utilizada para recargar las baterías.

Por el momento esta configuración es la que se usa más debido a la necesidad de mejorar las baterías, es por esta razón que en la siguiente gráfica se muestra una comparación de los tiempos de funcionamiento del motor térmico (blanco) con respecto al motor eléctrico (celeste).

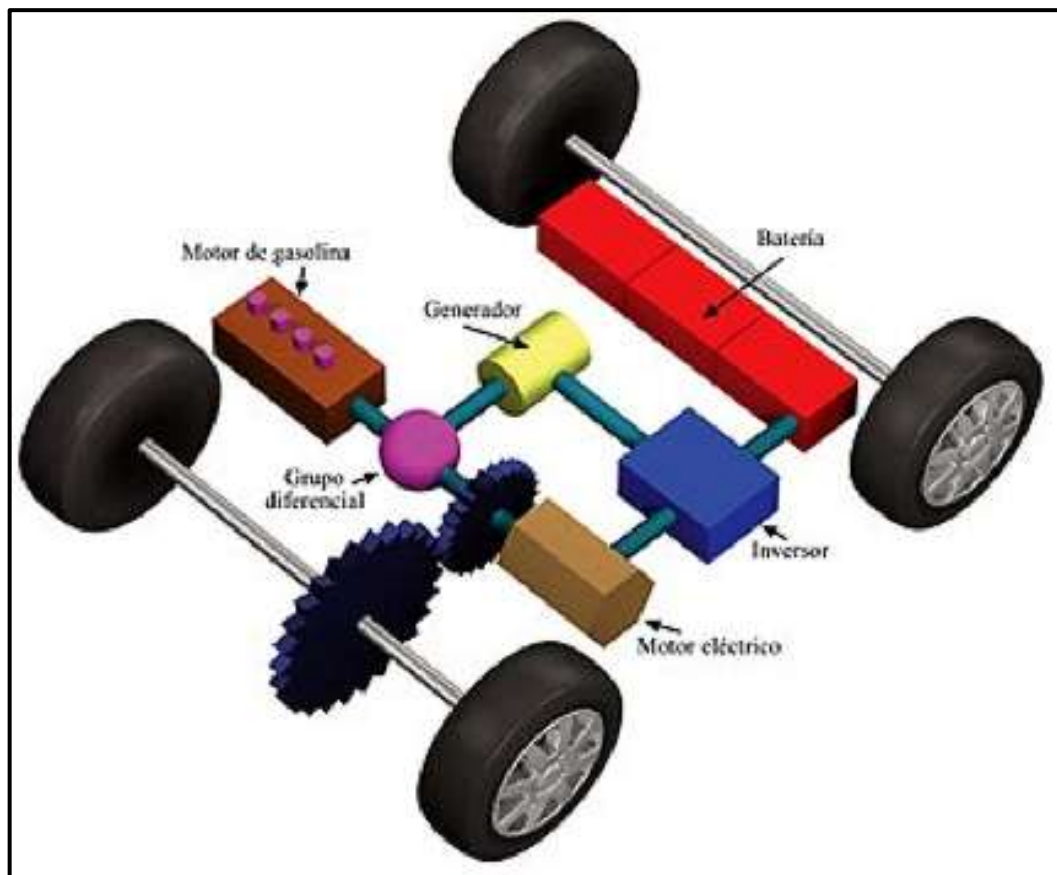


**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.com/hibridos.htm>

**Figura 2.8** Gráfica del tiempo de funcionamiento del motor eléctrico/ motor térmico.



Este funcionamiento se logra a través de un juego de engranajes epicicloides que controla las velocidades de rotación de cada motor del vehículo.



Fuente: <http://www.cocheburbuja.com/2011/03>

**Figura 2.9** Diseño del sistema híbrido combinado

Los estados en que las baterías son recargadas, y en los que se descargan además del funcionamiento del motor térmico se explican en la siguiente tabla. Tomando en consideración que con “M” se indica cuándo el motor-generador funciona como motor, y con “G” cuando funciona como generador. Tomando como modelo al TOYOTA PRIUS.

**Tabla 2-1** Condiciones de operación de un vehículo híbrido en paralelo.

<b>CONDICIÓN DE OPERACIÓN</b>	<b>MG1</b>	<b>MG2</b>	<b>MCI</b>	<b>Detalle</b>
0- Vehículo detenido con carga suficiente	----	-----	----	
1- Vehículo detenido arranca MCI	M	-----	-----	
2- Vehículo detenido cargando batería	G	-----	M	
3- Vehículo en movimientos EV	----	M	-----	
4- Vehículo en Movimiento Arranca MCI	M	M	----	
5- Vehículo en Movimiento. Media carga cargando batería	G	-----	M	
6- Vehículo en Movimiento. Alta carga cargando batería	G	M	M	
7- Vehículo en Movimiento. Potencia máxima	M	M	M	500 Volts
8- Freno Regenerativo	M	G	----	MG1 acompaña el movimiento
9- Reversa	----	M INV.	-----	

Fuente: Luis Espinosa.

## 2.2 COMPONENTES DE LOS VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Los vehículos híbridos están constituidos por varios componentes que se encargan de gestionar y gobernar a los diferentes motores, la transmisión del movimiento, la conversión y transmisión de energía, además de los sistemas típicos de un automóvil. A continuación se detallan los componentes y su funcionamiento.

### 2.2.1 PROPULSIÓN

#### a. MOTOR COMBUSTIÓN INTERNA

Es un motor que puede ser a gasolina o diésel, gobernado por la ECU del motor.

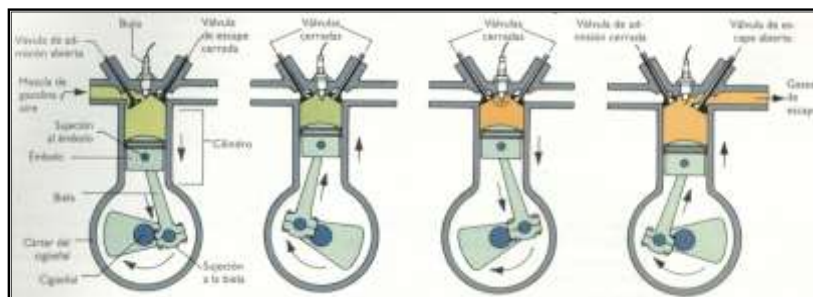
Dentro de los motores a gasolina que son los más utilizados, se utilizan los de ciclo OTTO y también los de ciclo ATKINSON. A continuación el funcionamiento de cada ciclo:

## CICLO OTTO O DE 4 TIEMPOS

El ciclo de un motor de combustión interno puede definirse como la serie completa de acontecimientos que ocurren antes de que vuelvan a repetirse.

El motor con ciclo de 4 tiempos necesita 4 movimientos de cada pistón, dos hacia arriba y dos hacia abajo (dos revoluciones completas del cigüeñal), para completar dicho ciclo los tiempos, en el orden en que se reproducen se llaman:

Admisión, Compresión, Explosión o carrera de fuerza, Escape o descarga.



**Fuente:** Enciclopedia Encarta.

**Figura 2.10** Funcionamiento del motor de 4 tiempos

### PRIMER TIEMPO: ADMISIÓN

La primera etapa del ciclo Otto, la de admisión, queda representada. Empieza cuando el pistón está colocado en la parte superior del cilindro. Con la válvula de escape cerrada y la admisión abierta, el pistón se mueve hacia abajo provocando la admisión al producirse un vacío parcial en el interior del cilindro. La presión atmosférica, por ser mayor que la que existe en el interior del cilindro,

hace que entre aire por el carburador, donde se mezcla en proporciones adecuadas con el combustible.

Esta mezcla pasa por el tubo de admisión múltiple al interior del cilindro.

Cuando el pistón llega al punto muerto inferior (PMI) la presión en el interior del cilindro sigue siendo algo menor que la presión atmosférica exterior y la mezcla continua entrando en el cilindro. La válvula de admisión sigue abierta mientras que el pistón inicia el movimiento hacia arriba hasta que la posición de la leva hace que la válvula se cierre. La distancia que recorre el pistón hacia arriba hasta que cierra la válvula es realmente muy pequeña.

## **SEGUNDO TIEMPO: COMPRESIÓN**

La compresión en un motor de 4 tiempos, sigue inmediatamente la admisión.

Ambas válvulas están cerradas y la mezcla de combustible queda en el cilindro que ahora está cerrada. El pistón al moverse hacia arriba dentro del cilindro comprime la mezcla combustible al terminar esta etapa el pistón ha completado dos movimientos, uno hacia abajo y el otro hacia arriba y el cigüeñal un círculo completo o sea 360°.

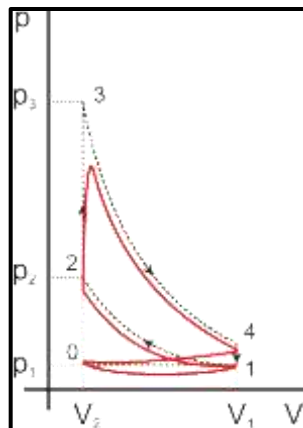
## **TERCER TIEMPO: EXPLOSIÓN O CARRERA DE FUERZA**

Cuando el pistón ha llegado al punto muerto superior (PMS) la mezcla combustible que entró al cilindro durante la admisión ha quedado comprimida. En este momento del ciclo dicha carga combustible se inflama por medio de una chispa producida por la bujía y se verifica la combustión. Debido al calor generado por la combustión, (aproximadamente de 4000 a 4500° C igual a 2204 menos 2491° C). Se expanden los gases y se produce una alta presión en el interior del

cilindro. Esta presión actúa en forma de “de empuje” contra la cabeza del pistón, obligando a bajar, como se ve, lo que constituye la transmisión de la energía al cigüeñal en forma de fuerza de torsión o rotatoria.

#### **CUARTO TIEMPO: ESCAPE O DESCARGA**

Cuando el pistón se acerca al punto muerto inferior (PMI) la posición que corresponde al fin de la energía, la válvula de escape, se abre disminuyendo la presión en el interior del cilindro. Esta válvula permanece abierta mientras el pistón se mueve hacia arriba, hasta que llega al punto muerto superior (PMS). Cuando el pistón alcanza la posición más alta se cierra la válvula de escape. En la mayoría de los motores la válvula de escape se cierra poco después de alcanzado el punto muerto superior (PMS), antes de que el pistón llegue a la parte superior en la admisión empieza a abrirse la válvula de admisión, esta permite que esté abierta totalmente cuando el pistón baja de nuevo para iniciar la admisión siguiente.



**Fuente:**

<http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/asignaturas/fisica/termo2p/otto.html>

**Figura 2.11** Ciclo OTTO termodinámico real vs teórico

#### **CICLO ATKINSON**

En 1882 James Atkinson diseñó un motor basado en el de ciclo Otto, se diseñó para *saltarse* la patente que protegía al motor de cuatro tiempos. Fue olvidado en la historia, pero el ciclo en el que se basa se ha rescatado en los últimos años para los híbridos.

El ciclo Atkinson es más eficiente, ya que consigue relaciones más altas de compresión. La gasolina, cuando se encuentra muy comprimida tiende a detonar antes, lo cual no interesa. Pero si se logra una alta relación de compresión, el rendimiento termodinámico es superior.

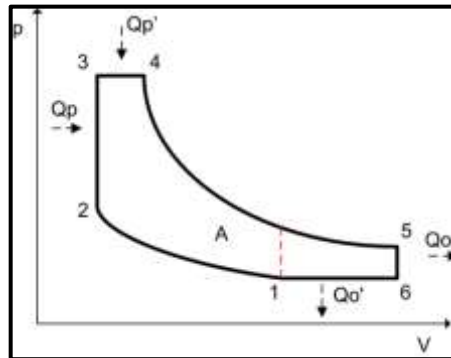
Los motores con mayores relaciones de compresión necesitan gasolina con un octanaje superior. Basta con retrasar el cierre de las válvulas de admisión, permitiendo un pequeño reflujo de gases que vuelve al colector de admisión mientras asciende el pistón, permitiendo una relación de compresión superior. Estas válvulas controlan la cantidad de gases en el cilindro y la duración de la carrera de compresión. Podemos considerarlo como *cinco tiempos*.

Dicho de otra manera, la carrera de compresión dura menos que la carrera de expansión. Todo esto nos sirve para aprovechar mejor la energía liberada durante la explosión de la gasolina. Como hay una menor mezcla en el cilindro, la potencia es inferior al de un motor Otto de la misma cilindrada, pero la eficiencia termodinámica del Atkinson es más alta, en otras palabras gastan menos.

Como los motores ciclo Atkinson gastan menos y dan menos potencia, son motores idóneos para aplicaciones híbridas. El motor eléctrico aporta la potencia que falta, y así combinan una entrega de potencia buena con un consumo realmente bajo.

Los híbridos procuran que el motor Atkinson gire a su régimen más eficiente, y el exceso de potencia generada se almacena en las baterías.

Esto supone un menor consumo que si se utilizase el motor Atkinson en regímenes en los que no consigue la misma eficiencia termodinámica.



Fuente: <http://www.motorpasion.com/tecnologia/motor-de-ciclo-atkinson>

**Figura 2.12** Diagrama presión volumen del ciclo Atkinson

Este es el diagrama presión-volumen del ciclo Atkinson. Se produce un mayor aporte de calor a volumen constante en  $Q_p$  y otro en  $Q_p'$ , mientras que el calor residual cedido por los gases de escape se descompone en  $Q_o$  y  $Q_o'$ .

Si el ciclo Otto se desliza un poco, nos da el ciclo Atkinson. Basta con ver las analogías: más relación de compresión, mayor rendimiento termodinámico, menor potencia.

## b. MOTO-GENERADORES

El sistema utiliza motores trifásicos que también hacen las veces de generadores cuando las condiciones del movimiento y del manejo lo permiten.

La corriente Alterna es lograda gracias a la electrónica del INVERSOR, el caso de este modelo TOYOTA PRIUS, el moto-generador 1 (MG1) se encarga de generar carga que se distribuye entre la batería y el consumo del moto-generador 2 (MG2). El moto generador 2 (MG2) se encarga de alternar con el motor de combustión interna el movimiento del vehículo, en marcha hacia

adelante y marcha hacia atrás (Reversa) , toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema híbrido ECU HV.

Como estrategia importante por parte del motor MG1 está la de funcionar como generador de corriente para restablecer carga a la batería. En el caso de MG2 solo lo realiza en el frenado lo que se le conoce como sistema de freno REGENERATIVO, es decir cuando el vehículo comienza a bajar velocidad el motor generador MG2 toma energía cinética de la disminución de velocidad y la transforma en energía eléctrica que luego mediante el sistema inversor va a la batería de alto voltaje HV.

Esto crea gran eficiencia al sistema puesto que esta energía que antes era perdida en fricción en las pastillas de freno es aprovechada como carga a la batería, de todas formas el vehículo cuenta con un sistema hidráulico de frenado que opera de forma paralela similar a cualquier vehículo con sistema ABS, solo que en este caso en particular también incorpora control electrónico de la presión de frenado EBD.

#### **c. GENERADOR**

Un generador es un elemento que transforma el movimiento que recibe en energía eléctrica, este movimiento en el caso de los vehículos híbridos puede provenir del movimiento del motor de combustión interna o del movimiento proveniente del diferencial debido al movimiento del vehículo, cuando se produce el freno regenerativo.

#### **d. MOTOR ELÉCTRICO**

Es el que genera el movimiento a partir de la inducción eléctrica que recibe el rotor por parte del estator. En caso de los motores trifásicos



los devanados del estator están separados 120° con lo que producen un empuje constante y un mayor torque del motor eléctrico trifásico.

Para cambiar el sentido de giro del motor trifásico, basta con cambiar dos de las tres conexiones de este a su fuente de energía, esto se logra fácilmente mediante el uso de transistores en el grupo inversor.

### **2.2.2 INVERSOR**

Este componente es parte fundamental del vehículo Híbrido, incorpora gran cantidad de elementos electrónicos y eléctricos pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV, esta última se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 2.13** Inversor del Toyota Prius 3G

Dentro del conjunto que se conoce como INVERSOR podemos encontrar varias etapas o sistemas independientes, dentro de las funciones de este elemento se tienen por ejemplo.

Permitir el control de los Moto Generadores MG1 – MG2 con un circuito constituido en su interior, que toma la tensión de la Batería de alto Voltaje HV la cual se encuentra en 220 V DC aproximadamente y

mediante un circuito de potencia generar una corriente alterna en tres fases que permita el movimiento de los motores eléctricos.

Permitir mediante la tensión de la Batería de alto Voltaje HV generar una corriente alterna en tres fases que es utilizada para mover un motor eléctrico de frecuencia variable que acciona el mecanismo del Acondicionador de Aire puesto que el motor de combustión interna se apaga por momentos aunque el auto siga en movimiento.

Permitir mediante la tensión de la batería de alto voltaje HV, convertir la tensión a 12 V para mantener la carga a una batería de 12 V que funciona para accesorios y mecanismo de tensión convencional.

Permitir la carga de la batería de alta tensión mediante los Moto Generadores MG1 y MG2, esto con una electrónica basada en transistores IGBT y controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV.

Permitir el movimiento del Moto Generador 1 MG1 en condición de arranque para el motor de combustión interna, esto especialmente en el momento que se genere un consumo de la batería de alta tensión HV.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.  
**Figura 2.14** Interior un Inversor

Dadas las condiciones normales de operación en el vehículo este elemento requiere evacuar calor, para esto cuenta con un sistema independiente de refrigeración por agua con una bomba eléctrica adicional, todo esto para permitir que la electrónica cuente con la seguridad necesaria para su óptimo desempeño, en la imagen inferior se puede observar en desarme el interior de estos conductos en el inversor.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.15** Conductos de refrigeración de un Inversor.

La conexión de alta tensión en el sistema se efectúa a través de conectores (de color naranja). Su diámetro y conectores son especialmente diferentes a cualquier sistema convencional. Siempre que se trabaje en un sistema de este tipo se recomienda seguir detenidamente las especificaciones del fabricante, en la imagen inferior se puede observar uno de estos conectores, en este caso el que proviene de la batería de alta tensión HV y entra al conjunto del INVERSOR.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.16** Conectores del Inversor

### 2.2.3 BATERÍA DE ALTA TENSION

Para el funcionamiento del vehículo es necesario que en momentos los Moto Generadores MG1 y MG2 sean accionados con carga almacenada, esta carga se encuentra en una batería denominada HV (alto voltaje), la cual en carga nominal debe contener un mínimo de tensión de 201.6 V. Esta batería se encuentra en la parte posterior del automóvil y está compuesta por 28 pequeños paquetes de batería de aprox. 7 a 8 V cada uno, estos están colocados en serie.

Todo este paquete suministra tensión al conjunto inversor y recibe carga de este en condiciones específicas como accionamiento de MG1 o mediante MG2 en el llamado freno Regenerativo.

El conjunto de la batería está construido a base de Níquel – Metal hidruro.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 2.17** Interior de una batería de alta tensión.

Para seguridad del vehículo, los procedimientos de reparación y diagnóstico el circuito interno de la batería está dividido en dos a través de un jumper de seguridad, si este Jumper abre el circuito o se saca, la tensión no llega al INVERSOR y el vehículo no se moverá.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 2.18** Jumper de Seguridad.

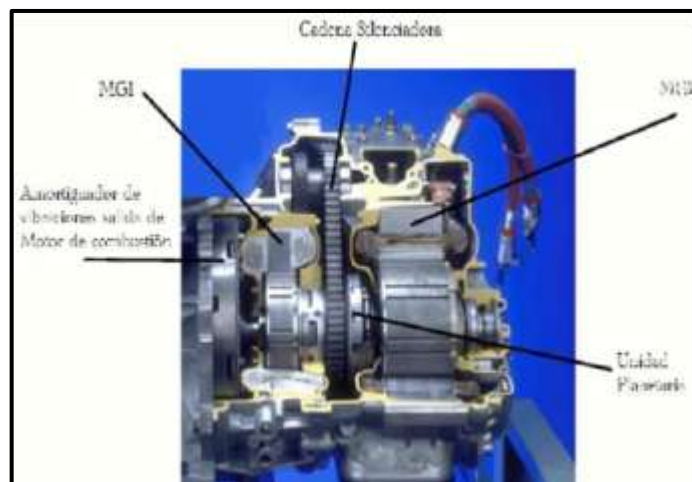
El conjunto de los relevadores está controlado por la ECU HV, la cual se encuentra en la parte delantera del vehículo, pero la BATERÍA HV cuenta con su propia unidad de control que en todo momento evalúa su funcionamiento (Carga), controla un ventilador especial para su refrigeración y mide la temperatura de los paquetes en 4 puntos diferentes a esta unidad se le denomina ECU BATTERY HV, y funciona con tensión de 12 V tomados de la batería de 12 V.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 2.19** Vista de la ECU de la batería y de los relés de la batería.

## 2.2.4 TRANSMISIÓN

La transmisión de este vehículo es un sistema de transmisión continua en el cual intervienen de manera alternada tanto el moto-generador 2 (MG2) como el motor de combustión interna (MCI), este proceso lo realiza un engranaje planetario el cual tiene como centro del sistema al moto-generador 1 (MG1) y a su salida a MG2, para la salida el movimiento hacia el diferencial, este pasa a través de una banda que reduce el ruido generado en el sistema.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.20** Vista transversal del conjunto de la transmisión

Para estacionar el vehículo, este cuenta con un mecanismo que bloquea y desbloquea directamente el eje de salida, esto lo gestiona directamente una unidad de control denominada ECU TRANSMISSION.

Este sistema es diferente con respecto a las transmisiones convencionales dado que en el interior no existen elementos multiplicadores que cambien de relación en los diferentes cambios, a medida que el vehículo está aumentando su velocidad, aumenta la rotación RPM del conjunto, por lo tanto existe una mayor eficiencia con respecto a las transmisiones convencionales puesto que hay menos

fricción. En este conjunto la estrategia de operación del planetario está dada hacia la intervención de MG1, MG2 y el MCI en el conjunto de engranajes, pero la transmisión es controlada en todo momento por la unidad de control del sistema híbrido ECU HV.

En la salida de potencia del motor de combustión existe un amortiguador de vibraciones, que cumple una función similar a un embrague que permite un acople muy suave en el normal de funcionamiento del vehículo. El motor de combustión se enciende y apaga en forma alternada de acuerdo a las necesidades de conducción del vehículo y el estado de carga de las baterías. Para brindar mayor suavidad en el mecanismo existe una cadena silenciadora desde el conjunto planetario hasta el eje de salida. Esta conducción es muy rara puesto que por momentos el vehículo genera movimiento con el MCI detenido, lo cual permite una conducción muy silenciosa y también el MCI puede encenderse con el vehículo detenido.

La potencia de salida del sistema debe pasar a través de un sistema planetario el cual está compuesto por tres partes.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

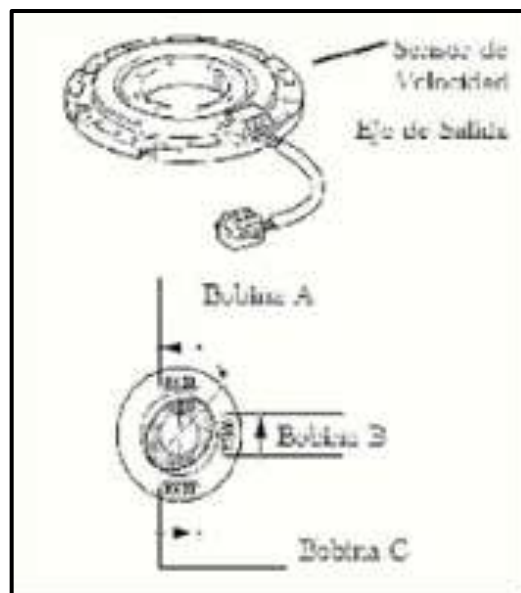
**Figura 2.21** Esquema de la constitución de la transmisión



En este caso el centro de toda la operación es el MG1, la salida es a través de la corona directamente colocada a MG2. Este movimiento viaja a través de los engranes intermedios y la banda silenciadora a las ruedas, es decir si el auto se mueve MG2 se mueve. El motor de combustión está colocado en los porta satélites que son el acople entre el sol y la corona.

Los ejes de salida del sistema, mueven otros componentes adicionales como son la bomba de aceite, la cual se encuentra al final de toda la cadena operativa del conjunto planetario y permite la lubricación del motor.

Para poder evaluar y gestionar la operación del conjunto, la ECU HV cuenta con un conjunto de tres sensores que miden la velocidad del eje de salida, esta información la utiliza para calcular la operación y régimen de cada uno de los motores, el no tener alguno de estos tres sensores en buen estado generara un DTC correspondiente al componente afectado.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.22** Sensores de velocidad del eje de salida.



### **2.2.5 FRENO REGENERATIVO**

Los objetivos de la energía recuperada se diferencian ligeramente según el vehículo del que hablemos, aunque tienen algo en común en todos, buscan ahorrar en consumo y prolongar la autonomía del vehículo sin perder por ello sus prestaciones o el confort para sus ocupantes. Simplemente se aprovecha una energía que en un vehículo sin este sistema se disiparía en forma de calor, siendo además es una fuente de energía limpia y gratuita.

En un freno convencional el vehículo adquiere una fuerza de inercia al acelerar, que se pierde suavemente si se deja de acelerar. Pero si queremos una detención más rápida, se debe aplicar una fuerza contraria al movimiento. Se utiliza habitualmente el rozamiento de un disco o un tambor metálicos contra un compuesto de freno más blando que dicho metal, creando una resistencia al pisar el pedal del freno que el sistema hidráulico del coche multiplica para hacerlo más efectivo. En consecuencia disminuimos el movimiento y obtenemos a cambio mucho calor en los materiales en rozamiento.

En un freno regenerativo en lugar de esto se utiliza un generador eléctrico, que no es más que un motor eléctrico realizando su función a la inversa, para absorber la energía cinética del vehículo transformándola en energía eléctrica.

Para entenderlo de forma más natural, el efecto es el mismo que si reducimos una marcha corta en un vehículo convencional de transmisión manual, en consecuencia, forzamos al motor a trabajar a más revoluciones y obtenemos una deceleración del vehículo. En un motor eléctrico al forzar más revoluciones generamos más electricidad, y la poca resistencia de este provoca que no se sobrecargue la transmisión. El freno regenerativo no deja de ser un freno motor, solo que en este caso el motor genera electricidad.

Existe sin embargo un límite físico por el que no podemos estar creando energía continuamente: las baterías llegan al nivel máximo de carga.

Además, cuanto menor es la velocidad, menos resistencia crea el conjunto de generador/transmisión, por lo que llega un momento en el que no es capaz de detener el vehículo por completo.

Tampoco es posible recuperar energía de las ruedas no motrices, a menos que lleven un sistema de generadores propio. Es por todo ello que los vehículos con freno regenerativo incluyen también frenos convencionales, usualmente de menores dimensiones de lo normal, y cuyo desgaste suele ser muy bajo por su menor uso.

Un vehículo híbrido utiliza la energía recuperada para moverse cuando existe carga suficiente, este movimiento resulta totalmente gratuito y es uno de los pilares del ahorro energético de estos vehículos. En un eléctrico o un Plug-in, la energía igualmente recarga las baterías, aunque provee de un porcentaje mucho más bajo de la energía total, dada la alta capacidad de las baterías.

En un coche de combustión con sistema start-stop, la energía recuperada se utiliza únicamente para mover el motor de arranque y poner en marcha el motor de combustión tras haberlo detenido en una parada para ahorrar combustible. Este sistema suele ser mucho más sencillo y funcionar con una transmisión común, y al ser el acumulador mucho menor, el ahorro de energía no es tan significativo. Se añade, eso sí, una mejora del rendimiento y el consumo al desacoplar el alternador durante la aceleración.

## 2.3 FUNCIONAMIENTO DE SISTEMA DE BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN

### 2.3.1 IMPORTANCIA DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

Un vehículo híbrido es el que usa dos fuentes de energía para generar su movimiento. Por ejemplo, se puede usar motores de combustión interna, motores que funcionan con aire comprimido, y por supuesto motores eléctricos.

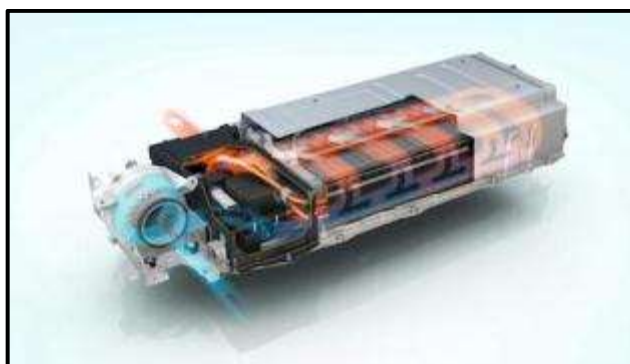
Para que un vehículo híbrido moderno pueda funcionar con energía eléctrica, es necesario que esta provenga de alguna parte, dado que estos vehículos tienen que ser totalmente autónomos de la ruta por la que van a transitar, de la velocidad a la que van a circular, etc. No es posible anclarlo por ejemplo a un tendido eléctrico como es el caso del trolebús ya que se trasladará por la ruta que a su conductor más le convenga y no por un circuito o ruta preestablecida.



**Fuente:** <http://www.tramz.com/co/bg/b/bs.html>

**Figura 2.23** Trolebuses de Bogotá.

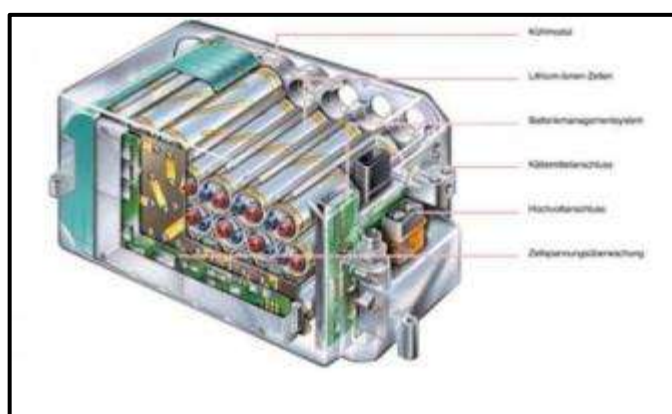
Nace así la necesidad de poder almacenar la energía eléctrica dentro del vehículo en baterías hechas para tal fin. Estas baterías deben cumplir ciertas características técnicas como son alta resistencia al movimiento, vibraciones, a la humedad del ambiente, así como también deben entregar un alto voltaje y amperaje constante por largo tiempo.



**Fuente:** <http://www.tsc.uniovi.es/catedra-telefonica/toyota-quiere-reciclar-las-baterias-del-prius-en-forma-de-acumuladores-domesticos/>

**Figura 2.24** Batería de Alto Voltaje (HV) del Toyota Prius.

Las baterías varían de fabricante en fabricante tanto en tamaño como en prestaciones ya que cada vehículo tiene diferentes necesidades según su diseño.



**Fuente:** <http://autotechnika.hu/cikkek/7261,felvaltja-e-az-olajtol-valofuggosegunket-a-litium-.html>

**Figura 2.25** Batería de alto voltaje del Mercedes Benz S400 Hybrid.

Para lograr estas características se debe tener una batería robusta de gran densidad energética, del menor tamaño, peso posible y de esta forma poder brindar las mayores facilidades en el diseño de los vehículos así como también en su economía. Es por esto que en los últimos años se han desarrollado nuevos compuestos y tecnologías evolucionando de las baterías de plomo que se llegaron a usar en los primeros vehículos

eléctricos como el EV1 de General Motors pasando por las baterías de Níquel Cadmio (Ni Cd), Níquel Metal Hidruro (Ni MH), hasta llegar a las modernas baterías de Ion de Litio (Li-ion) que ofrecen menor tamaño, peso y una gran densidad energética pero son de alto costo de fabricación lo que ha mermado su utilización masiva limitándolas a teléfonos celulares y ciertos vehículos de alta gama como por ejemplo el Mercedes Benz S400, el BMW Active Hybrid X6 entre otros.

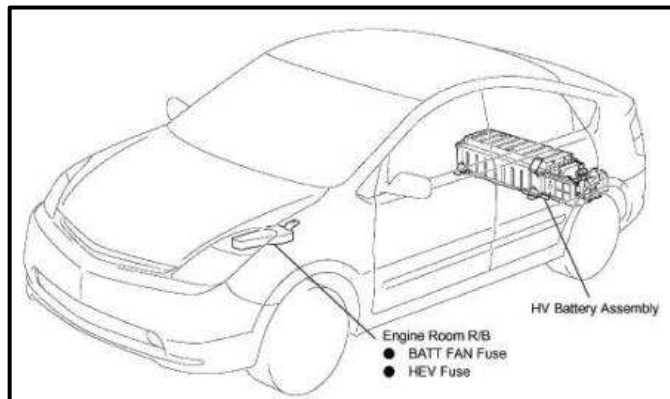


**Fuente:** <http://www.motorpasion.com/mercedes/mercedes-benz-s-400-bluehybrid-el-primer-hibrido-de-mercedes>

**Figura 2.26** Mercedes Benz S400 Hybrid con su batería de alto voltaje.

### 2.3.2 UBICACIÓN DE LAS BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN

Los diseñadores de vehículos híbridos tienden a poner las baterías en lugares en donde no estorben ni incomoden a los usuarios, la tendencia mayoritaria es ubicarlas en posición horizontal, en el baúl del vehículo, bajo un piso falso como en efecto se hallan en el Toyota Prius y en el Ford Escape Hybrid, sin que esto signifique una regla, dado que por ejemplo en el Honda Civic Hybrid de primera generación se las ubicó en posición vertical, pegadas al espaldar de la segunda fila de asientos. Esta práctica no tuvo éxito, ya que en el caso de un choque grave, estas tienen más posibilidades de salir despedidas, transformándose en un riesgo para los ocupantes.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.27** Ubicación de la batería de alto voltaje en el Toyota Prius.

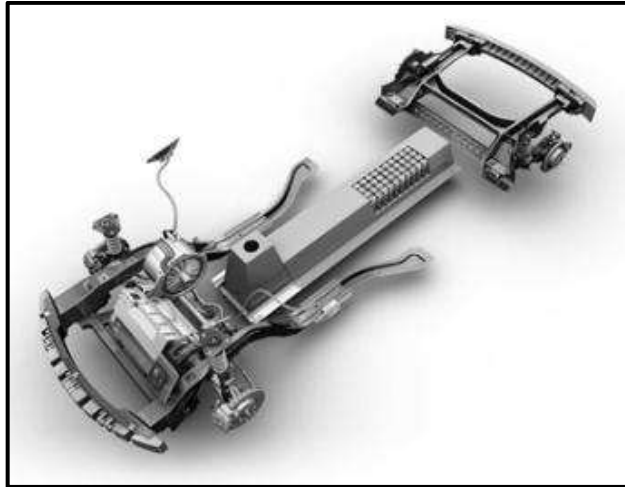
En el Toyota Highlander las baterías se esconden bajo los asientos posteriores del vehículo, esto también ha sido imitado en otros vehículos grandes que su estructura permite hacer tal cosa, especialmente en vehículos todoterreno.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 2.28** Ubicación de la batería bajo el asiento posterior en una Chevrolet Tahoe.

También cabe destacar que las nuevas arquitecturas que se están desarrollando, que dependen cada vez menos de un motor térmico abren nuevas posibilidades para la distribución de baterías por el habitáculo, tal es el caso del Chevrolet Volt, que incorpora una mayor cantidad de baterías, y que se hallan bajo la consola central a lo largo de todo el vehículo, con el fin de optimizar la distribución de pesos en el vehículo como así también de ofrecer más confort, aunque por ello afectan la capacidad de pasajeros que pueden llevar.



**Fuente:** <http://www.mundoautomotor.com/eco/2008/05/31/chevrolet-volt-hibrido/>

**Figura 2.29** Ubicación de las baterías en el Chevrolet Volt

En resumen cada fabricante instala la batería de alto voltaje de su vehículo donde estime conveniente según el diseño del vehículo.

### **2.3.3 ESTRUCTURA INTERNA DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN**

Al igual que como sucede en la ubicación de las baterías, también el voltaje que estas entregan, la potencia de estas, su tamaño, etc. Dependen de cada fabricante, pero todas las baterías tienen una estructura interna con un conexionado en serie como se explica a continuación, tomando como base al Toyota Prius por ser el vehículo más popular, accesible y el que de una u otra forma ha sido el abanderado y pionero de este tipo de vehículos.

Esta batería de alta tensión provee un voltaje de 220 V en las versiones más modernas, y voltajes mayores para versiones anteriores del Prius, este voltaje proviene de un paquete de 14 baterías en serie dispuestos así: Existen 28 baterías pequeñas de 7,89 V cada una y están conectadas en serie de dos en dos para formar 14 paquetes de baterías de 15,78 V cada una y a su vez están conectadas todos estos 14 paquetes en serie para generar un total de 220 Voltios.



**Fuente:** <http://www.gpsy.com/ev/electric-vehicles/>

**Figura 2.30** Packs de baterías individuales del Toyota Prius

El peso de la batería completa es de 53,3 kg. La capacidad de potencia de descarga del paquete Prius es de aproximadamente 20 kW a 50% del estado de carga. La capacidad de potencia aumenta con las temperaturas más altas y las disminuciones a temperaturas más bajas.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 2.31** Conjunto destapado de la batería del Toyota Prius con todos sus sistemas anexos.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 2.32** Vista del conexionado en serie de la batería



El níquel metal hidruro de baterías utilizados en Highlander Hybrid y el Lexus RX 400h está empaquetado en una carcasa de metal de la batería de nuevo desarrollo. Las 240 celdas puede entregar de alta tensión de 288 voltios, pero las unidades de motor puede funcionar con generadores de tensión variable en cualquier lugar de 280 voltios a 650 voltios. La batería suministra 288 voltios, pero el convertidor elevador, una parte del inversor, cambia esto a 500 voltios. Esta batería proporciona la energía del 40 por ciento más que la batería del Prius, a pesar de ser un 18 por ciento más pequeña.



**Fuente:** <http://www.hybridcars.com/hybrid-car-battery>  
**Figura 2.33** Batería del Toyota Highlander y del Lexus RX 400h

El paquete de Ford Escape Hybrid de la batería, es fabricado por Sanyo, se compone de 250 células individuales de níquel e hidruro metálico. Como con otros paquetes de baterías híbridas, las células son similares en forma a una pila de linterna o de los controles remotos. Cada célula de la batería individual de 1,3 voltios, es contenida en una caja de acero inoxidable. Las células se sueldan y se envuelven en grupos de cinco para formar un módulo. Hay 50 módulos de la batería. El voltaje total de la batería es de 330 voltios.



**Fuente:** <http://www.hybridcars.com/hybrid-car-battery>  
**Figura 2.34** Batería del Ford Escape Hybrid

El paquete de la batería del Honda Insight, está compuesto por 120 células de níquel hidruro metálico de Panasonic de 1,2 voltios en forma de pilas comunes como las que se tiene en los hogares para alimentar los diferentes artefactos. Es capaz de descargar 100 A, y tener una tasa de carga 50 A. El sistema limita la capacidad de uso de 4 Ah para prolongar la vida de la batería. El voltaje total de batería es 144 voltios.



**Fuente:** <http://www.fastmotoring.com/index.php/2010/03/diesel-vs-hybrid-here-goes-the-bmw-mini-cooper-diesel-vs-toyota-prius/>  
**Figura 2.35** Batería del Honda Insight.

#### **2.3.4 BATERÍA AUXILIAR**

El Toyota Prius utiliza una batería auxiliar de libre mantenimiento de lámina de vidrio absorbido (AGM) de 12 V. Esta batería de 12 V del sistema eléctrico del vehículo sistema es de tamaño y forma similar a un

vehículo convencional. La batería está conectada a tierra al chasis metálico del vehículo y se ventila a temperatura ambiente (exterior) de aire con un tubo.



**Fuente:** <http://www.maquinaria.cl/baterias.htm>  
**Figura 2.36** Batería de accesorios de 12 voltios.

Esta batería es muy sensible a alta tensión. Cuando se carga la batería auxiliar se debe utilizar el cargador aprobado por Toyota, porque un cargador de batería estándar no tiene el control de voltaje adecuado y puede dañar la batería. Si el cargador aprobado no está disponible usted puede usar un cargador, si la intensidad de corriente se mantiene por debajo de 3,5 A.

La batería debe ser retirada del vehículo durante la carga. Sin embargo, preferible que el vehículo se encargue de recargar esta batería a partir de las baterías de alto voltaje y así retornarla a su estado normal de carga.

### **2.3.5 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE**

El paquete completo de batería posee 3 sensores de temperatura (termistores) que llevan información a la ECU de la batería de la temperatura a la que se encuentra la batería. Adicionalmente las

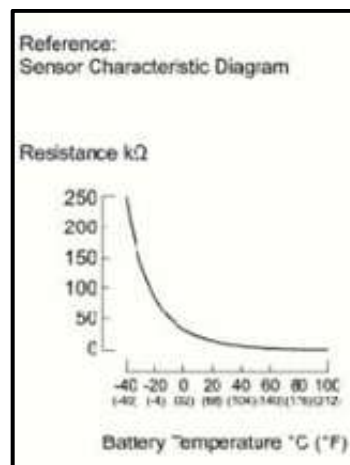
baterías poseen un sistema de desfogue de vapores para evitar que los vapores de la batería salgan y formen depósitos en las partes eléctricas y electrónicas cercanas, y también un sistema de ventilación que circula alrededor de la batería completa envolviéndola con aire y posibilitando su enfriamiento. Los 3 sensores de temperatura de la batería se encuentran en la parte superior del conjunto de la batería HV.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 2.37** Vista de un sensor de temperatura de la batería de alto voltaje.

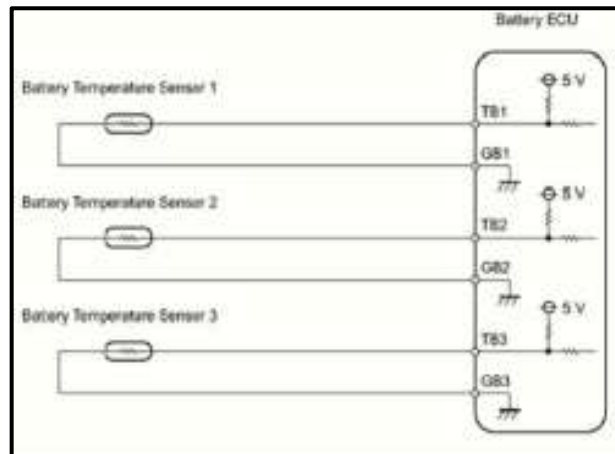
La resistencia del termistor, que está integrada en cada sensor de temperatura de la batería, varía de acuerdo con los cambios de temperatura del conjunto de la batería HV. Cuanto más baja sea la temperatura de la batería, más alta será la resistencia del termistor. A su vez, mientras más alta sea la temperatura, más baja será la resistencia.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.38** Variación de la resistencia con respecto a la temperatura.

La ECU de la batería utiliza sensores para detectar la temperatura de la batería HV. En función de los resultados de esta detección, la ECU de la batería regula la velocidad del ventilador de la batería. (Así, el ventilador se pone en marcha cuando la temperatura de la batería HV alcanza un nivel previamente determinado).



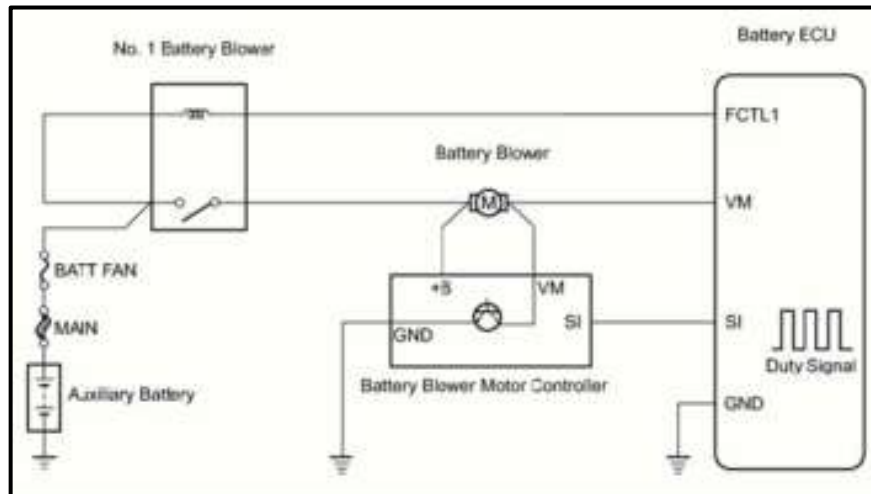
**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.39** Conexión de los sensores de temperatura a la computadora (ECU) de la batería.

El controlador del motor del ventilador regula el voltaje del ventilador de la batería. El aire enfría el conjunto de baterías HV, este fluye a través del conducto de ventilación.

La corriente fluye desde el terminal FCTL1 de la ECU de la batería a la bobina del relé de la batería N° 1 que es el relé del ventilador y como el punto de contacto del relé se cierra, la potencia es suministrada a la batería del ventilador.

Cuando una señal de accionamiento del ventilador se transmite desde la ECU de la batería, el controlador del motor del ventilador ajusta el voltaje (VM) y la frecuencia de los pulsos, que se aplican al ventilador con el fin de obtener la velocidad del ventilador solicitada. La tensión ajustada se transmite también al terminal de VM de la ECU de la batería en forma de una señal de monitorización.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.40** Diagrama eléctrico de las conexiones del ventilador de la batería.

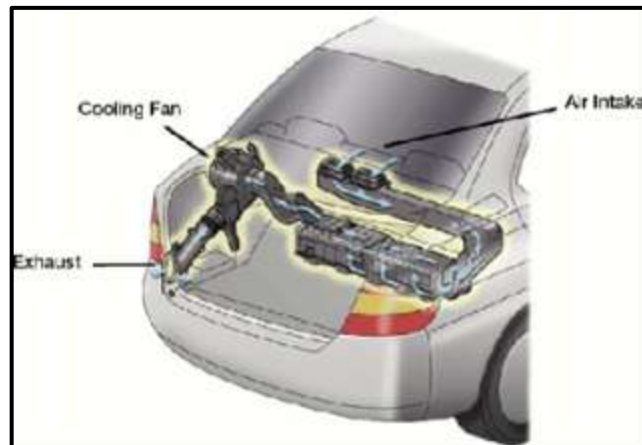
A continuación se puede apreciar el flujo de aire que ingresa a la batería de alto voltaje desde la toma de aire ubicada a un lado del asiento posterior, también se puede ver la ubicación de los tres sensores de temperatura que se encuentran en la batería.



**Fuente:** <http://www.oto-hui.com/diendan/f319/tai-lieu-training-he-thong-hybrid-toyota-169258.html>

**Figura 2.41** Vista del flujo de aire, ubicación de los sensores de temperatura y toma de aire de la batería de alto voltaje (HV) en el Toyota Prius hasta el año 2002.

Se debe apreciar el flujo de aire y la ubicación del ventilador de la batería y como es que el aire no recircula dentro de la batería, sino que sigue un camino lineal.



**Fuente:** <http://priuschat.com/forums/generation-1-prius-discussion/85626-2001-prius-battery-2.html>

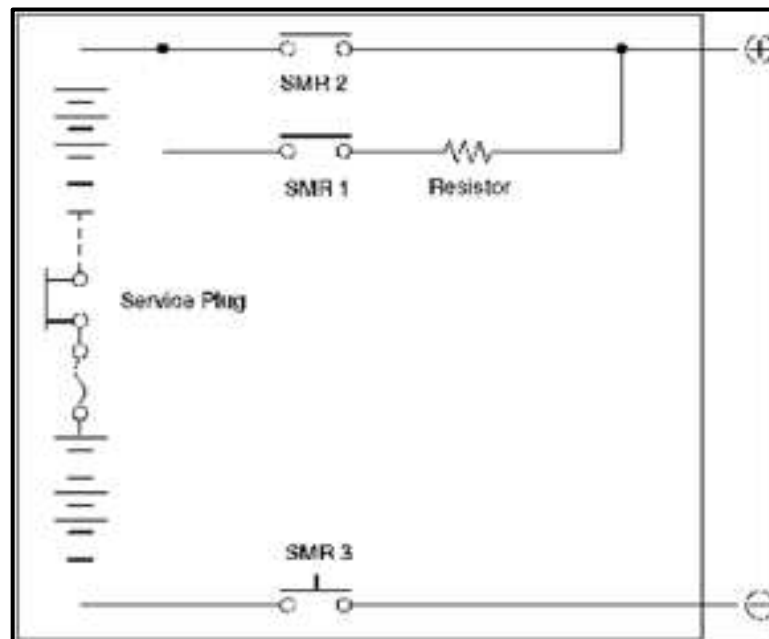
**Figura 2.42** Flujo de aire en los Toyota Prius desde el año 2003.

### 2.3.6 SISTEMA DE RELÉS DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

El sistema principal de relés (SMR) conecta y desconecta la alimentación del circuito de alta tensión sobre la base de comandos de la ECU de Alto Voltaje. Un total de tres relés (uno para el lado negativo y dos para el lado positivo) se proporcionan para garantizar un funcionamiento correcto.

Cuando el circuito está energizado, SMR1 SMR3 y se encienden. La resistencia en línea con SMR1 protege el circuito de la corriente inicial excesiva (llamado 'irrupción' actual). A continuación, SMR2 se enciende y se apaga SMR1, lo que permite que la corriente fluya libremente en el circuito.

Cuando se des energiza, SMR2 SMR3 y se apaga en ese orden y la ECU HV comprueba que los relés correspondientes, han sido debidamente apagados.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.43** Circuitos de relés de la batería de alto voltaje

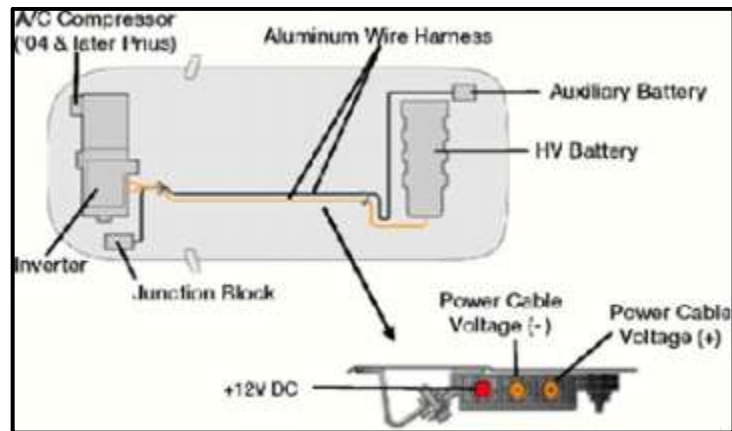
### 2.3.7 CABLE DE PODER

El cable de alimentación es de alto voltaje y alto amperaje que conecta la batería de alto voltaje con el inversor y el inversor con el MG1 y MG2. A partir del Prius 2004, el cable de alimentación también conecta al inversor con el compresor de aire acondicionado (A / C).

El cable de alimentación se encamina bajo el asiento trasero, a través del panel del suelo, así como el refuerzo de debajo del suelo, y se conecta al inversor en el compartimiento del motor. El arnés de cableado de CC sigue una ruta similar a partir de la batería auxiliar a la parte delantera del vehículo

El cable de alimentación está blindado para reducir las interferencias electromagnéticas. Para fines de identificación, el mazo de cables de alta tensión y conectores son de color naranja para distinguirlos de los ordinarios del cableado de bajo voltaje.





**Fuente:** Cise Electronics Corp.  
**Figura 2.44** Cableado del Toyota Prius

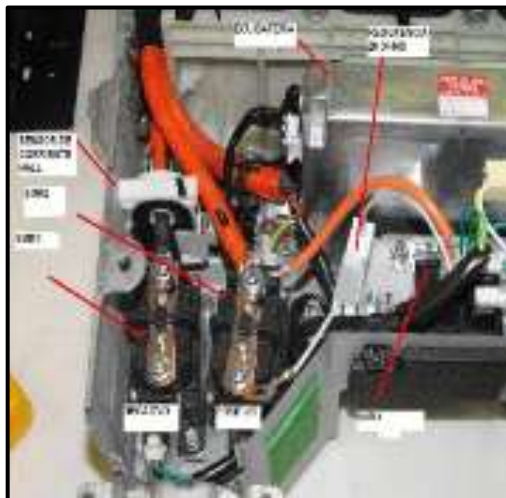


**Fuente:** <http://www.ebay.com/itm/2005-Toyota-Prius-Hybrid-HV-Battery-Pack-Wiring-Harness-Cable>

**Figura 2.45** Cable de alto voltaje de las baterías.

### 2.3.8 COMPUTADORA (ECU) DE LA BATERÍA

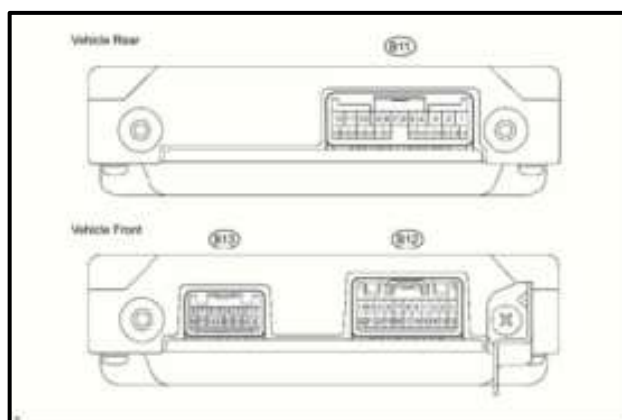
La ECU de la batería está ubicada a un lado de la batería de alta tensión, a esta llegan los cables de información de los voltajes de los paquetes de las baterías que en el caso del TOYOTA PRIUS son 14 en total más la referencia del negativo.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.46** Vista componentes en el conjunto de la batería alto voltaje (HV).

Adicionalmente encontramos un pin donde se aplican los 5 V de alimentación al sensor de corriente más su respectiva señal y masa. Un pin de alimentación constante de batería, un pin de alimentación por ignición; están conectadas los termistores para la información de temperatura de la batería de alta tensión y adicionalmente este controla al ventilador de aire para la batería (Blower Bat) mediante el negativo al relé del motor del ventilador. También la ECU verifica los pulsos negativos dados al motor por el controlador del ventilador (Driver Fan) el cual recibe pulsos de la ECU que van al transistor del mismo.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.47** Conectores de la ECU de la Batería de alto voltaje.

**Tabla 2-2** Distribución de pines y voltajes de la ECU de la batería de alto voltaje.

<b>SÍMBOLO (NÚMERO DE TERMINAL)</b>	<b>COLOR DEL ALAMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TERMINAL</b>	<b>CONDICIÓN</b>	<b>CONDICIÓN ESPECÍFICA</b>
AM (B11-1) – GND (B11- 12)	G-W-B	Batería auxiliar (para medir el voltaje de la batería y para la batería de la memoria de la ECU)	Siempre	9 a 14 V
IGCT (B11-2) - GND (B11- 12)	L - W-B	Señal de control	Switch de encendido en ON (ready)	9 a 14 V
VM (B11-9) - GND (B11- 12)	V - W-B	Señal de monitoreo del motor del ventilador de la batería.	Motor del ventilador de la batería en modo de actuación 1 (en baja velocidad)	10 a 14 V
VM (B11-9) - GND (B11- 12)	V - W-B	Señal de monitoreo del motor del ventilador de la batería.	Motor del ventilador de la batería en modo de actuación 6 (en alta velocidad)	2 a 6 V
FCTL1 (B11- 10) - GND (B11- 12)	BR - W-B	Relé N° 1 del ventilador de la batería.	Funcionamiento del motor del ventilador de la batería.	Menos de 1 V
IG2 (B11-13) - GND (B11- 12)	O - W-B	Señal IG	Switch de encendido en ON (IG)	9 a 14 V
CANH (B11- 18) - GND (B11- 12)	B - W-B	Línea del CAN BUS de alto nivel.	Switch de encendido en ON (IG)	Generador de pulso (mire la forma de onda 1)
CANL (B11- 19) - GND (B11- 12)	W - W-B	Línea del CAN BUS de bajo nivel.	Switch de encendido en ON (IG)	Generador de pulso (mire la forma de onda 2)
SI (B11-24) - GND (B11- 12)	Y - W-B	Señal de actuación del motor del ventilador de la batería.	Motor del ventilador de la batería en modos 1 a 6 de activación.	Generador de pulso (mire la forma de onda 3)

TB1 (B13-1) - GB1 (B13-2)	W - W	Sensor 1 de temperatura de la batería de alto voltaje.	Temperatura de la batería de alto voltaje: -40 a 90° C (-40 a 194° F)	4.8 a 1.0 V
TB2 (B13-3) - GB2 (B13-4)	B - B	Sensor 2 de temperatura de la batería de alto voltaje.	Temperatura de la batería de alto voltaje: -40 a 90° C (-40 a 194° F)	4.8 a 1.0 V
TB3 (B13-5) - GB3 (B13-6)	L - L	Sensor 3 de temperatura de la batería de alto voltaje.	Temperatura de la batería de alto voltaje: -40 a 90° C (-40 a 194° F)	4.8 a 1.0 V
TC1 (B13-9) - GC1 (B13-10)	G - G	Sensor de temperatura de la toma de aire	Temperatura de la toma de aire: -40 a (-40 a)	4.8 a 1.0 V
VIB (B13-15) - GIB (B13-14)	-	Fuente de alimentación de sensor de corriente de la batería (a un voltaje específico)	Switch de energía en ON (IG)	4.5 a 5.5 V
IB (B13-16) - GIB (B13-14)	-	Sensor de corriente de la batería.	Switch de energía en ON (Ready)	0.5 a 4.5 V
GND (B11-12) – Masa de carrocería	W-B – Masa de carrocería.	Masa	Siempre (chequear resistencia)	Menos de 6 Ω

**Fuente:** Cise Electronics Corp.

### 2.3.9 SENSOR DE CORRIENTE DE LA BATERÍA

El sensor de corriente de la batería, que está montado en el lado del cable negativo del conjunto de la batería HV, detecta el amperaje que fluye hacia la batería de HV. El sensor de corriente de la batería introduce una tensión (que varía de 0 a 5 V en proporción al amperaje) en el terminal IB de la ECU de la batería. Una tensión de salida del sensor de corriente de la batería por debajo de 2.5 V indica que el conjunto de la batería HV se está cargando, y si es superior a 2.5 V indica que se está descargando.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.48** Sensor de corriente de la batería de alto voltaje (HV)

Desde el momento en que se coloca la ignición tiene en serie a SMR1 el sensor de corriente del tipo Hall es usado para determinar posibles cortos circuitos o consumos excesivos para bloquear el accionamiento de los relés de activación.

Inicialmente el sistema conecta SM3, luego SMR 1 que es cuando pasa la corriente a través de la resistencia de 20 ohm. Verifica que no hay consumos de corriente.

La ECU de la batería determina el amperaje de carga y descarga del conjunto de la batería HV en función de las señales enviadas a su terminal IB, y calcula el SOC (estado de carga)

En rango normal de funcionamiento se obtienen algunos valores consumo de corriente que vienen directamente desde la batería de alta tensión siempre que esta el sistema se encuentre en ignición o Ready ya que solo ahí se cerraran los relevadores para permitir el paso de corriente, este consumo viene de la batería de alta tensión ya que porcentualmente hablando los valores de corriente serán muy bajos respecto de la capacidad del pack total de baterías y no provocará descargas rápidas.

### 2.3.10 JUMPER DE SEGURIDAD

La serie de los paquetes de las baterías llegan a los dos polos positivo y negativo para su distribución, adicionalmente posee una clavija de seguridad que abre el circuito al sacarla, esta clavija tiene conexión al paquete 10 como se su puede apreciar en la figura. En el caso del Prius la conexión en serie se interrumpe dejando una sección de 70 V y otra sección de 150 V. Adicionalmente la clavija de seguridad tiene un enclavamiento mecánico el cual es monitoreado eléctricamente por el módulo del híbrido que detecta cuando el enclavamiento no está conectado correctamente y bloquea el sistema no dejando encender al auto y limitándolo a estar en neutro.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 2.49 Jumper de Seguridad.

### 2.3.11 MEDIDAS DE PRECAUCIÓN Y SEGURIDAD PARA OPERAR SISTEMAS ELÉCTRICOS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS

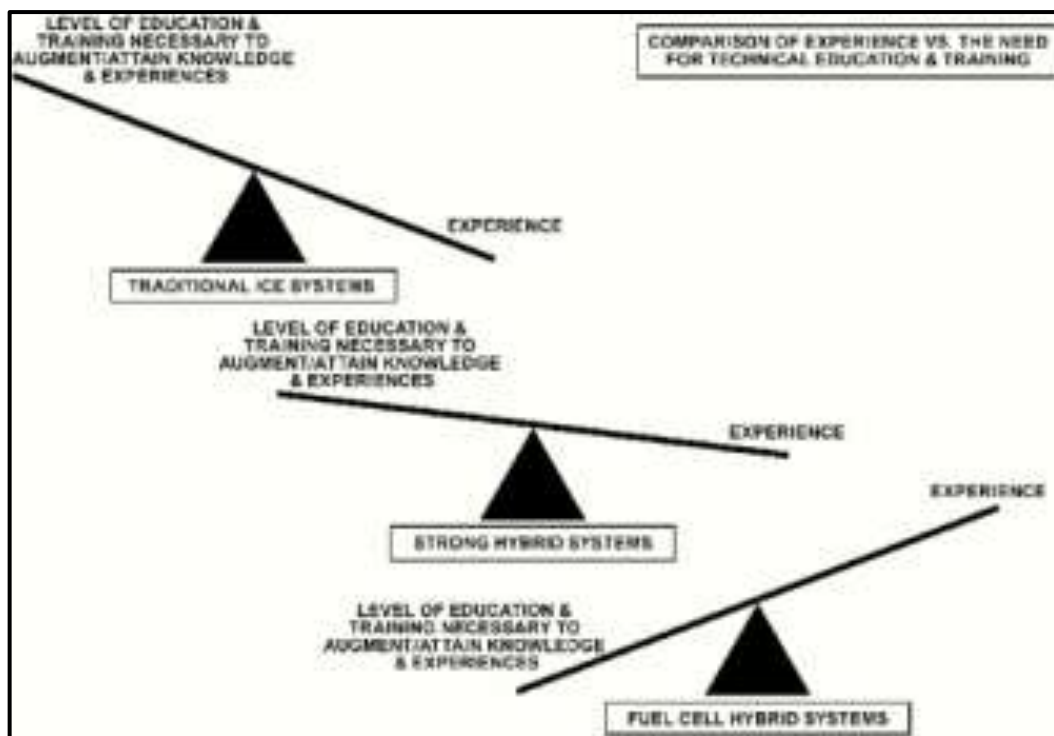
Para poder manipular u operar sistemas de alto voltaje como son las baterías y los sistemas híbridos, primero debemos tener en cuenta que al ser sistemas con gran voltaje y amperaje, cualquier falla de seguridad o precaución para operar estos sistemas puede llevar a severas lesiones e incluso la muerte.

Por esto es necesario recibir capacitación para poder operar estos sistemas, aquí entra a jugar un papel superlativo el nivel de educación en

detrimento de la experiencia que los mecánicos o técnicos puedan tener con vehículos anteriores como son los de combustión interna.

Con la aparición de las primeras tecnologías de vehículos híbridos, los conocimientos pasaron a importar casi tanto como la experiencia.

Finalmente, con el surgimiento de los vehículos híbridos modernos como los conocemos hoy, es muy importante el conocimiento y la capacitación, en detrimento de la experiencia del técnico tradicional.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.50** Comparación de la experiencia vs. La necesidad de educación técnica y entrenamiento.

Para poder tener una mejor idea de los voltajes que se manejan en un vehículo híbrido moderno, podemos fijarnos en la siguiente tabla en la que se explica estos voltajes y nos brinda ejemplos de estas aplicaciones.

**Tabla 2-3** Clasificación y aplicación de los diferentes tipos de voltajes en un vehículo.

CLASIFICACIÓN	BAJO VOLTAJE	VOLTAJE INTERMEDIO	ALTO VOLTAJE
RANGO DE VOLTAJES	DC $\leq$ 30 V ----- AC $\leq$ 15 V	DC $>$ 30 $\leq$ 60 V ----- AC $>$ 15 $\leq$ RMS	DC $>$ ----- AC $>$ RMS
EJEMPLOS DE APLICACIÓN EN VEHÍCULOS	CONVENCIONAL	Saturn VUE Green Line Hybrid *GMC Sierra/Chevrolet Silverado Parallel Hybrid Trucks	Two-mode Hybrid **GMC Sierra/Chevrolet Silverado Parallel Hybrid Trucks
<p>*Aplicable en el Pack de Baterías Híbrido 24 V DC, 42 V DC en la Dirección electrónicamente asistida y DC en la entrada del Módulo de Control del Generador.  ** Aplicable a la salida del Módulo de Control del Generador y 120 V AC en la salida de los puertos de accesorios.</p>			

**Fuente:** Cise Electronics Corp.

Dado el alto grado de riesgo de estos medios y altos voltajes que vale recalcar pueden causar la muerte si no se los opera correctamente, se suele disponer etiquetas de advertencia para así poder tomar las respectivas precauciones con el fin de precautelar la integridad del técnico.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.51** Señalización de advertencia de alto voltaje y peligro de electrocución en los vehículos híbridos y eléctricos

Dado los altos voltajes y corrientes que se encuentran en estos sistemas se nos hace necesario poseer y usar Equipos de Protección Personal, estos a su vez se los puede clasificar en Equipos Necesario y Equipos Recomendados.



Debemos tomar en cuenta que poseer estos equipos no nos exime de la obligación de tomar precauciones de seguridad personal, por nuestro bienestar ante la electricidad presente y por el bienestar de los vehículos que se vayan a operar.

### 2.3.12 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)

Son los materiales y equipos de seguridad utilizados cuando se trabaja cerca o se da mantenimiento de sistemas de alta tensión. Las directrices apropiadas y el uso correcto de los Equipos de Protección Personal se deben ejecutar cada vez que un sistema de alta tensión este recibiendo servicio.

Como ya se ha manifestado anteriormente, existen dos tipos de Equipos de Protección Personal que a su vez constan de los siguientes artículos:

- Recomendado
  - Zapatos con suela de goma son recomendados cuando se trabaja en los sistemas de alta tensión ya que no son conductivos y ayudan a aislar al portador de la tierra.
  - Cualquier ropa de algodón es no sintética y adecuada para usar al realizar el mantenimiento de estos sistemas. El uso de ropa sintética puede resultar en quemaduras en la piel, ya que este tipo de prendas de vestir se funde a altas temperaturas.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.52** Calzado recomendado como Equipo de Protección Personal



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.53** Tipo de vestimenta de material no sintético recomendado como Equipo de Protección Personal

- Necesario
  - Lentes de seguridad con protección lateral.
  - Guantes aislantes Clase 0.

Los guantes aislantes Clase 0 son un sistema de protección consistente en:

- Guante con cuero exterior.
- Interior del guante de goma.

El guante de goma interior proporciona aislamiento contra la corriente eléctrica. La protección guante (cuero) protege el aislamiento de goma de ser alterado o destruido. Estos guantes crean una barrera entre la corriente eléctrica y el usuario.

No usar los guantes Clase 0 constituye un serio peligro ya que estos guantes tienen una resistencia de aislamiento con tensión de hasta 1000 voltios. Los guantes aislantes Clase 0 deben ser usados en el mantenimiento de sistemas de alta tensión sistemas. Si no se utilizan, pueden ocurrir lesiones graves o la muerte.



Fuente: [www.logismarket.es](http://www.logismarket.es)

**Figura 2.54** Gafas de seguridad con protección lateral.



Fuente: <http://seguridadeneltrabajoepb.blogspot.com/2012/03/por-que-cuidar-nuestras-manos.html>

**Figura 2.55** Interior y exterior de los Guantes Aislantes Clase 0

**a. Inspección del Aislamiento de los Guantes**

Esto debe ser realizado antes de dar mantenimiento a los sistemas de alta tensión:

- Retire guante de goma del protector de cuero exterior.
- Inflar el guante y apretar fuertemente la abertura para sellar la apertura y evitar la pérdida de aire.
- Pulse el guante para aumentar la presión en el interior del guante, y verifique que no existan orificios, fugas de aire, desgaste, rotura o abrasiones.

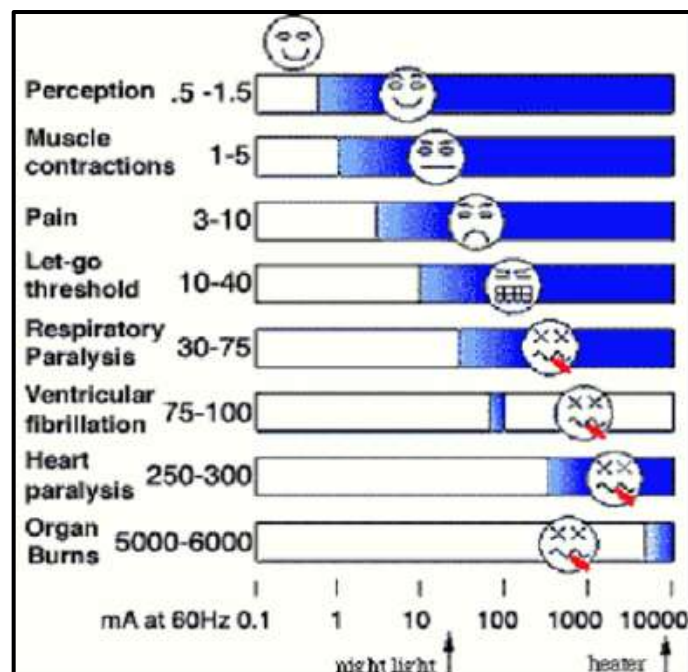
- Además de inspeccionar los guantes, hay también un sello de la fecha en cada guante que debe ser certificada y debe ser re-certificado cada seis meses, a fin de garantizar la protección adecuada del guante.
- Si alguno de los criterios mencionados no se cumplen, NO utilice los guantes.

## b. Seguridad eléctrica

Existen dos factores de electricidad en el cuerpo:

- Tensión (Voltaje), que es la presión que provoca el flujo de electrones.
- Flujo de la electricidad (Amperaje) a través de un circuito (que podría incluir la humana corporal)

Cuanto mayor sea el voltaje y el flujo de corriente, más grave será el daño al cuerpo si se convierte en parte del circuito.



Fuente: Cise Electronics Corp.

**Figura 2.56** Grafica de los daños que provoca en el cuerpo humano las diferentes intensidades de corrientes.

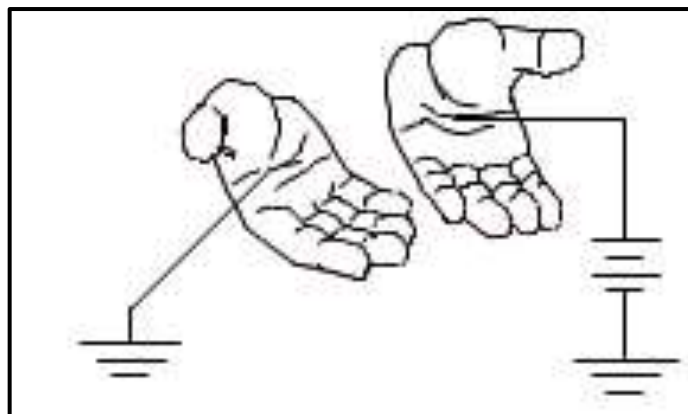
La corriente que pasa por el cuerpo pueden causar una descarga eléctrica, que da lugar a posibles lesiones tales como:

- Quemaduras superficiales e internas de tejidos.
- Las fracturas de huesos y daño muscular resultante de caídas provocadas por la descarga.

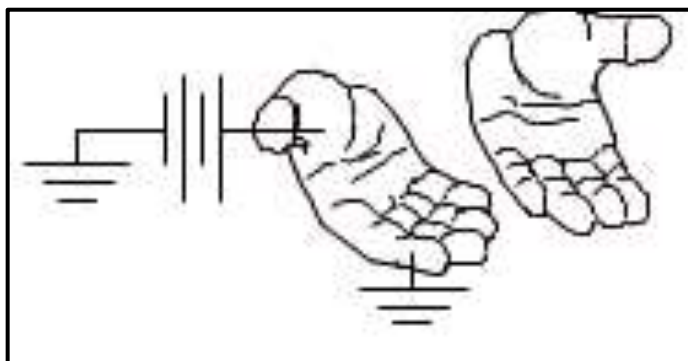
**c. Circuitos completos a través de conexión a tierra**

Hay dos clases de circuitos que se pueden generar cuando la electricidad circula por el cuerpo humano, estas son:

- Al otro lado del cuerpo, y
- A través de la mano.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.  
**Figura 2.57** Circuito al otro lado del cuerpo.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.  
**Figura 2.58** Circuito a través de la mano.

**d. Para evitar esto**

- Use un voltímetro que pueda soportar 1000 voltios nominales y los cables de prueba adecuados.
- El uso de equipo de protección personal.

**e. Precauciones recomendadas antes de dar mantenimiento a sistemas de alta tensión**

No use joyas que pueden conducir electricidad y causar shock, tales como:

- Relojes
- Anillos
- Collares

Retire los objetos metálicos de los bolsillos que al caer pueden crear un peligroso arco eléctrico, como por ejemplo:

- Lapiceros
- Herramientas
- Retirar el metal de la ropa



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.59** Ejemplo de que no se debe llevar en los bolsillos por seguridad.

**f. Asegúrese que su ambiente de trabajo es seguro**

- Verifique que el suelo este seco y limpio.
- Trabaje en un lugar bien iluminado.
- Nunca trabaje solo cuando esté realizando servicio a un sistema o componente de alto voltaje.
- Alerta a otros técnicos o personas a su alrededor que va a trabajar en un sistema de alto voltaje.
- Siempre desconecte la fuente de alto voltaje (retire el jumper de seguridad).
- Nunca deje el sistema de alto voltaje expuesto.

Utilice el manual de servicio para procedimientos y precauciones adicionales.

**g. Regla de la una mano**

Para trabajar con sistemas de alto voltaje se debe aplicar esta regla que consiste en trabajar solo con la mano derecha, y poner la mano izquierda en la espalda a la altura de los bolsillos posteriores del pantalón u overol, esto es con el fin de evitar hacer un circuito y que de producirse, que no pase a través del cuerpo entero, sino solo de la mano del técnico y si en caso de que la corriente pasara por el cuerpo, tratar de proteger a los órganos vitales internos del cuerpo de graves daños.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.60** Aplicación de la regla de una mano

#### **h. Multímetro**

Para garantizar la seguridad eléctrica de la prueba también debe utilizar el multímetro apropiado.

El multímetro, los cables y accesorios recomendados deben leer y soportar como mínimo 1000 V nominales.

No cumplir con estas especificaciones podría potencialmente provocar un arco eléctrico si la tensión transitoria medida fuera de un pico alto.



**Fuente:** Cise Electronics Corp.

**Figura 2.61** Multímetro Categoría III con capacidad para soportar de corriente.

#### **i. Desactivación del Sistema de Alta Tensión**

La desconexión manual (jumper de seguridad) está diseñada para abrir físicamente el circuito de conexión de los módulos de batería individuales en forma conjunta dentro de la batería de alto voltaje. Para de esta forma poder manipular los componentes del sistema de alta tensión de una forma segura.





**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 2.62** Jumper de seguridad de las baterías de alto voltaje.

**j. Resumen de la seguridad del vehículo**

Al reparar un vehículo híbrido, recuerde lo siguiente:

- Use el Equipo de Protección Personal
- Utilizar el manual de servicio autorizado para el vehículo.
- Verifique vehículo está apagado y no en contacto.
- Retire las llaves y guárdelas en un lugar seguro y alejado del vehículo.
- Nunca deje a un sistema de alta tensión expuesto.

## **CAPÍTULO 3**

### **PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS**

#### **3.1 HIPÓTESIS**

##### **3.1.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Con el diseño de un protocolo de mantenimiento diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos, se podrá atender la demanda futura de diagnóstico, mantenimiento y reparación para los vehículos híbridos que están en el mercado automotriz ecuatoriano.

##### **3.1.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Los profesionales del área automotriz deben disponer de conocimientos sobre las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos a fin de realizar diagnósticos eficientes en estos sistemas.
- Es importante determinar con que equipos de diagnóstico se pueden realizar diagnósticos del sistema de baterías de vehículos híbridos.
- Una interpretación adecuada de códigos de avería permite realizar diagnósticos con precisión en el sistema de baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos.
- Las características y capacidad de la batería de alto voltaje de un vehículo eléctrico o híbrido depende de la marca, procedencia y modelo del vehículo.

## **3.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.**

### **3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.**

Diseñar y aplicar un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos mediante la utilización de equipos eléctricos, equipos electrónicos equipos mecánicos y aplicación de software especializado.

### **3.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE.**

- El protocolo de diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos para poder prolongar el tiempo de vida útil de la batería de alto voltaje.
- Reducir costos de operación y reparación de partes y componentes.

### **3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

Dentro de las variables tenemos las variables independientes y las variables dependientes como a continuación se presentan.

**a. Variable independiente**

**Tabla 3-1 Operacionalización de variable independiente.**

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
EQUIPOS ELÉCTRICOS, EQUIPOS ELECTRÓNICOS Y EQUIPOS MECÁNICOS. APLICACIÓN DE SOFTWARE ESPECIALIZADO.	Académica  Tecnológica	Número de MÓDULOS para EL CONTROL del sistema de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos o eléctricos = 2.	¿Cuántos módulos de control utilizan un vehículo híbrido o eléctrico para monitorear y controlar el sistema de baterías de alto voltaje?
		Número de sensores que aplican al sistema de control del sistema de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos o eléctricos $\geq 19$ .	¿Cuál es el número de sensores que dispone una batería de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?
		Número de actuadores que dispone el sistema de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos o eléctricos $\geq 4$ .	¿Cuál es el número de actuadores que dispone el sistema de baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?
		Número de componentes del sistema de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos o eléctricos $\geq 39$ .	¿Cuál es el número de componentes del sistema de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos o eléctricos?

Fuente: Luis Espinosa.

**b. Variable dependiente**

**Tabla 3-2 Operacionalización de variables dependientes.**

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTAS
REALIZAR TAREAS DE DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS O ELÉCTRICOS.	Académica  Tecnológica	Número de códigos de fallo que puede generar el sistema de baterías de alto voltaje.	¿Qué pasos deben realizarse para la medición y comprobación en el sistema de baterías de alto voltaje en los vehículos híbridos o eléctricos?
		Número de procedimientos para poder diagnosticar correctamente el mal funcionamiento de cada elemento de las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos o eléctricos.	¿Cómo determinar e identificar un daño en un sensor o actuador de la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos o eléctricos?
		Número de instrumentos que se utilizan en el diagnóstico en el sistema de baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos o eléctricos.	¿Es necesario disponer de varios instrumentos para realizar el diagnóstico en la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos o eléctricos?

Fuente: Luis Espinosa

# **CAPÍTULO 4**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

En cuanto al diseño de investigación; es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado o comprobar la hipótesis de investigación. La investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.

El diseño de investigación a utilizar es la experimental; la cual consiste en someter a un objeto a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

Basado en los objetivos e interrogantes planteadas, el proyecto se sustenta en el diseño experimental, donde el investigador no solo identifica las características que se estudian; sino que las controla, las altera o manipula con el fin de observar los resultados al tiempo que procura evitar que otros factores intervengan en la observación.

La investigación experimental sigue las siguientes etapas:

- Delimitar y definir el objeto de la investigación o problema, señalando las variables independientes, las dependientes.
- Plantear una hipótesis de trabajo, estas ideas deben estar suficientemente claras para adelantar un resultado tentativo de cómo puede ocurrir dicho fenómeno: éste resultado tentativo es la hipótesis.
- Elaborar el diseño experimental, mediante los siguientes pasos: determinar todos los componentes del equipo, acoplar los componentes, realizar un experimento de prueba e interpretar

tentativamente los resultados y comprobar la precisión, modificando, si es necesario, el procedimiento y/o equipo utilizado.

- Realizar el experimento final para detectar cualquier anomalía, su desarrollo dará respuesta al problema.
- Analizar los resultados, deben contestar las preguntas planteadas por el problema.
- Obtener conclusiones, ya logrados los resultados del experimento el investigador debe aplicar su criterio científico para aceptar o rechazar la hipótesis.
- Elaborar un informe por escrito.

#### **4.2 PRUEBA PILOTO**

La prueba piloto se refiere a la aplicación del cuestionario en una pequeña muestra de encuestados de las siguientes mecánicas: C-TRES COMPLETE CAR CARE, IMPORTADORA TOMBAMBA, AUTOMOTORES Y ANEXOS, AUTOMOTORES ANDINA, STAR MOTORS, QUITO MOTORS y finalmente AMBACAR; Para identificar y eliminar posibles problemas, las preguntas se relacionan con las variables de investigación, no existió problema en su aplicación.

A continuación se incluye la encuesta número uno de las veinticuatro aplicadas.

## ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca de DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.

---

1. ¿Conoce Ud. el funcionamiento de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. ¿Tiene conocimiento de la importancia de la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce cómo verificar el status de los vehículos híbridos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. ¿Conoce cómo está constituida una batería de vehículo híbrido?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. Conoce si existen protocolos de pruebas, mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. Recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje en los laboratorios de Mecánica de la ESPE Latacunga.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

7. Considera que los vehículos híbridos y eléctricos serán parte de su trabajo en los siguientes 5 años en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100% \_\_\_\_\_

8. ¿Conoce el control electrónico para la batería de los vehículos híbridos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y códigos de avería es:

Muy bueno. \_\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_\_

10. ¿Sabe qué medidas de seguridad tomar cuando se va a trabajar con baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

11. Con que frecuencia trabaja sobre vehículos híbridos

Siempre \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ Poca frecuencia \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

### **4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El método de recolección de datos es el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación.

De modo que para recolectar la información hay que tener presente:

- Seleccionar un instrumento de medición el cual debe ser válido y confiable para poder aceptar los resultados.
- Aplicar dicho instrumento de medición.
- Organizar las mediciones obtenidas, para poder analizarlos.

Con estos antecedentes se procedió a la búsqueda de la información mediante la aplicación de encuestas.

Como instrumento de recolección de información hemos utilizado información primaria a través del cuestionario detallado en la encuesta 1.

#### **4.3.1 DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN**

La encuesta que se diseñó para el proyecto es la siguiente, con la que se pretende obtener información relevante para el desarrollo del presente, las preguntas son sencillas y de fácil comprensión.

A continuación se presenta el formulario para el desarrollo de la encuesta que se deberá aplicarse previamente como piloto.



## ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca de DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.

---

1. ¿Conoce Ud. el funcionamiento de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. ¿Tiene conocimiento de la importancia de la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. ¿Conoce cómo verificar el status de los vehículos híbridos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

4. ¿Conoce cómo está constituida una batería de vehículo híbrido?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

5. Conoce si existen protocolos de pruebas, mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

6. Recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje en los laboratorios de Mecánica de la ESPE Latacunga.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

7. Considera que los vehículos híbridos y eléctricos serán parte de su trabajo en los siguientes 5 años en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75% \_\_\_\_\_ 100% \_\_\_\_\_

8. ¿Conoce el control electrónico para la batería de los vehículos híbridos?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

9. Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y códigos de avería es:

Muy bueno. \_\_\_\_\_ Bueno \_\_\_\_\_ Regular \_\_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_\_

10. ¿Sabe qué medidas de seguridad tomar cuando se va a trabajar con baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

11. Con que frecuencia trabaja sobre vehículos híbridos

Siempre \_\_\_\_\_ Frecuencia \_\_\_\_\_ Poca frecuencia \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

#### 4.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

Partimos de la información de la población de veinticuatro Técnicos Automotrices de los talleres: C-TRES COMPLETE CAR CARE, IMPORTADORA TOMBAMBA, AUTOMOTORES Y ANEXOS, AUTOMOTORES ANDINA, STAR-MOTORS, QUITO MOTORS y finalmente AMBACAR. Para el estudio se calculó veinticuatro encuestas por el número de técnicos afines al diagnóstico de códigos de falla.

#### 4.5 MUESTRA

Partimos de la información de la población de veinticuatro Técnicos Automotrices con conocimientos de inyección electrónica y autodiagnóstico, dado que el universo de técnicos con conocimiento sobre baterías híbridas es muy pequeño, por lo que no se puede realizar un análisis muestral propiamente dicho.

#### 4.6 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

Las encuestas planeadas realizar serán sometidas a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. con el fin de determinar las cuestiones más relevantes de nuestra investigación.

**Tabla 4-1** Tabulación Pregunta 1.

Conoce Ud. el funcionamiento de un vehículo híbrido o eléctrico	
SI	NO
95.83%	4.17%
23	1

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-2** Tabulación Pregunta 2.

Tiene conocimiento de la importancia de la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos.	
SI	NO
4.17%	95.83%
1	23

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-3** Tabulación Pregunta 3.

Conoce cómo verificar el status de los vehículos híbridos.	
SI	NO
33.33%	66.67%
8	16

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-4** Tabulación Pregunta 4.

Conoce cómo está constituida una batería de vehículo híbrido.	
SI	NO
25.00%	75.00%
6	18

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-5** Tabulación Pregunta 5.

Conoce si existen protocolos de pruebas, mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.	
SI	NO
4.35%	95.65%
1	22

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-6** Tabulación Pregunta 6.

Recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje en los laboratorios de Mecánica de la ESPE Latacunga.	
SI	NO
95.83%	4.17%
23	1

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-7** Tabulación Pregunta 7.

Considera que los vehículos híbridos y eléctricos serán parte de su trabajo en los siguientes 5 años en un				
0%	25%	50%	75%	100%
0.00%	12.50%	33.33%	41.67%	12.50%
0	3	8	10	3

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-8** Tabulación Pregunta 8.

Conoce el control electrónico para la batería de los vehículos híbridos.	
SI	NO
25%	75%
6	18

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-9** Tabulación Pregunta 9.

Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y códigos de avería es:			
Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
26.09%	56.52%	13.04%	4.35%
6	13	3	1

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-10** Tabulación Pregunta 10.

¿Sabe qué medidas de seguridad tomar cuando se va a trabajar con baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?	
SI	NO
83.33%	16.67%
20	4

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 4-11** Tabulación Pregunta 11

Con que frecuencia trabaja sobre vehículos híbridos				
Siempre	Frecuencia	Poca frecuencia	A veces	Nunca
4.17%	54.17%	25.00%	4.17%	12.50%
1	13	6	1	3

**Fuente:** Luis Espinosa.

#### **4.7 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

De las encuestas realizadas se procedió a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

La tabulación se lo realizó mediante el ingreso manual de datos y el cálculo automático a través de una hoja electrónica de Excel.

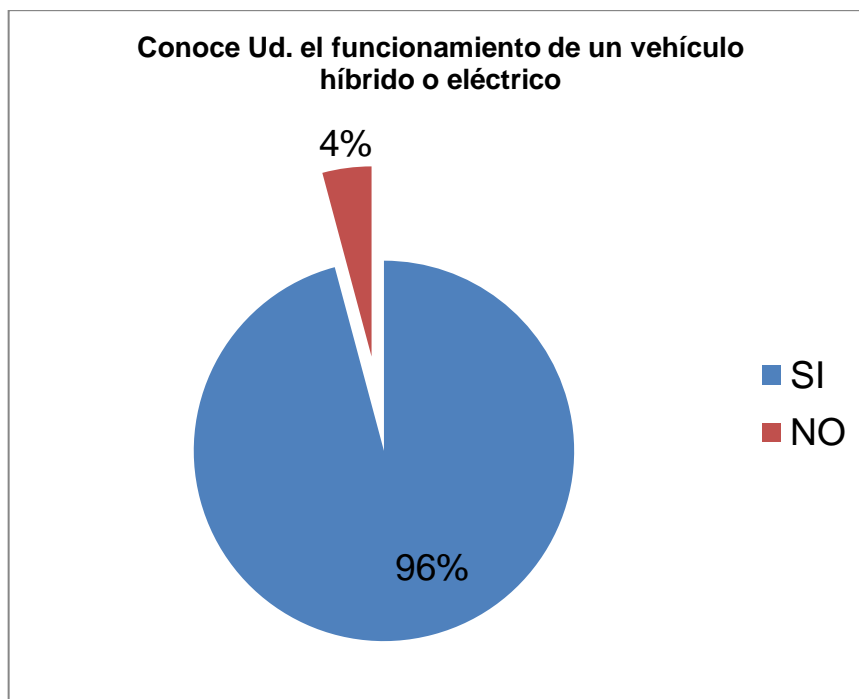
#### 4.7.1 INFORME GERENCIAL

Con los datos obtenidos mediante la aplicación de las encuestas se encontraron los siguientes hallazgos que generan el presente informe gerencial.

Las encuestas son consideradas como el lazo que une a los investigadores con el área de influencia del proyecto, es posible que se requiera recabar información de las personas más involucradas.

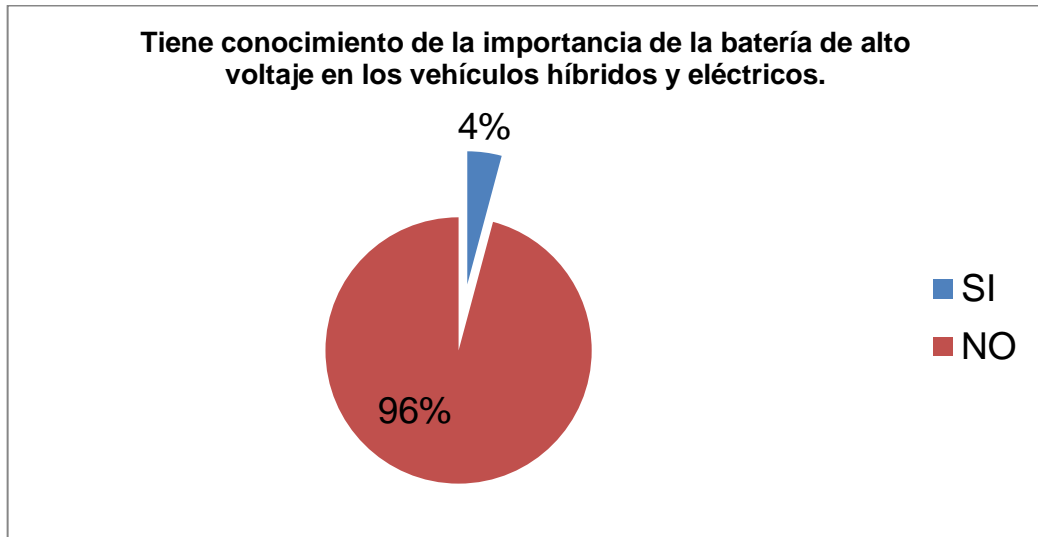
A continuación se detalla tanto los resultados de la encuesta, como las conclusiones y recomendaciones a las que se es posible llegar gracias al presente estudio.

El 96% de los encuestados manifestó conocer el funcionamiento de los vehículos híbridos o eléctricos, el 4% restante lo desconoce.



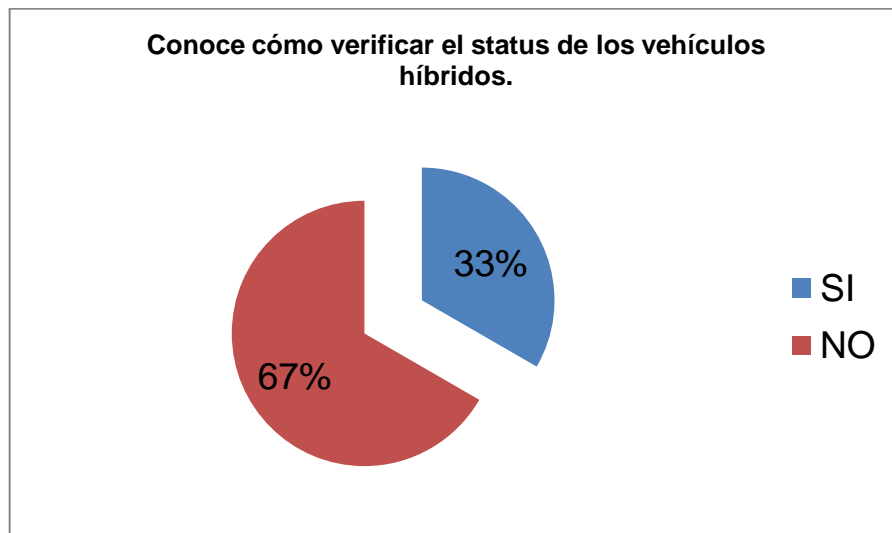
**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.1** Pregunta N° 1

El 4% de los encuestados manifestó conocer la importancia de las baterías de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos, el 96% restante lo desconoce.



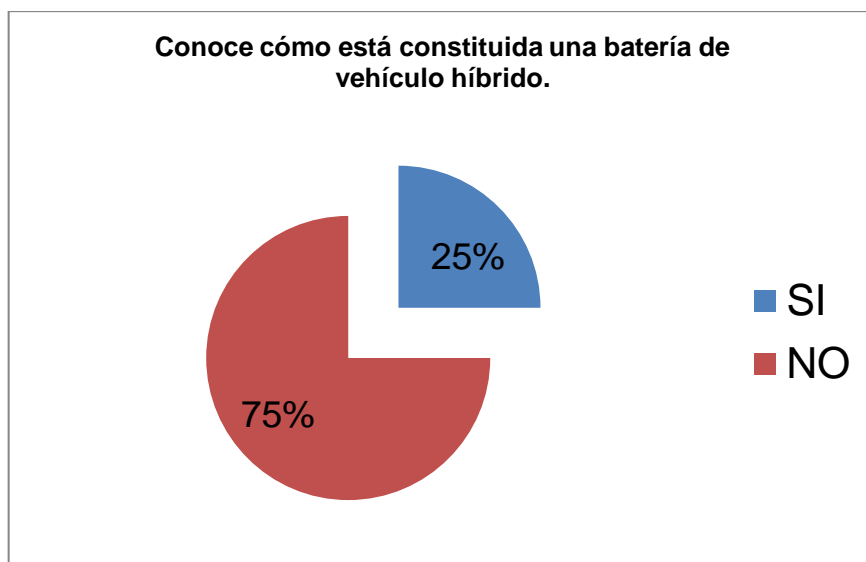
Fuente: Luis Espinosa.  
Figura 4.2 Pregunta N° 2

El 33% de los encuestados manifestó conocer cómo verificar el status de los vehículos híbridos, el 67% restante lo desconoce.



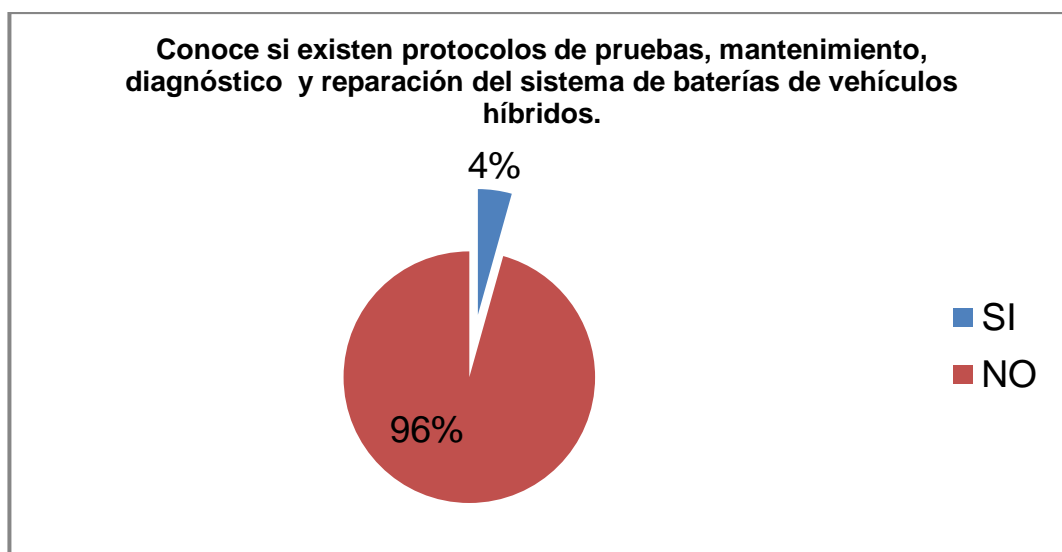
Fuente: Luis Espinosa.  
Figura 4.3 Pregunta N° 3

El 25% de los encuestados manifestó conocer cómo está constituida una batería de vehículo híbrido, el 75% restante lo desconoce.



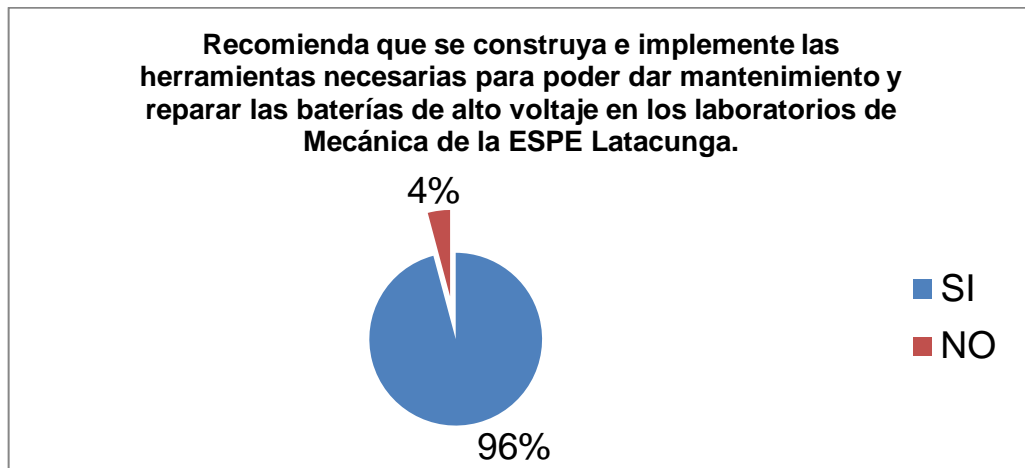
**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.4** Pregunta N° 4

Un 4% de los encuestados conoce la existencia de protocolos de pruebas, mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos. Un 96% no lo desconoce.



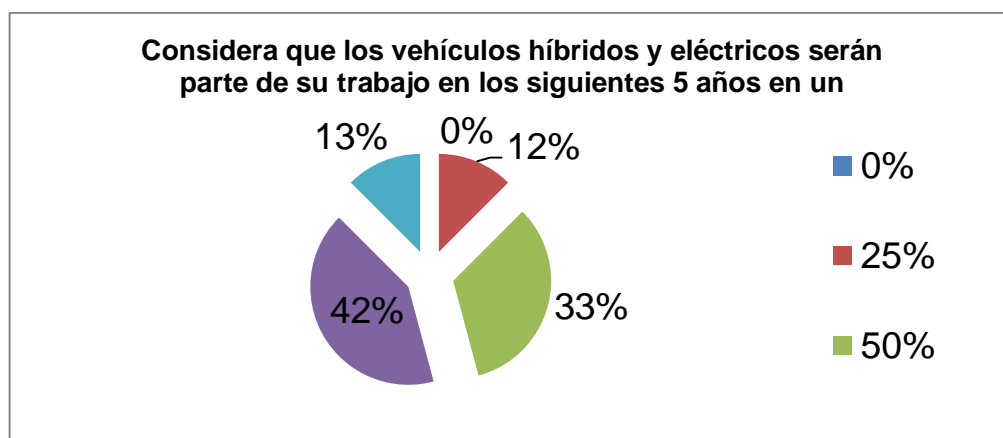
**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.5** Pregunta N° 5

Un 96% de los entrevistados recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje en los laboratorios de mecánica de la ESPE Latacunga y un 4% se manifiesta en contra.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.6** Pregunta N° 6

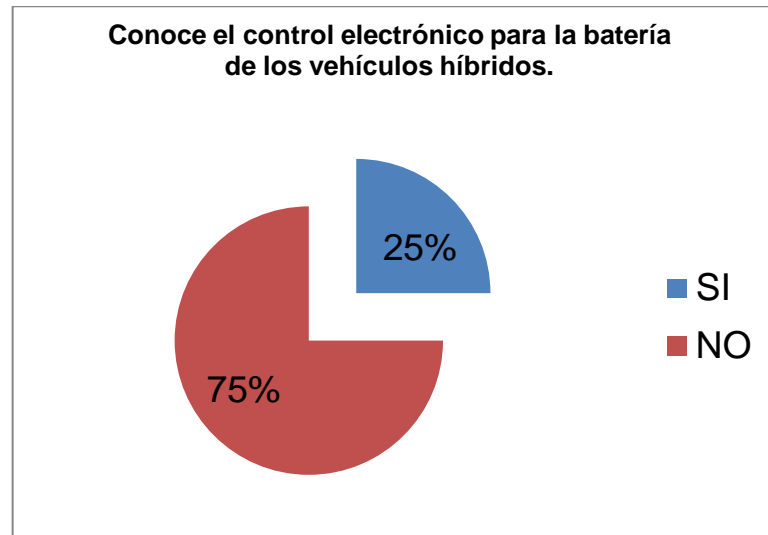
El 42% de los encuestados considera que los vehículos híbridos y eléctricos serán parte de su trabajo en un 75%, un 33% considera que el porcentaje será del 50%, un 13% dice que será el 100% de su trabajo, el 12% considera que será del 25% y nadie considera que no tendrá que atender a un vehículo híbrido.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.7** Pregunta N° 7

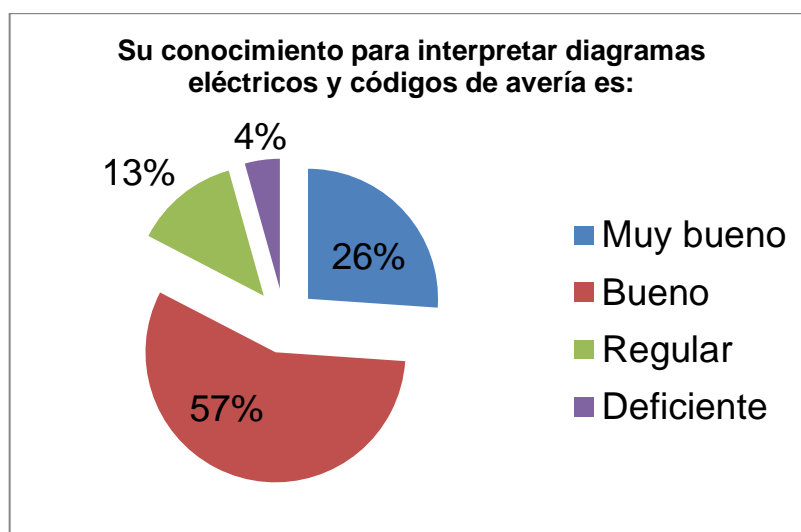


El 25% de los encuestados manifestó conocer el control electrónico para la batería de los vehículos híbridos, el 75% restante lo desconoce.



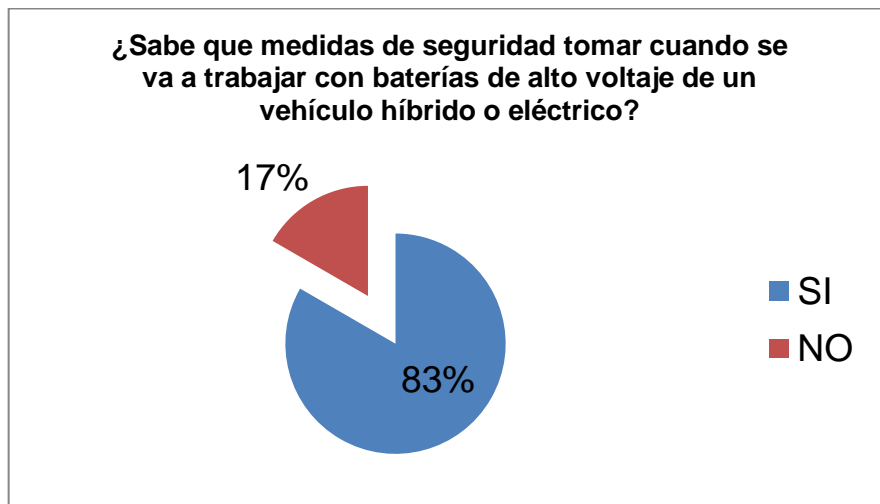
Fuente: Luis Espinosa.  
Figura 4.8 Pregunta N° 8

El 57% de los encuestados considera que tiene un conocimiento bueno para interpretar diagramas y códigos de avería, un 26% dice ser muy bueno, un 13% se califica como regular, y un 4% cree que sus conocimientos en esto son deficientes.



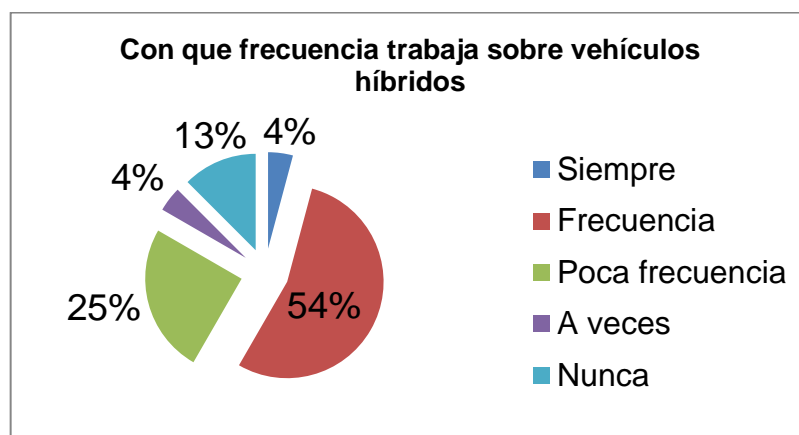
Fuente: Luis Espinosa.  
Figura 4.9 Pregunta N° 9

El 83% de los encuestados dice saber qué medidas de seguridad debe tomar al trabajar con baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido eléctrico, y un 17% lo desconoce.



Fuente: Luis Espinosa.  
**Figura 4.10** Pregunta N° 10

Un 54% de los encuestados manifiesta que realiza trabajos sobre vehículos híbridos con frecuencia, un 25% dice que con poca frecuencia, un 13% dice que nunca ha realizado trabajos en vehículos híbridos, un 4% dice que siempre realiza trabajos sobre vehículos híbridos, y otro 4% manifiesta que lo hace a veces.



Fuente: Luis Espinosa.  
**Figura 4.11** Pregunta N° 11

#### **4.7.2 CONCLUSIONES**

- A pesar de que los criterios son variados, es obvio notar que los vehículos híbridos cada vez son más comunes en el que hacer de un mecánico en nuestros días.
- El monitoreo de códigos de falla mediante el check engine y el puente DLC son conocidos entre los técnicos, pero su uso y solución no son bien administrados.
- Es muy importante notar que la gran mayoría de los encuestados entrevistados recomiendan que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y repara las baterías de alto voltaje en los laboratorios de mecánica de la ESPE Latacunga, pues es un conocimiento que no lo manejan y serviría para su masificación.
- Se considera que en 5 años según los encuestados los vehículos híbridos representarán una parte de su trabajo y por esto deberán capacitarse en estas nuevas tecnologías.
- Actualmente el conocimiento general sobre la tecnología de los vehículos híbridos es bastante común pero al indagar a más profundidad a gran mayoría considera necesario tener una guía o protocolo para poder dar mantenimiento a los vehículos híbridos.

#### **4.7.3 RECOMENDACIONES**

- Reforzar el conocimiento sobre monitoreo de códigos de falla, mediante el scanner como a través del check engine.
- Procurar utilizar un protocolo de operaciones para dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje, con el fin de asegurar el tratamiento adecuado a cualquier falla.
- Se recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y repara las baterías de alto voltaje en los laboratorios de mecánica de la ESPE Latacunga,

a fin de afianzar el conocimiento sobre el funcionamiento, manipulación y reparación de las baterías de alto voltaje, pues se le considera de vital importancia para el desarrollo de las pruebas de funcionamiento y la localización de averías en estas.

## **CAPÍTULO 5**

### **5.1 ESQUEMA DE LA PROPUESTA**

Con los resultados obtenidos la propuesta es:

Implementar un banco de pruebas para el laboratorio de autotrónica que consta de un los elementos necesarios para poder brindar mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

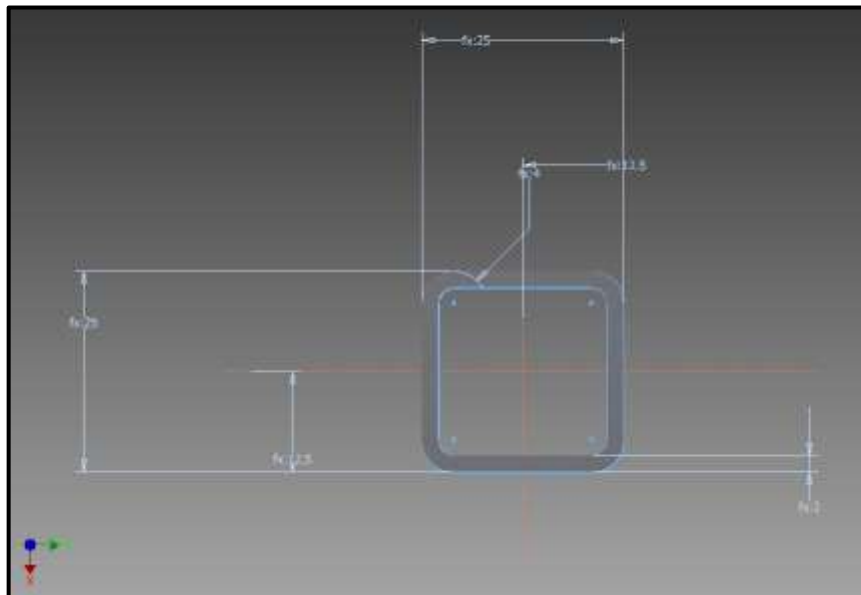
#### **5.1.1 CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE PARA EL BANCO DE PRUEBAS**

##### **a. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBA**

Para poder realizar un adecuado trabajo que garantice un banco de pruebas de calidad, resistente y que responda a las necesidades a las que se va a ver enfrentado, es necesario primero realizar un diseño del banco en computadora antes de gastar esfuerzos tal vez infructuosamente en la vida real y haciendo uso de la improvisación. Es por esto que es uso el software Autodesk Inventor 2011 para diseñar la estructura del banco.

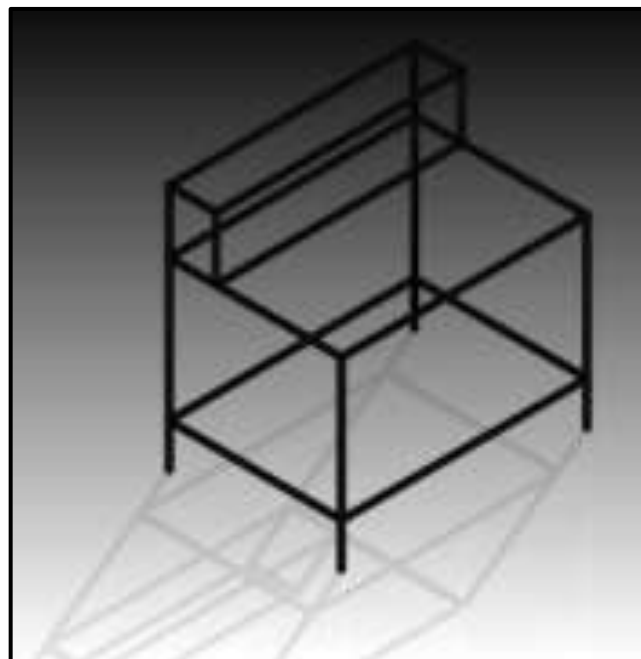
Este programa informático nos brinda varias facilidades, primero nos permite visualizar como va a quedar el producto final, ya que utiliza materiales de su biblioteca que se encuentran en nuestro medio, también nos puede decir que materiales se usaron y en qué cantidad.

Así entonces puedo decir que en la estructura se utiliza 1665 cm tubo cuadrado de acero estructural ISO 4019 de 25 x 25 x 2 mm esto quiere decir 25 mm de alto por 25 mm de ancho y 2 mm de espesor del acero.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.1** Sección del tubo cuadrado utilizado en el diseño.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.2** Estructura del banco de pruebas.

Este diseño nos sirve para poder tener los planos de una forma fácil, además de las medidas de cada una de las partes, y la cantidad de partes que se va a usar. Así tenemos la siguiente tabla realizada en Microsoft Excel.

**Tabla 5-1** Lista de medidas y partes a usarse.

Parte	Cantidad
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 200 mm	2
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 300 mm	4
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 800 mm	4
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 900 mm	4
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 1150 mm	3
ISO 4019 - 25 X 25 X 2 - 1200 mm	4

**Fuente:** Luis Espinosa.

## b. CORTE, LIMADO Y SOLDADURA

Con las dimensiones estimadas para la elaboración del banco, se realizan los cortes, limado, preparación del material y se procede a realizar la unión por medio de soldadura.

El corte es la primera operación que se realiza para montar el banco, se considera al corte como crucial al momento del resultado final, pues proporcionará estabilidad, con esto deberá soportar el peso del motor.

Hay piezas que se deben cortar los extremos a 45° de inclinación, esto para que principalmente al armar el banco, no queden huecos correspondientes a los tubos expuestos afectando la estética y siendo un potencial peligro para los futuros usuarios de este, ya que podría provocar accidentes además de convertirse en un sitio potencial de depósito de basura.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.3** Varios tubos de diferentes dimensiones, cortados a 45 y 90°.

El sistema de soldadura utilizado es SMAW (Shielding Metal Arc Welding), debido a que la soldadura por arco eléctrico es de fácil transportación y es un proceso muy económico.

El electrodo elegido para el presente trabajo es de tipo celulósico E6011 y presenta las siguientes características:

**Tabla 5-2** Características de electrodo 6011

TIPO NORMA AWS	USOS Y CARACTERÍSTICAS	RESISTENCIA TENSIL LIMITE ELÁSTICO ELONGACIÓN	CORRIENTES OPTIMAS DE APLICACIÓN (AMPERIOS)-CORRIENTE				
			3/32	1/8	5/32	3/16	CORRIENTE
E-6011	ELECTRODO DE ALTA PENETRACIÓN PARA SOLDAR EN TODA POSICIÓN CON CA Y CD, BARCOS, ESTRUCTURAS, REPARACIONES Y UNIONES DE TUBERÍAS.	RT=71.000 LB/Pu <sup>2</sup>  LE=60.450 LB/Pu <sup>2</sup>  E=25%	60	105	155	190	CD (+) CA

**Fuente:** [http://www.solfumex.com/Spanish/Products/Electrodos\\_convencionales/Aceros\\_carbon.asp](http://www.solfumex.com/Spanish/Products/Electrodos_convencionales/Aceros_carbon.asp)



**Fuente:** Luis Espinosa  
**Figura 5.4** Soldadura de las piezas.



Una vez soldadas todas las partes del banco, se debe proceder a pulir las imperfecciones propias de la soldadura para que de este modo pueda tener un buen acabado final.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.5** Pulido de las soldaduras e imperfecciones.

### **c. ACABADOS**

Los acabados fueron realizados con pintura acrílica, la cual contiene material plastificado, los pigmentos están contenidos en una emulsión de polímero acrílico, se caracteriza por ser de secado rápido y aunque son solubles en agua, una vez secas son muy resistentes.

Es importante mencionar que se realizó un proceso para obtener el resultado final, es así como desde el principio se procedió a la limpieza de todo el banco de la presencia de óxido y otros componentes que puedan afectar a que se adhiera la pintura correctamente en el banco, esto se lo hizo pasando un trapo impregnado de desoxidante.

Aplicar la pintura anticorrosiva fue la siguiente acción. Se escogió un color negro para tener una buena presentación de la estructura.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.6** Banco de pruebas una vez pintado.

También se debe proceder a instalar las ruedas en el banco, estas ruedas poseen freno y son giratorias para poder trasladar al banco de forma cómoda y que tenga movilidad en todas las direcciones.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.7** Banco de pruebas con sus ruedas.

Se procederá a tomar medidas y a cortar paneles de madera para las diferentes partes del banco. También se debe instalar tomar en cuenta la ubicación de los elementos eléctricos y electrónicos para realizar los huecos respectivos en los paneles de madera.

Una vez cortados y lijados los paneles se debe proceder a instalarlos, fijarlos a la estructura.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.8** Mueble con sus paneles de madera.

Luego se procede a pintar y hacer los ajustes finales con lo que se obtuvo el producto final, mostrado a continuación.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.9** Mueble terminado.

## 5.1.2 SELECCIÓN ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas cuenta con herramientas para el monitoreo y control del de los packs de baterías, se seleccionó los elementos tomando en cuenta que es necesario conocer: Los voltajes en los diferentes procedimientos realizados, cargador de baterías para poder comprobar si la batería carga o no, si esta retiene la carga, etc. También hay que tomar en cuenta el material para realizar las conexiones y los elementos de protección como son los fusibles.

### a. CARGADOR DE PACKS DE BATERÍAS

En este trabajo se necesita el uso de varias herramientas eléctricas y electrónicas como son cargadores para poder recargar los packs de baterías.

Para esto debemos calcular la potencia que deben ser capaces de transformar, así como su voltaje.

Este banco de pruebas debe ser capaz de funcionar tanto con 110 voltios que es la corriente más común en nuestro medio así como también con 220 voltios por lo que emplearemos la siguiente ecuación para calcular el voltaje pico equivalente una vez transformada la corriente.

$$V_{RMS} = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}}$$

**Fuente:** Principios de electrónica. Malvino, Albert Paul  
**Ecuación 5.1** Valor equivalente RMS con respecto al valor pico de la corriente.

El valor del voltaje RMS es el voltaje que se mide con el multímetro en el tomacorriente, así para las corrientes eléctricas de 110 y 220 voltios sería:

$$110 V = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}}$$

Entonces

$$V_{PICO (110 V)} = 110 V \times \sqrt{2} \qquad V_{PICO (220 V)} = 220 V \times \sqrt{2}$$

Finalmente

$$V_{PICO (110 V)} = 155.56 V \qquad V_{PICO (220 V)} = 311.12 V$$

Usamos la segunda aproximación de los diodos (1.4 V) para obtener la carga en continua:

$$V_L = V_{PICO} - V_{DIODO}$$

**Fuente:** Principios de electrónica. Malvino, Albert Paul  
**Ecuación 5.2** Cálculo del voltaje real aproximado de salida del puente de diodos.

Reemplazando valores tenemos:

$$V_{L(110 V)} = 155.56 V - 1.4 V \qquad V_{L(220 V)} = 311.12 V - 1.4 V$$

Entonces

$$V_{L(110 V)} = 154.16 V \qquad V_{L(220 V)} = 309.72 V$$

El siguiente paso es calcular el rizado que se producirá en la corriente. Es decir la pequeña tensión alterna que remanece una vez rectificadas la tensión. Para hallar esta pequeña tensión usaremos la siguiente fórmula.

$$V_R = \frac{I}{fC}$$

**Fuente:** Principios de electrónica. Malvino, Albert Paul  
**Ecuación 5.3** Derivación para estimar el rizado de pico a pico de cualquier filtro con condensador a la entrada.

En donde

$V_R$  = *tensión de rizado de pico a pico*

$I$  = *corriente por la carga en continua*

$f$  = *frecuencia de rizado*

$C$  = *capacidad*

Para poder aplicar esta ecuación debemos encontrar primero la intensidad que circula por el circuito, para esto utilizamos las siguientes ecuaciones.

$$V = I \times R$$

**Ecuación 5.4** Ley de Ohm.

Donde

V= Voltaje

I= Intensidad

R= Resistencia

Para aplicar estas ecuaciones utilizaremos un foco de 1500 Vatios y 220 voltios, este nos garantiza que soportará los altos voltajes.

La resistencia de este foco es de 39 ohmios. Entonces.

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

Remplazando valores

$$I_{(110V)} = \frac{154.16}{39}$$

$$I_{(220V)} = \frac{309.72}{39}$$

Finalmente

$$I_{(110)} = 3.95 A$$

$$I_{(220 V)} = 7.95 A$$

Remplazamos estos valores en la ecuación inicial para hallar el rizo

$$V_{R(110V)} = \frac{3.95 A}{120 \text{ Hz} \times 450 \times 10^{-6} F}$$

$$V_{R(220V)} = \frac{7.95 A}{120 \text{ Hz} \times 450 \times 10^{-6} F}$$

Resolviendo las ecuaciones tendríamos.

$$V_{R(110V)} = 73.14 V$$

$$V_{R(220V)} = 147.22 V$$

Estos valores son la corriente pico a pico que podría llegar a tener el rizo, en el caso de que solo se halle conectado a el foco de 1500 Vatios. Al conectar una o más baterías en serie o paralelo, estas también actúan como condensadores aparte recibir la carga, con lo cual el rizo se reducirá muy considerablemente.

También debemos calcular la tensión inversa de pico (PIV) y la corriente inicial, ya que es muy importante para asegurar la vida útil del diodo y la integridad del equipo.

La tensión inversa de pico (PIV) es la tensión máxima a través del diodo que no conduce de un rectificador. Esta tensión tiene que ser menor que la tensión de ruptura del diodo, caso contrario, el diodo se destruirá o hará cortocircuito.

Para calcular esta tensión utilizaremos la siguiente fórmula

$$PIV = V_p$$

**Fuente:** Principios de electrónica. Malvino, Albert Paul

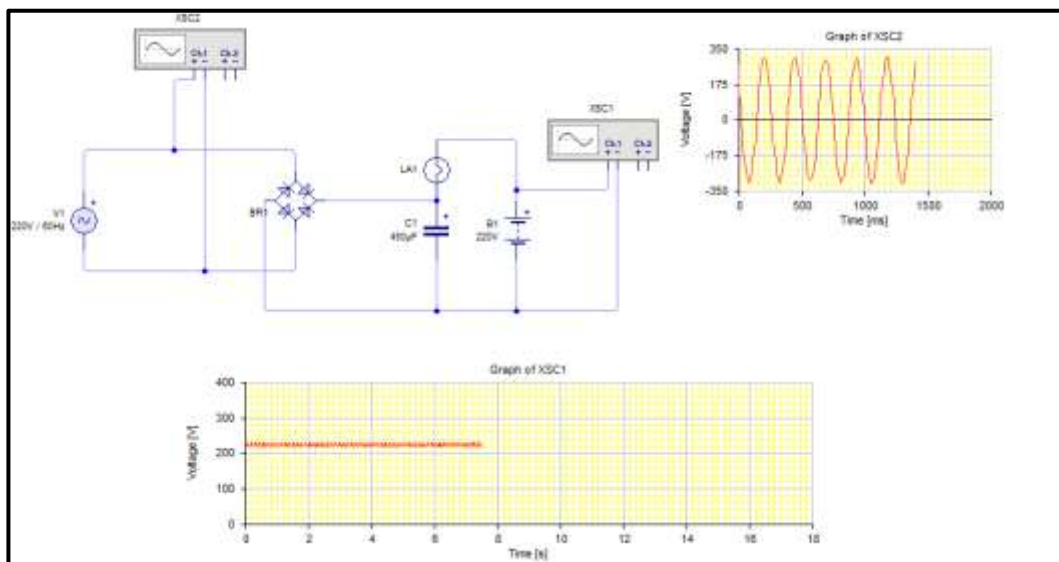
**Ecuación 5.5** Tensión inversa de pico

Entonces reemplazando valores tenemos

$$PIV_{(110\text{ v})} = 155.56\text{ V}$$

$$PIV_{(220\text{ v})} = 311.12\text{ V}$$

Según podemos apreciar el puente de diodos rectificadores necesita tener una tensión de ruptura de diodo superior a los 311.12 voltios. De igual forma los capacitores también deben soportar esa tensión caso contrario estallarían.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.10** Diagrama eléctrico del cargador de baterías.

**Tabla 5-3** Elementos eléctricos del cargador de baterías.

CANTIDAD	ELEMENTO	CAPACIDAD
2	Puentes de diodo rectificador.	1000 v
2	Capacitores 450 µF	500 v

**Fuente:** Luis Espinosa.

Para esto se utilizó puentes de diodos rectificadores con una capacidad de 1000 voltios, esto con el fin de que su estructura exterior al



ser cubierta de hierro provee una mayor disipación de calor que otros puentes de diodos, además dado su alto valor nominal, nos asegura su durabilidad y confiabilidad.

Los capacitores son de 450  $\mu\text{F}$  a 500 voltios, estos se usan con el fin de absorber los picos de corriente y contribuir a que la señal sea continua y estable.

Cabe señalar que para brindar más versatilidad al momento de usar este cargador, se lo hizo doble, como se lo puede apreciar en la siguiente imagen.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.11** Cargador de los packs de baterías.

#### **b. MULTÍMETROS**

También se necesitarán varios multímetros para poder realizar mediciones de los diferentes requerimientos a lo largo del proceso de verificación y reparación de las baterías de alta tensión.

Para no depender de la carga de las baterías de los multímetros, se los conectó a la salida de 9 voltios del circuito de control, de esta forma se

garantiza una total independencia del estado de carga de las baterías de estos.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.12** Multímetros usados para medir los packs de baterías.

### **c. ELEMENTOS CONSUMIDORES**

Se usará como protección un elemento consumidor de corriente para que absorba el exceso de voltaje que se producirá por el efecto de la recarga de las baterías cuando estas se encuentren cargadas y también para comprobar la descarga de las baterías. El elemento consumidor que se usará serán focos automotrices H4 con sus respectivas conexiones bien elaboradas.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.13** Foco H4

Así también como focos halógenos de 500 y 1500 vatios, esto con el fin de absorber el exceso de voltaje cuando este sea demasiado para los focos H4, así como para actuar como elemento de descarga al momento de comprobar la caída de voltaje de las baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.14** Focos halógenos de 500 y 1500 vatios.

Esto se comprueba de la siguiente manera.

Si la batería a cargar es de 7 voltios y la alimentación de corriente es de 110 voltios AC, esto nos daría un voltaje RMS de 154.16 voltios que se dividen según la siguiente ecuación.

$$V_{RMS} = V_{BAT} + V_{FOCO}$$

**Ecuación 5.6** Descomposición de la carga en serie.

Remplazando valores tendremos que  $V_{FOCO}$  es igual a la resta del  $V_{BAT}$  del  $V_{RMS}$  es así que.

$$V_{FOCO} = 154.16 V - 7 V$$

Entonces.

$$V_{FOCO} = 147.16 V$$

Este voltaje tendrá que ser absorbido por el foco, y por esta misma situación el banco brinda una gran flexibilidad a la hora de cargar diferentes packs de baterías que pueden ser de diferentes valores nominales.

Es así que los elementos consumidores presentes en el presente banco son los siguientes:

**Tabla 5-4** Elementos consumidores utilizados.

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>CAPACIDAD</b>
2	Focos H4	12 V, 60 W
1	Foco halógeno	220 V 500 W
1	Foco halógeno	220 V, 1500 W

**Fuente:** Luis Espinosa

#### **d. CAJA PORTA FUSIBLES**

Para evitar daños en los componentes eléctricos y electrónicos se procedió la colocación de una caja porta-fusibles debido a que la caja original es demasiado grande e innecesaria por contener fusibles de todos los circuitos eléctricos del automóvil, por motivos de espacio, ubicación, estética y utilidad se instaló una caja para 6 fusibles automotrices grandes.

Estos fusibles deben actuar como protección, así que deben tener un valor inferior a las tensiones máximas que pueden soportar los componentes anteriormente calculados, por ejemplo la tensión máxima que soporta el puente de diodos de cada cargador es de 50 A, así que la intensidad que soporta el fusible debe ser menor a esta, por lo que se usa fusibles de 30 A, que brindan una gran protección sin poner en riesgo a los componentes en ningún momento, es así que los fusibles utilizados son:

**Tabla 5-5** Fusibles utilizados en el banco de pruebas.

<b>Nº</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>CAPACIDAD</b>
1	Alimentación del cargador de baterías	30 A
2	Alimentación del cargador de baterías	30 A
3	Alimentación al transformador de 12 v	5 A
4	Repuesto	30 A
5	Repuesto	30 A
6	Repuesto	5 A

**Fuente:** Luis Espinosa.

### e. CIRCUITO DE CONTROL

Este circuito está encargado de controlar la activación del circuito del cargador de baterías, proveer la energía para el funcionamiento de los multímetros. Este circuito consta para su alimentación con un transformador de 110 V a 12 V, del circuito propiamente dicho, de las salidas de energía de 12 voltios, las salidas de corriente de 9 voltios, la conexión auxiliar para una batería de 9 voltios y finalmente de un relé de 12 voltios de activación y con una capacidad para conducir hasta 50 amperios, que es el mecanismo de control y también actúa como último mecanismo de seguridad.

Primero debemos calcular la relación de espiras deseadas del transformador a fin de obtener el voltaje deseado. Esto se logra mediante el uso de la siguiente ecuación.

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2}$$

**Ecuación 5.7** Relación del número de espiras del primario y secundario con respecto a los voltajes de entrada y salida.

Reemplazando valores tendremos.

$$\frac{110 V}{N_1} = \frac{12 V}{N_2}$$

Girando la ecuación y simplificando tenemos que

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{55}{6}$$

Esto quiere decir que por cada 55 vueltas de alambre en el arrollamiento del primario, se deben dar 6 vueltas en el arrollamiento del secundario.

Para calcular la potencia necesaria del núcleo del transformador, se utilizará la siguiente ecuación:

$$P_{sec} = V \times I$$

**Ecuación 5.8** Cálculo de la potencia del núcleo del transformador.

Donde

V= Voltaje de salida deseado del secundario.

I= Intensidad de salida deseada del secundario.

Reemplazando valores

$$P_{sec} = 12 V \times 1 A$$

Entonces

$$P_{sec} = 12 W$$

El puente de diodos se calcula con las ecuaciones que se calculó los puentes de diodos de los cargadores. Es decir reemplazando la Ecuación 5.1

$$V_{RMS} = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}}$$

En donde reemplazando el valor pico del secundario y tendremos

$$V_{RMS} = \frac{12}{\sqrt{2}}$$

En donde

$$12 V = \frac{V_{PICO}}{\sqrt{2}}$$

Finalmente

$$V_{PICO} = 16.97$$

De estos valores debemos restar lo que se consume en los diodos rectificadores según la Ecuación 5.2

$$V_L = 16.97 V - 1.4 V$$

Entonces el voltaje de salida del puente de diodos rectificadores será.

$$V_L = 15.57 V$$

Para saber la tensión del rizo debemos usar la Ecuación 5.3

$$V_R = \frac{I}{fC}$$

Para poder utilizar esta ecuación debemos saber la intensidad y la capacitancia que van a pasar por ahí, así que debemos remplazar los valores según la tabla de componentes que se presenta a continuación.

**Tabla 5-6** Elementos eléctricos y electrónicos del circuito de control.

CANTIDAD	ELEMENTO	DETALLE
1	Batería	9 V
1	Transformador	110 v-12 v
1	Switch	DPST
1	Puente de diodo rectificador	300 v
3	Capacitores	2200 µf-30 v
1	7812	1 a
1	7809	1 a
1	Relé automotriz	70 a
1	Baquelita	
1	Funda de ácido	
1	Papel fotográfico	
1	Broca	
2	Borneras	3 tomas
2	Borneras	2 tomas
1	Socket para batería	9 v
1	Socket para relé	
3	Metros de estaño	

**Fuente:** Luis Espinosa

Entonces

$$V_R = \frac{1 A}{60 \text{ Hz } 2200 \times 10^{-6} F}$$

Resolviendo la ecuación tendremos

$$V_R = 7.57 V$$

Finalmente debemos calcular la tensión inversa de pico (PIV) según la Ecuación 5.5

$$PIV = V_p$$

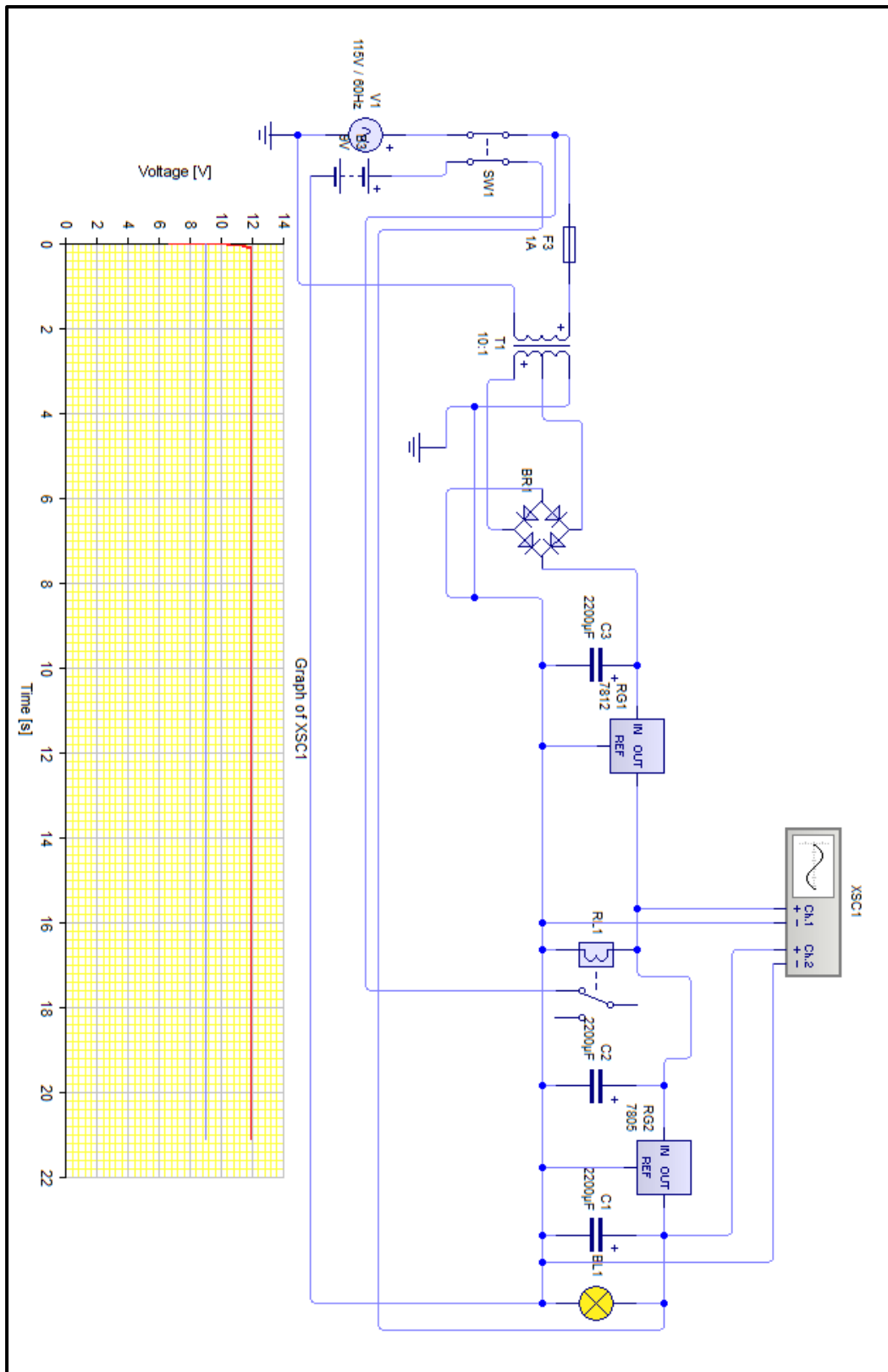
Remplazando valores tendremos que.

$$PIV = 16.97 V$$



**Fuente:** Luis Espinosa  
**Figura 5.15** Circuito de control





Fuente: Luis Espinosa

Figura 5.16 Diagrama eléctrico y electrónico del circuito de control.

**f. OTROS**

Desde luego para el correcto funcionamiento de todos estos sistemas se necesita de conexiones fiables y que no presenten resistencia y por tanto que no se recalienten, es así que se realizan los siguientes cálculos.

$$I_t = \frac{E_t}{V_t}$$

**Ecuación 5.9** Cálculo de la intensidad de transporte de la energía en un cable.

En donde

$E_t$ = Energía a transportar

$V_t$ = Tensión de transporte

$I_t$ = Intensidad de transporte

Remplazando valores tendremos que

$$I_t = \frac{5500 W}{110 V}$$

Finalmente.

$$I_t = 50 A$$

Una vez que se ha calculado la corriente que pasa por el cable, se procederá a determinar la máxima baja de tensión permisible según la siguiente ecuación.

$$\Delta V = qdt \times V_t$$

**Ecuación 5.10** Baja de tensión permisible.

En dónde.

$\Delta V$  = variación de voltaje.

qdt = porcentaje de baja de tensión.

Remplazando en la ecuación tendremos.

$$\Delta V = \frac{2}{100} \times 110 V$$

Finalmente

$$\Delta V = 2.2 V$$

Con estos datos se debe proceder a calcular la resistencia del cable según la siguiente ecuación.

$$R_C = \frac{\Delta V}{I_t}$$

**Ecuación 5.11** Resistencia del cable.

Remplazando los valores tendríamos.

$$R_C = \frac{2.2 V}{50 A}$$

Finalmente

$$R_C = 0.044 \Omega$$

Finalmente con este dato podremos calcular la sección del cable mediante el uso de la siguiente ecuación.

$$S = \frac{\rho \times L}{R_C}$$

**Ecuación 5.12** Cálculo de la sección del cable.

Donde.

S= Sección del cable ( $\text{mm}^2$ )

$\rho$  = Resistividad del material.

L = Largo en metros

Remplazando los valores, y sabiendo que el cobre puro tiene una resistividad de 0.01724, tendremos.

$$S = \frac{0.01724 \times 5}{0.044}$$

Finalmente la sección del cable será.

$$S = 1.96 \text{ mm}^2$$

Según la norma AWG esta sección es equivalente al alambre N°14.

Por seguridad se sobredimensiona a los cables, por lo tanto para las conexiones internas se seleccionó al alambre flexible N° 12 para esta tarea (sección de 3.31 mm<sup>2</sup>).

También se utilizarán sockets de chasis para bananas, alambres mixtos con cabeza de lagarto pequeños en un lado y por el otro lado bananas, además para la refrigeración de los elementos consumidores de 500 W y 1500 W se utilizarán 2 ventiladores de 110 voltios.

**Tabla 5-7** Elementos eléctricos extra utilizados.

<b>CANTIDAD</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Enchufe	110 V
5	Metros de alambre	N° 10
10	Metros de alambre	N° 12
20	Bananas	
10	Lagartos pequeños	
4	Lagartos medianos	
12	Sockets de chasis	6 rojos y 6 negros
2	Ventiladores	110 voltios para refrigeración

**Fuente:** Luis Espinosa

## 5.2 DIAGNÓSTICO CON SCANNER.

En el mercado existen muchos modelos de scanner tales como son los scanner originales que manejan los concesionarios, y los genéricos, dentro de los primeros podemos encontrar al “MDI” y el “TECH2” de la línea de vehículos livianos Chevrolet, “TECHSTREAM” de Toyota, entre

otros. Dentro de los genéricos se cuentan entre los más importantes “AUTOENGINUITY”, “CARMAN SCAN”, “AUTO BOSS”, etc.

En este caso se utilizará un scanner genérico LAUNCH X431 DIAGUN. Para empezar con el procedimiento de diagnóstico con el scanner debemos conectar SMART BOX del equipo al socket de Diagnóstico DLC3 ubicado en bajo el tablero de instrumentos.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.17** Scanner Launch Diagun X431

El vehículo debe estar encendido para que la interfaz de comunicación pueda conectarse con el scanner al encender el scanner la pantalla principal del scanner, aquí nos muestra el menú principal, se selecciona el medio por el que el scanner se conectará con la Smart Box, este puede comunicarse mediante cable o mediante Bluetooth, para efectos de mayor libertad para moverse, se seleccionará Bluetooth.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.18** Pantalla inicial del scanner.

Luego aparece en la pantalla un menú, en el que se puede seleccionar la marca del vehículo. En la parte inferior de la pantalla aparecen varias opciones, entre ellas las de página siguiente, si la marca del vehículo no aparece en pantalla se debe presionar página siguiente hasta que la marca aparezca, las marcas más usadas se sitúan automáticamente en los primeros lugares.

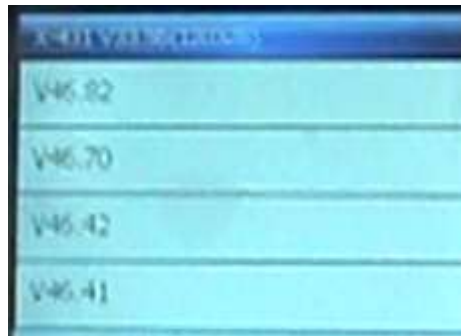


**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.19** Pantalla de selección de la marca de vehículo.

Para efectos de este vehículo, se selecciona el símbolo de TOYOTA, dando doble clic sobre este. A continuación se selecciona la versión del software que se desea usar. Esto es importante ya que a medida que las versiones son más recientes, permitirán acceder a partes,

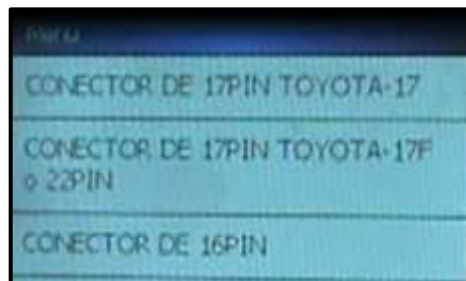
computadoras y funciones especiales que una versión más antigua tal vez no lo haga, por lo que es recomendable seleccionar la versión más moderna o actualizada que se tenga acceso.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.20** Pantalla de selección de la versión del software.

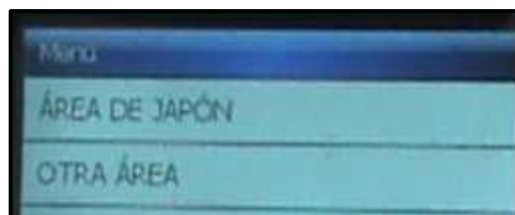
Como paso siguiente se selecciona el tipo de conector que se está usando, dado que no se está usando adaptadores, se selecciona conector de PIN-16.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.21** Pantalla de selección del conector usado en el vehículo.

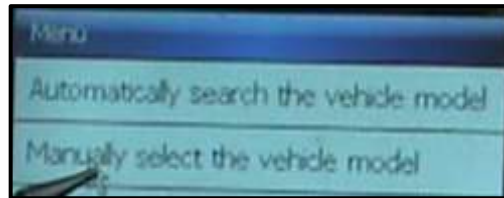
A continuación el escáner pregunta si el vehículo es de Japón o de algún otro país, en este punto se selecciona OTRA ÁREA.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.22** Pantalla de selección del país de procedencia.

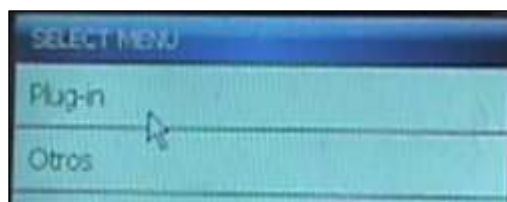
El escáner ahora solicitará que seleccionemos si se va a realizar una búsqueda manual del vehículo, o una automática. Aquí se seleccionará “Automatically search the vehicle model”



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.23** Pantalla para seleccionar el tipo de búsqueda del vehículo.

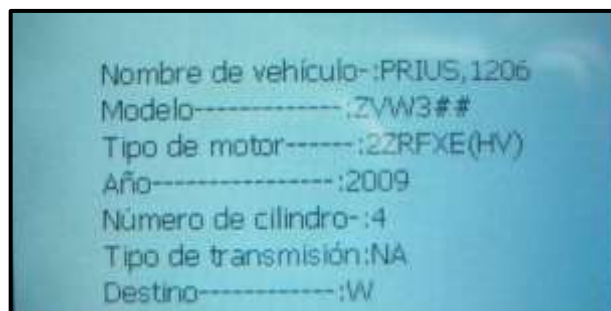
El scanner solicita a continuación que se seleccione si es un vehículo Plug-in u otro tipo de vehículo. Al parecer lo que el scanner quiere saber es si es un vehículo híbrido o no, por lo tanto se seleccionará “Plug-in”.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.24** Pantalla de selección del tipo de vehículo.

Finalmente el scanner buscará automáticamente el modelo del vehículo, dando como resultado que lo reconozca como un TOYOTA PRIUS.

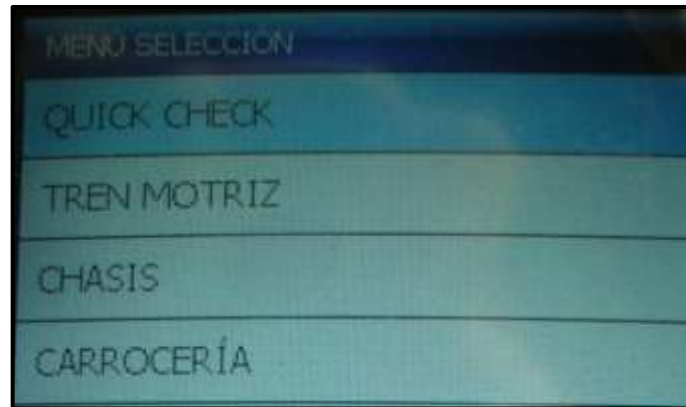


**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.25** Pantalla de identificación del modelo del vehículo.



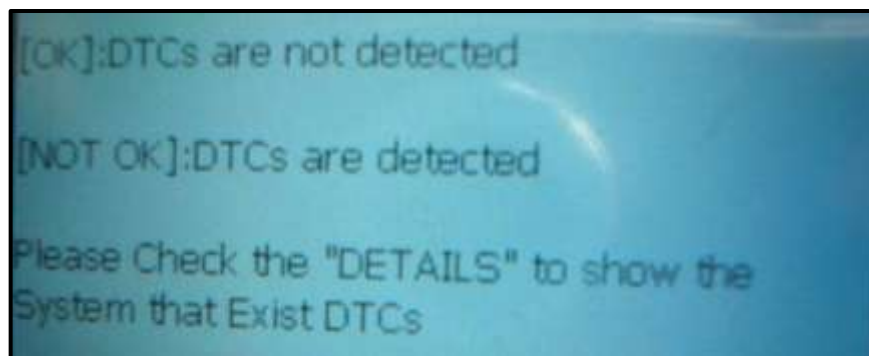
Luego de presionar OK, aparecen varias opciones en una pantalla, entre ellas "QUICK CHECK".



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.26** Pantalla de selección de subsistema del vehículo.

Al seleccionar esta opción el scanner verificará cada uno de los sistemas del vehículo en busca de códigos de falla. Luego de un par de minutos tendremos la siguiente pantalla.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.27** Pantalla de información de DTC presentes.

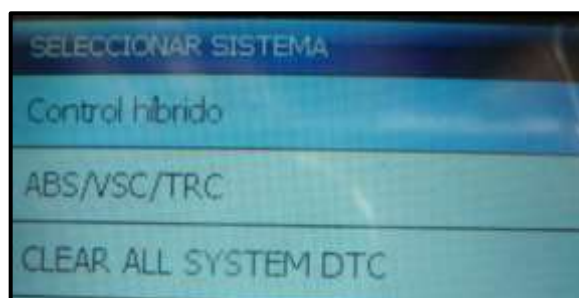
Luego de presionar OK, aparecerá una tabla que ocupa varias pantallas, en esta se muestran la existencia o no de DTC's en cada sistema.

Nombre del Componente	Valor	Unidad
Motor y ECT (Transmisión Electrónica)	[OK]	
Control híbrido	[NOT OK]	
ABS/VSC/TRC	[NOT OK]	
EMPS (Dirección asistida por motor eléctrico)	[OK]	
Airbag SRS	[OK]	
Entrada y Arranque	[OK]	
Control fuente potencia	[OK]	

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.28** Pantalla de información de la presencia o no de DTC's

Al presionar detalles aparecerá otra pantalla donde nos dará a elegir entre borrar todos los DTC's y ver los DTC's década sistema que los tenga. En este caso primero seleccionaremos "CONTROL HÍBRIDO".



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.29** Pantalla de selección de sistema para visualizar DTC's.

Dentro del control híbrido apreciamos los siguientes códigos de falla:

Códigos de Error		
Código de Error	Descripción del Código de Error	Estado
P0A0D	Sistema de alta tensión circuito de interbloqueo o alto	
P0A7F	Deterioro del paquete de la batería híbrida	

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.30** Códigos de falla presentes en el sistema de control híbrido.

Igualmente al ingresar al sistema del ABS/VSC/TRC, podemos advertir que el código generado también tiene cierta relación con el sistema de la batería, entonces bien podría ser generado por la misma causa.

Códigos de Error		
Código de Error	Descripción del Código de Error	Estado
C1259	Avería regenerativa del sistema de control HV	

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.31** Códigos presentes en el sistema del ABS/VSC/TRC.

### 5.3 EXTRACCIÓN DE CÓDIGOS.

Con el avance tecnológico de los vehículos, la cantidad de cables del motor y la tecnología propia de los vehículos híbridos, es muy complicado determinar una falla eléctrica o electrónica sin contar con los instrumentos y la información adecuados.

Con el fin de conocer los fallos más comunes se utilizará el scanner LAUNCH, simulando fallas en los diferentes sensores que monitoreará El ECM para así investigar los códigos que se generen.

**Tabla 5-8** Lista de códigos de falla (DTC), posibles causas y acciones tomadas por el vehículo.

DTC No.	Elemento de detección	Área de Problema	MIL	Luz Maestra de Advertencia	Advertencia	Memoria
P0560	Sistema de voltaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnés de cables o conector.</li> <li>• Fusible HEV</li> <li>• ECU de la Batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
P0A1F	Módulo de control de energía de la batería.	ECU de la Batería	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
P0A7F	Deterioro de los pack de la batería del Híbrido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de Alto voltaje.</li> <li>• ECU de la Batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
P0A80	Reemplace el pack de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de Alto voltaje.</li> <li>• ECU de la Batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
P0A81	Ventilador de enfriamiento 1 de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte del conducto de ventilación (motor controlado del ventilador)</li> <li>• ECU de la Batería</li> </ul>	-	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
P0A82	Rendimiento u atascamiento en OFF del Ventilador de enfriamiento de los packs 1 de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parte del conducto de ventilación.</li> <li>• Parte del conducto de ventilación N° 2</li> <li>• Interior de Parte del conducto de ventilación N° 2</li> <li>• Interior del</li> </ul>	-	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado

		<p>ducto de ventilación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilador de la batería.</li> <li>• ECU de la Batería</li> </ul>				
<b>P0A84</b>	Circuito de control bajo del Ventilador de enfriamiento de los packs 1 de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo de cables o el conector.</li> <li>• Fusible del Ventilador de la Batería</li> <li>• Relé del ventilador N° 1 de la batería.</li> <li>• Ventilador de la batería.</li> <li>• Parte del conducto de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería).</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>	-	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0A85</b>	Circuito de control alto del Ventilador de enfriamiento de los packs 1 de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo de cables o el conector.</li> <li>• Fusible del Ventilador de la Batería</li> <li>• Relé del ventilador N° 1 de la batería.</li> <li>• Ventilador de la batería.</li> <li>• Parte del conducto de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería).</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>	-	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0A95</b>	Fusible de Alto voltaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusible de alto voltaje.</li> </ul>	-	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apriete del plug de servicio.</li> <li>• Plug de la batería.</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>				
<b>P0A9C</b>	Sensor de temperatura "A" de la batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura de la batería)</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0A9D</b>	Circuito bajo del Sensor de temperatura "A" de la batería híbrida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura de la batería)</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0A9E</b>	Circuito alto del Sensor de temperatura "A" de la batería híbrida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura de la batería)</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0AAC</b>	Sensor "A" del circuito de temperatura del aire del Pack de batería híbrido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de la entrada de aire)</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0ABF</b>	Circuito del Sensor de corriente del pack de batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (maso de cables o conector)</li> <li>• Sensor de corriente de la batería.</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0AC0</b>	Rango/ Desempeño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado

	del sensor de corriente del pack de batería híbrida	<p>batería de alto voltaje (maso de cables o conector)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor de corriente de la batería.</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>				
<b>P0AC1</b>	Baja señal del sensor de corriente del pack de batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (maso de cables o conector)</li> <li>• Sensor de corriente de la batería.</li> </ul> <p>ECU de la batería</p>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0AC2</b>	Alta señal del sensor de corriente del pack de batería híbrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (maso de cables o conector)</li> <li>• Sensor de corriente de la batería.</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P0AFA</b>	Voltaje bajo del sistema de la batería híbrida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3011</b>	Bloque 1 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3012</b>	Bloque 2 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3013</b>	Bloque 3 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3014</b>	Bloque 4 de la batería se	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado

	torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>				
<b>P3015</b>	Bloque 5 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3016</b>	Bloque 6 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3017</b>	Bloque 7 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3018</b>	Bloque 8 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3019</b>	Bloque 9 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3020</b>	Bloque 10 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3021</b>	Bloque 11 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3022</b>	Bloque 12 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3023</b>	Bloque 13 de la batería se torna débil.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li> <li>• ECU de la batería</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>P3024</b>	Bloque 14 de la batería se	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensamble de la</li> </ul>	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado



	torna débil.	batería de alto voltaje • ECU de la batería				
<b>U0100</b>	Perdida de comunicación con la ECM/PCM "A"	Sistema de comunicación CAN	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado
<b>U0293</b>	Perdida de comunicación con la ECU de Alto Voltaje	Sistema de comunicación CAN	ON	ON	Sistema Alto Voltaje	DTC guardado

**Fuente:** Luis Espinosa

## **5.4 MONITOREO Y PROCEDIMIENTO PARA SOLUCIÓN DE CÓDIGOS.**

Para poder comprobar los elementos electrónicos de la batería como son el ventilador de la batería, los relevadores y la ECU de la batería, debemos conocer cómo están conectados y la conexión de cada uno de los alambres de las diferentes partes y componentes de estos sub sistemas.

Por ello es necesario poseer los diagramas de conexión, y su pinnado para de esta forma poder brindar el diagnóstico correcto. Cabe destacar que estos diagramas varían de modelo a modelo y de generación en generación de un mismo modelo.

### **5.4.1 CÓDIGO P0560 VOLTAJE DEL SISTEMA**

#### **a. DESCRIPCIÓN**

La energía de la batería está siendo constantemente suministrada al terminal AM de la ECU de batería para el propósito de mantener los DTC y los datos del "freeze frame" en la memoria. Esta tensión se suministra como una copia de seguridad incluso si el interruptor está apagado.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-9 DTC P0560**

<b>DTC</b>	<b>CONDICIÓN DE DETECCIÓN</b>	<b>ÁREA DE PROBLEMA</b>
P0560	Abierto en el sistema de alimentación auxiliar mientras la energía de la batería es entregada al terminal IGCT (detección lógica en 1 viaje)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arnés de cables o conector.</li><li>• Fusible HEV</li><li>• ECU de la batería</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

**c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

Si han pasado uno o más segundos con un voltaje de 1 V o menos en el terminal AM de la ECU de la batería, esta determinará que un mal funcionamiento ha ocurrido en la fuente de respaldo del sistema, iluminará la MIL y guardará el DTC.

El voltaje normal del sistema auxiliar de voltaje de la batería es de 9 a 14 voltios.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.32** Terminal AM de la ECU de la batería.

**d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

**Chequeo del Fusible HEV.**

Remueva el fusible del bloque de relés en el compartimiento del motor, mida la resistencia que normalmente debe ser menor de 1 ohm. Reinstale el fusible HEV.

En caso de falla vaya al paso 3.

En caso de que esté bien vaya al siguiente paso.

### **Chequeo del arnés de alambre (ECU de la batería – Batería auxiliar).**

Desconecte el negativo de la batería de accesorios (12 V), desconecte el positivo de la batería de accesorios, remueva el fusible HEV del bloque de relés en el compartimiento del motor, desconecte el conector B11 de la ECU de la batería. Mida la resistencia del lado del conector del arnés.

**Tabla 5-10** Resistencia específica de los terminales.

<b>Conexión del multímetro</b>	<b>Condición específica</b>
B11-1 (AM) – HEV terminal 2 del fusible	Menor de 1 ohmio.
Fusible del terminal 1 HEV – terminal positivo de la batería auxiliar.	Menor de 1 ohmio.

**Fuente:** Luis Espinosa.

Luego reconecte el conector a la ECU de la batería, reinstale el fusible HEV, el terminal positivo y finalmente el negativo de la batería de accesorios.

En caso de falla repare o reemplace el arnés o el conector.

En caso de que esté bien chequee y repare la conexión del conector.

### **Chequee el arnés de cables (ECU de la batería- Fusible HEV).**

Desconecte el conector B11 de la ECU de la batería, remueva el fusible HEV del bloque de relés en el compartimiento del motor y mida la resistencia del arnés de cables en el lado del conector.

**Tabla 5-11** Medición entre en conector B11 y la masa de carrocería

<b>Conexión del multímetro</b>	<b>Condición específica</b>
B11-1 (AM) o el terminal 2 del fusible HEV – masa de la carrocería	10 kΩ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reconecte el conector a la ECU de la batería y reinstale el fusible HEV.

En caso de falla después de reparar o reemplazar el arnés y el conector, reemplace el fusible HEV.

En caso de que esté bien reemplace el fusible (HEV).

#### **5.4.2 CÓDIGO P0A1F MÓDULO DE CONTROL DE ENERGÍA DE LA BATERÍA**

##### **a. DESCRIPCIÓN**

Con el propósito de calcular el SOC (estado de carga) de la batería de alto voltaje y garantizar la seguridad en caso de un fallo de funcionamiento en el conjunto de esta batería, la ECU de batería proporciona las siguientes funciones de control:

##### **Cálculo del estado de carga.**

La ECU calcula el estado de carga de la batería mediante la estimación de la carga y descarga de amperaje y seguimiento de otros valores.

##### **Control del ventilador de refrigeración.**

La ECU de la batería controla el ventilador la batería con el fin de proteger el conjunto de la batería del calor que se genera durante la carga y descarga. Al mantener una temperatura estable, que promueve el funcionamiento eficaz del conjunto de la batería de alto voltaje.

##### **Conjunto de monitoreo del funcionamiento defectuoso de la batería de alto voltaje.**

Si la ECU de batería detecta un mal funcionamiento, protege el conjunto de la batería al limitar o detener la carga o descarga de la batería de acuerdo con la temperatura o la tensión del conjunto de la batería.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-12 DTC P0A1F**

<b>DTC</b>	<b>CONDICIÓN DE DETECCIÓN</b>	<b>ÁREA DE PROBLEMA</b>
P0A1F	Error interno de la ECU de la batería (detección lógica en un viaje)	ECU de la batería

**Fuente:** Luis Espinosa.

**c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

Si la ECU de la batería detecta un malfuncionamiento interno de sí misma, esta ilumina el MIL y guarda un DTC.

**d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

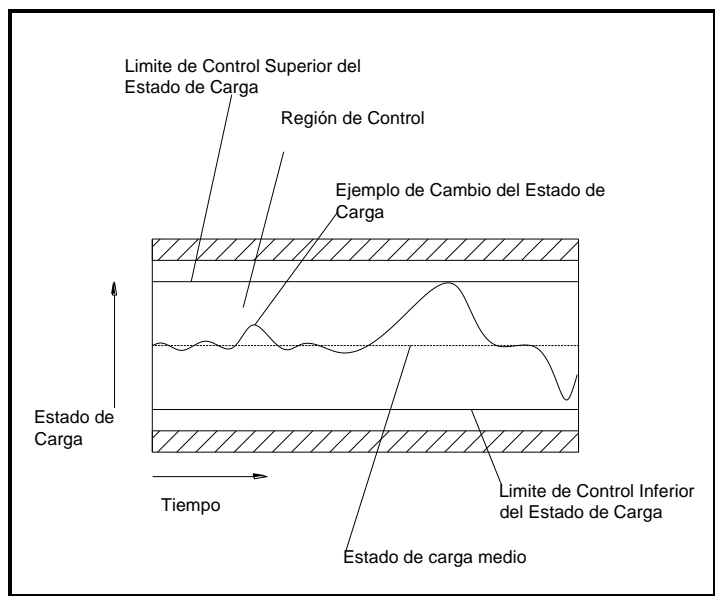
Reemplace la ECU de la batería.

**5.4.3 CÓDIGO P0A7F DETERIORO DEL PAQUETE DE BATERÍA HÍBRIDA**

**a. DESCRIPCIÓN**

La ECU calcula el estado de carga (SOC) de la batería de alto voltaje mediante la estimación de la intensidad de corriente que fluye a la batería y monitoreando otros valores.

La ECU envía el SOC de la batería calculada a la centralita de control del vehículo híbrido. La ECU del control del vehículo híbrido carga y descarga de la batería dependiendo de los patrones de conducción basado en la información enviada por la ECU de la batería.



Fuente: Luis Espinosa

Figura 5.33 Estado de carga (SOC) normal.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

Tabla 5-13 Condición de detección del DTC P0A7F

DTC	CONDICIÓN DE DETECCIÓN	ÁREA DEL PROBLEMA
P0A7F	Cuando alguna de las condiciones siguientes es encontrada: <ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia de la batería de alto voltaje es mayor que el estándar (detección lógica en 1 viaje)</li> <li>Cuando la diferencia de voltaje entre los módulos de la batería excede el valor especificado (detección lógica en 2 viajes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensamble de la batería de alto voltaje.</li> <li>ECU de la batería.</li> </ul>

Fuente: Luis Espinosa.

**c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

La ECU de la batería calcula la resistencia de la batería de alto voltaje a través del voltaje y el amperaje, usa esa resistencia para determinar el grado de deterioro. Si la ECU detecta que la resistencia ha excedido el estándar, esto determina que ha ocurrido un malfuncionamiento. En adición, la ECU de la batería monitorea el estado de carga, si la diferencia entre el máximo y el mínimo excede el estándar, también determina que un malfuncionamiento ha ocurrido. Cuando

cualquiera de las condiciones de malfuncionamiento es encontrada, la ECU de la batería ilumina la luz MIL y establece un DTC.

#### d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

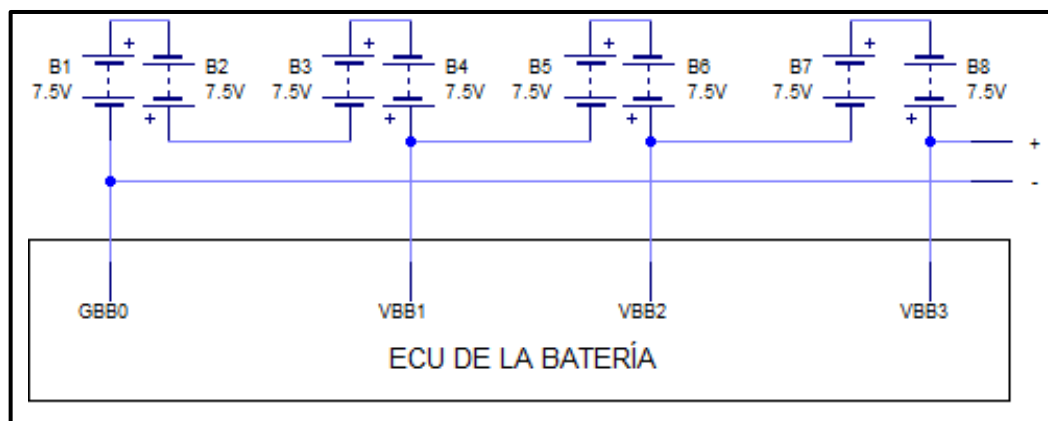
**Lea los códigos de fallo.**

Para esto conecte el scanner al vehículo y proceda a leer los códigos de fallo. Si el resultado de esto es la presencia del código P0A1F junto con el código analizado, entonces reemplace la ECU de la batería, caso contrario reemplace o repare el ensamble de packs de la batería de alto voltaje.

#### 5.4.4 DTC P0A80 REEMPLACE EL PACK DE BATERÍAS HÍBRIDAS.

##### a. DESCRIPCIÓN

La ECU de la batería, que monitorea el voltaje de cada par de packs de baterías como un solo bloque, esto lo hace con el total de los 14 pares de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.34** Identificación del voltaje de cada par de packs.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-14** Condición de detección del DTC P0A80

<b>DTC</b>	<b>CONDICIÓN DE DETECCIÓN</b>	<b>ÁREA DEL PROBLEMA</b>
P0A80	La diferencia de voltaje entre los packs de baterías es mayor que el estándar. (detección lógica a los 2 viajes)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería de alto voltaje</li><li>• ECU de la batería</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

**c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

La ECU de la batería, que monitorea el voltaje de los diferentes bloques de baterías determina que un malfuncionamiento está ocurriendo cuando la diferencia de voltajes entre los bloques de batería excede el estándar. Cuando el malfuncionamiento es detectado, la ECU de la batería ilumina la MIL y establece un DTC.

**d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

**Lea los códigos de fallo.**

Para esto conecte el scanner al vehículo y proceda a leer los códigos de fallo. Si el resultado de esto es la presencia del código P0A1F junto con el código analizado, entonces vaya a la TABLA DE DTC, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Revise de la ECU de la batería**

Para esto conecte el scanner al conector DLC del vehículo, encienda el vehículo, ingrese a la lista de datos dentro del sistema de control híbrido, revise el voltaje de los bloques de batería. A continuación, caliente el motor y apague el aire acondicionado. Presione el pedal del freno con su pie izquierdo, coloque la palanca en D. grabe cada voltaje de la batería (V 1 al V 14 de los bloques de batería) presionando completamente el pedal del acelerador y compare los grupos pares e impares in cada combinación dada en la siguiente tabla.



**Tabla 5-15** Número de referencia de cada bloque de baterías.

<b>GRUPO IMPAR</b>	<b>GRUPO PAR</b>	<b>BLOQUES DE BATERÍA A SER COMPARADOS</b>
BLOQUE DE BATERÍAS V 1	BLOQUE DE BATERÍAS V 2	BLOQUE DE BATERÍAS 1- BLOQUE DE BATERÍAS 2
BLOQUE DE BATERÍAS V 3	BLOQUE DE BATERÍAS V 4	BLOQUE DE BATERÍAS 3- BLOQUE DE BATERÍAS 4
BLOQUE DE BATERÍAS V 5	BLOQUE DE BATERÍAS V 6	BLOQUE DE BATERÍAS 5- BLOQUE DE BATERÍAS 6
BLOQUE DE BATERÍAS V 7	BLOQUE DE BATERÍAS V 8	BLOQUE DE BATERÍAS 7- BLOQUE DE BATERÍAS 8
BLOQUE DE BATERÍAS V 9	BLOQUE DE BATERÍAS V 10	BLOQUE DE BATERÍAS 9- BLOQUE DE BATERÍAS 10
BLOQUE DE BATERÍAS V 11	BLOQUE DE BATERÍAS V 12	BLOQUE DE BATERÍAS 11- BLOQUE DE BATERÍAS 12
BLOQUE DE BATERÍAS V 13	BLOQUE DE BATERÍAS V 14	BLOQUE DE BATERÍAS 13- BLOQUE DE BATERÍAS 14

**Fuente:** Luis Espinosa.

Revise que la diferencia de voltaje es 0.3 V o más. Si la diferencia es menor de, reemplace la unidad inteligente de la batería. Si es igual o mayor de, repare o reemplace el ensamble de batería.

#### **5.4.5 DTC P0A81 VENTILADOR 1 DEL PAQUETE DE LAS BATERÍAS.**

##### **a. DESCRIPCIÓN**

Refiérase al DTC P0A84.

##### **b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-16** Condición de detección del DTC P0A81

<b>DTC</b>	<b>CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC</b>	<b>ÁREA DEL PROBLEMA</b>
P0A81	Voltaje del motor está fuera de rango en proporción al control del voltaje objetivo. (detección lógica en 1 viaje)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de ventilación (controlado por el motor del ventilador).</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

### c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

#### Conecte el scanner.

Al puerto DLC y proceda a leer los códigos de fallo. Proceda según la siguiente tabla dependiendo de los códigos arrojados.

**Tabla 5-17** Procedimientos del DTC P0A81

<b>Códigos DTC Arrojados</b>	<b>Proceder</b>
P0A81	Continuar con el siguiente paso.
P0A81 y P0A1F	Reemplace la ECU de la Batería.
P0A81 y P0A84	Vaya a la tabla del DTC P0A84.

**Fuente:** Luis Espinosa.

#### Reemplace el sistema de ventilación.

Luego borre los códigos DTC presentes y realice un recorrido para comprobar que el problema haya sido solucionado.

#### Lea los códigos DTC.

En caso de que el código P0A81 sea presentado otra vez, reemplace la ECU de la batería, caso contrario el sistema se encuentra en buenas condiciones.

### 5.4.6 DTC P0A82 DESEMPEÑO DEL VENTILADOR DEL SISTEMA DE BATERÍAS HÍBRIDAS

#### a. DESCRIPCIÓN

El aire fluye dentro de la toma ubicada a la derecha del asiento posterior y viaja a través de un ducto de admisión hasta el ventilador de la batería, en el lado derecho de la cajuela, después el aire frío viaja a través de un ducto y fluye al ensamble de la batería de alto voltaje.

El aire fluye entre los packs de baterías. Después de que han enfriados los módulos, es descargado del sistema hacia fuera del vehículo.

El aire sale a través de un ducto al lado derecho de la batería y es descargado dentro de la cabina como también como afuera del vehículo. La ECU de la batería usa sensores de temperatura de la batería para detectar la temperatura del ensamble de la batería. Basada en los resultados de esta detección, la ECU de la batería controla el ventilador de la batería, encendiéndolo cuando la temperatura de la batería alcanza un nivel predeterminado.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-18** Condición de detección del DTC P0A82

<b>DTC</b>	<b>CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC</b>	<b>ÁREA DEL PROBLEMA</b>
P0A82	Diferencia estimada basada en el rendimiento del ventilador de la batería y la actual temperatura es excesiva (detección lógica en 2 viajes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ductos de ventilación.</li> <li>• Ventilador de la batería.</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

**c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

**Lea los códigos DTC.**

Si el código P0A1F es mostrado, reemplace la ECU de la batería, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Revise el ducto y el ventilador.**

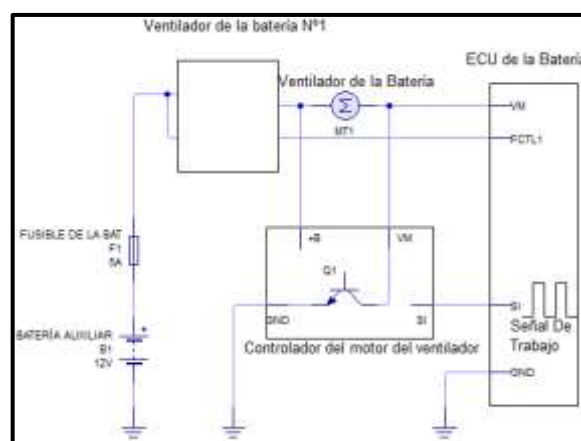
Revise que no tengan daños o estén desconectados. También revise que no estén corroídos con sustancias extrañas los ductos de ventilación y el ventilador de la batería. En caso de encontrarse sustancias extrañas, remuévalas o reemplace las partes afectadas. Caso contrario reemplace la ECU de la batería.

## 5.4.7 DTC P0A84; DTC P0A85 CIRCUITO DE CONTROL DEL VENTILADOR DE LOS PACK DE BATERÍAS

### a. DESCRIPCIÓN

El regulador del motor regula el voltaje del ventilador de la batería. Este controlador tiene unas aletas de aluminio. El aire que sale del ensamble de la batería que fluye a través del ducto de ventilación enfría el regulador del motor que está instalado en esa parte del ducto.

La corriente fluye del terminal FCTL1 de la ECU de la batería a la bobina del relé del ventilador de la batería, el contacto del relé se cierra y la energía es entregada al ventilador de la batería. Cuando la señal de activación es transmitida desde la ECU de la batería, el regulador del motor del ventilador ajusta el voltaje (VM) que es aplicado al ventilador de la batería para obtener la velocidad del ventilador solicitada. El voltaje ajustado es también transmitido al terminal VM de la ECU de la batería en forma de señal de monitoreo. El regulador del motor del ventilador corrige el voltaje del motor del ventilador al monitorear el voltaje del terminal B+ del ventilador de la batería.



Fuente: Luis Espinosa

Figura 5.35 Diagrama de conexión del ventilador de la batería de alto Voltaje.

**b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA**

**Tabla 5-19** Códigos de fallo del ventilador de la batería de alto voltaje

Nº DTC	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC	ÁREA DE PROBLEMA
P0A84	Voltaje del ventilador de la batería es inferior que el umbral de un mal funcionamiento del vehículo a velocidad constante. Ventilador de la batería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo de cables o el conector.</li> <li>• Fusible del Ventilador de la Batería</li> <li>• Relé del ventilador N ° 1 de la batería.</li> <li>• Parte del conducto de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería).</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>
P0A85	Voltaje del ventilador de la batería es superior que el límite de malfuncionamiento a velocidad constante del vehículo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mazo de cables o el conector.</li> <li>• Fusible del Ventilador de la Batería</li> <li>• Relé del ventilador N ° 1 de la Batería.</li> <li>• Parte del conducto de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería).</li> <li>• ECU de la batería.</li> </ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

**c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

**Chequear el ventilador de la batería,** desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, ponga el switch de ignición en ON (IG) y mida el voltaje de lado del arnés del conector.

**Tabla 5-20** Voltaje standard del ventilador de la batería.

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO
B9-2 – Tierra de la carrocería	10 a 14 V

**Fuente:** Luis Espinosa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.36** Conector B9 del arnés que se conecta al ventilador de la Batería de Alto Voltaje.

### **En caso de falla.**

Chequear el Fusible del Ventilador de la batería (BATT FAN) como se detalla más adelante. Caso contrario continúe con el siguiente paso.

### **Inspeccionar el ventilador de la batería.**

Desconecte el conector del Ventilador de la Batería (B9), conecte el terminal positivo de la batería (+12 v) al terminal 2 del conector del ventilador de la batería de Alto Voltaje, y el negativo de la batería al terminal 1 del conector, chequee que el Ventilador del Ventilador rote cuando el voltaje es aplicado.



**Fuente:** Luis Espinosa

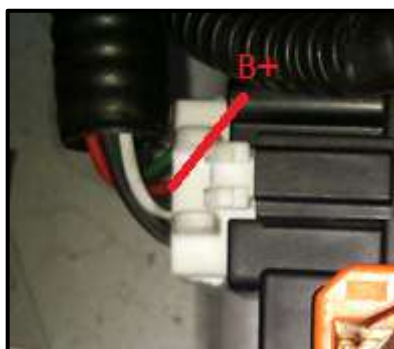
**Figura 5.37** Conector B9 del Ventilador de la Batería de Alto Voltaje.

### **En caso de falla.**

Reemplace el ventilador de la batería, caso contrario continúe con el siguiente procedimiento.

### **Chequeo del Arnés de Cables (Ventilador de la Batería - Controlador del ventilador de la Batería).**

Desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería, mida la resistencia del arnés de cables en el lado de los conectores.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.38** Pin 3 (+B) del conector B10

**Tabla 5-21** Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B9-2 – B10-3 (+B)	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reconecte el conector del ventilador de la batería y reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repáre o reemplace el arnés o el conector caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del Arnés de Cables (Ventilador de la Batería – ECU de la Batería).**

Desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, desconecte el conector B11 de la ECU de la batería y mida la resistencia del arnés de cables en el lado de los conectores.

**Tabla 5-22** Resistencia estándar entre los conectores B9 y B11

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B9-1 – B11-9 (VM)	Bajo 1 $\Omega$
B9-1 o B11-9 (VM) – Masa de chasis	10 k $\Omega$ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reconecte el conector del ventilador de la batería y reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repáre o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del arnés de cables (ventilador de la batería-controlador del ventilador de la batería).**

Desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería y mida la resistencia del arnés de cables en el lado de los conectores.

**Tabla 5-23** Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B9-1 – B10-4 (VM)	Menos de 1 $\Omega$
B9-1 o B10-4 (VM) – masa de carrocería y otras terminales.	10 k $\Omega$ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.39** Pin 4 (VM) del conector B10

Reconecte el conector del ventilador de la batería y reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería.



**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

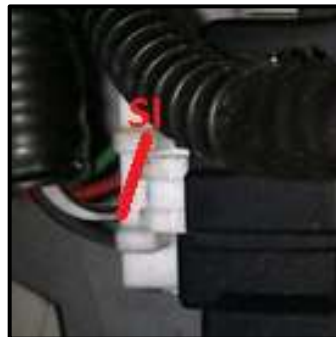
**Chequeo del arnés de cables (controlador del motor del ventilador de la batería - ECU de la batería).**

Desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería, desconecte el conector B11 de la ECU de la batería y mida la resistencia del arnés de cables en el lado de los conectores.

**Tabla 5-24** Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B10-2 (SI) – B11-24 (SI)	Menor a 1 $\Omega$
B10-2 (SI) o B11-24 (SI) – Masa de la carrocería y otras terminales	10 k $\Omega$ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.40** Conector B10

Reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería y reconecte el conector de la ECU de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del arnés de cables (controlador del motor del ventilador de la batería – masa de carrocería).**

Desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería, mida la resistencia del arnés de cables en el lado de los conectores.

**Tabla 5-25** Resistencia estándar entre los conectores B9 y B10

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B10-1 (GND) – Masa de chasis	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.41** Pin 1 (GND) del conector B9

Reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

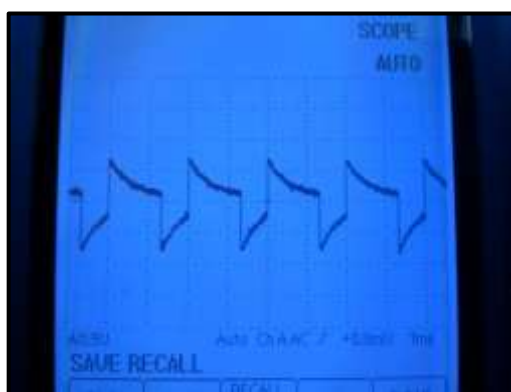
**Test activo usando SCANNER (velocidad del ventilador).**

Conecte el scanner al conector DLC 3, encienda el vehículo (presione el botón ON), encienda el scanner e ingrese a la parte de test activo, seleccione velocidad del ventilador de enfriamiento “modo 1”, conecte un osciloscopio entre los terminales de la ECU de la batería especificados en la siguiente tabla, y mida la forma de la onda.

**Tabla 5-26** Pines, calibraciones y condiciones para la medición

ÍTEM	CONTENIDO
Símbolos (Nº de terminal)	SI (B11-24) – GND (B11-12)
Calibración de la herramienta	1 V/Div., 50 µseg/Div.
Condición	Con el vehículo detenido.

**Fuente:** Luis Espinosa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.42** Forma de onda (Señal de activación del motor del ventilador de la batería).

**Tabla 5-27** Ancho de pulso en bajo y en alto.

MODO	A	B
1	44.4 µseg	155.6 µseg

**Fuente:** Luis Espinosa.

La amplitud de A y B en el diagrama varía por el modo.

**Tabla 5-28** Resultados del test activo N° 1

RESULTADO	PROCEDIMIENTO
Normal	A
Forma de onda es plana, y se queda en el lado de tierra (GND)	B
Forma de onda es plana, y se queda en el lado del voltaje B+	C

**Fuente:** Luis Espinosa.

Si el resultado fue **C** entonces reemplace la ECU de la batería, si el resultado fue **B** revise la ECU de la batería (Terminal SI) o si el resultado fue **A** continúe con el siguiente paso.

### Test activo usando SCANNER (velocidad del ventilador).

Conecte el scanner al conector DLC 3, encienda el vehículo (presione el botón ON), encienda el scanner, ingrese al vehículo, seleccione test activo, Cooling Fan SPD (mode 1) o Cooling Fan SPD (mode 6), entre a los siguientes menús: All Data / VMF Fan Voltage, realice el test activo de la velocidad del ventilador del enfriador “modo 1” o “modo 6”, lea la fluctuación media del voltaje de los valores de voltaje del ventilador.

**Tabla 5-29** Voltaje estándar del ventilador del enfriador

TEST ACTIVO VELOCIDAD DEL VENTILADOR	CONDICIÓN ESPECÍFICA
Modo 1	10 a 14 V
Modo 6	2 a 6 V

**Fuente:** Luis Espinosa.

Mida el voltaje entre los terminales de la ECU de la batería mientras funciona la Velocidad del Ventilador de enfriamiento (modo 1 o modo 6).

**Tabla 5-30** Voltajes entre los pines 9 y 11 del conector B11 con el ventilador funcionando.

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	TEST ACTIVO DE VELOCIDAD DEL VENTILADOR DEL ENFRIADOR	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B11-9 (VM) – B11-12 (GND)	Modo 1	10 a 14 V
B11-9 (VM) – B11-12 (GND)	Modo 6	2 a 6 V

**Fuente:** Luis Espinosa.

**Tabla 5-31** Resultados del Test Activo N° 1

RESULTADO		PROCEDA A
LISTA DE DATOS DEL VOLTAJE DEL VENTILADOR	VOLTAJE DEL TERMINAL VM DE LA ECU DE LA BATERÍA	
OK	OK	A
NG	OK	B
NG	NG	C

**Fuente:** Luis Espinosa.

Si el resultado fue **C** entonces reemplace el tubo de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería), si el resultado fue **B** reemplace la ECU de la batería y si el resultado fue **A** reemplace el relé N° 1 del ventilador de la batería.

### **Chequear el fusible (ventilador de la batería).**

Remueva el fusible del ventilador de la batería del bloque de relés en el compartimiento del motor.

Mida la resistencia del fusible del ventilador de la batería que debe ser menor de 1  $\Omega$ . Reinstale el fusible del ventilador de la batería.

### **En caso de falla.**

Chequee el arnés de cables (relé del ventilador de la batería – fusible del ventilador de la batería), caso contrario continúe con el siguiente paso.

### **Inspeccionar el relé No. 1 del ventilador.**

Remueva el relé N° 1 del ventilador de la batería.

Mida la resistencia de los terminales del relé.

**Tabla 5-32** Pruebas del relé del ventilador de la batería

<b>CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO</b>	<b>CONDICIÓN ESPECÍFICA</b>
1 -2	Menor a 1 $\Omega$
3 -5	10 k $\Omega$ o mayor
3 -5 (aplique voltaje a las terminales 1 y 2)	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reinstale el relé N° 1 del ventilador de la batería

### **En caso de falla.**

Reemplace el Relé N° 1 del Ventilador de la batería, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del arnés de cables (relé del ventilador de la batería No. 1– fusible del ventilador de la batería).**

Remueva el relé B14 N° 1 del ventilador de la batería, remueva el fusible del ventilador de la batería del bloque de relés del vano motor y mida la resistencia del lado del conector del arnés de cables.

**Tabla 5-33** Medición de fusible del conector B14 en el arnés

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
BB14-1 Y 3 – Terminal 2 del fusible del Ventilador de la batería	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.

Cuando se mida con el multímetro, no aplique fuerza excesiva a las puntas del multímetro para evitar dañar el contenedor.

Reinstale el ventilador del relé N° 1, reinstale el fusible del ventilador de la batería.

**En caso de falla**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del Arnés de Cables (Relé del Ventilador de la Batería No. 1 – Ventilador de la Batería).**

Remueva el relé N° 1 del conector B14 del ventilador de la batería, desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, mida la resistencia del arnés de cables del lado del conector.

**Tabla 5-34** Resistencia del relé del ventilador B14 al ventilador de la batería B9

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B14-5 – B9-2	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.

Cuando se mida con el multímetro, no aplique fuerza excesiva a las puntas del multímetro para evitar dañar el contenedor.

Reinstale el relé del ventilador de la batería, reconecte el ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del Arnés de Cables (Relé del Ventilador de la Batería No. 1– Batería de la ECU).**

Remueva el relé N° 1 del conector B14 del ventilador de la batería, desconecte el conector B11 de la ECU de la batería y mida la resistencia del arnés de cables del lado del conector.

**Tabla 5-35** Resistencia entre el relé N° 1 del conector B14 y el conector de la ECU de la batería B11

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B14-2 – B11-10 (FCTL1)	Menor a 1 $\Omega$
B14-2 o B11-10 (FCTL1) – Masa de chasis.	10 k $\Omega$ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.

Cuando se mida con el multímetro, no aplique fuerza excesiva a las puntas del multímetro para evitar dañar el contenedor.

Reinstale el relé N° 1 del ventilador de la batería y reconecte el conector de la ECU de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector, caso contrario reemplace el relé del ventilador de la batería.

### **Chequeo de la ECU de la batería (terminal SI).**

Desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería, mida la resistencia de los terminales de la ECU de la batería.

**Tabla 5-36** Medición de resistencia en el conector de la ECU de batería

<b>CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO</b>	<b>CONDICIÓN ESPECÍFICA</b>
B11-24 (SI) – B11-12 (GND)	1 kΩ o mayor

**Fuente:** Luis Espinosa.

### **En caso de falla.**

Repare o reemplace la ECU de la batería, caso contrario reemplace el tubo de ventilación (controlador del motor del ventilador de la batería).

### **Chequeo del arnés de cables (relé del ventilador de la batería No. 1 – fusible del ventilador de la batería).**

Remueva el relé del conector B14 del ventilador de la batería y remueva el fusible del ventilador de la batería del compartimiento de relés del vano motor, mida la resistencia del arnés de cables en el lado del conector.

**Tabla 5-37** Medición de la resistencia del arnés de cables entre el relé del ventilador de la batería y el fusible del ventilador de la batería.

<b>CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO</b>	<b>CONDICIÓN ESPECÍFICA</b>
B14-3 o terminal 2 del fusible del ventilador de la batería – Masa de carrocería.	10 kΩ o mayor.

**Fuente:** Luis Espinosa.

Cuando se mida con el multímetro, no aplique fuerza excesiva a las puntas del multímetro para evitar dañar el contenedor.



Reinstale el relé del ventilador de la batería y reinstale el fusible del ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector y reemplace el fusible (ventilador de la batería), caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del arnés de cables (relé del ventilador de la batería No. 1 – ventilador de la batería).**

Remueva el relé del conector B14 del ventilador de la batería, desconecte el conector B9 del ventilador de la batería, desconecte el conector B10 del controlador del motor del ventilador de la batería y mida la resistencia del arnés de cables del lado del conector.

**Tabla 5-38** Medición de los conectores: B14 del relé del ventilador de la batería, B9 del ventilador de la batería y B10 del controlador del motor del ventilador de la batería.

CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO	CONDICIÓN ESPECÍFICA
B14-5, B9-2 o B10-3 (+B)	10 kΩ o mayor.

**Fuente:** Luis Espinosa.

Cuando se mida con el multímetro, no aplique fuerza excesiva a las puntas del multímetro para evitar dañar el contenedor.

Reinstale el relé del ventilador de la batería, reconecte el conector del ventilador de la batería y reconecte el conector del controlador del motor del ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector y reemplace el fusible (ventilador de la batería). Caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Chequeo del arnés de cables (relé del ventilador de la batería No. 1 – ECU de la batería).**

Remueva el relé del conector B14 del ventilador de la batería y desconecte el conector B11 de la ECU de la batería. Mida la resistencia del arnés de cables del lado del conector.

**Tabla 5-39** Medición de la resistencia de los conectores B14 y B11 con la masa de carrocería

<b>CONEXIÓN DEL MULTÍMETRO</b>	<b>CONDICIÓN ESPECÍFICA</b>
B14-1, B14-3 o B11-10 (FCTL1) – Masa de carrocería	10 kΩ o mayor.

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reinstale el relé del ventilador de la batería y reconecte el conector de la ECU de la batería.

**En caso de falla.**

Repare o reemplace el arnés o el conector y reemplace el fusible (ventilador de la batería). Caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Inspeccionar el ventilador de la batería.**

Chequee el ventilador de la batería.

**En caso de falla.**

Reemplace el ventilador de la batería. Caso contrario reemplace el tubo de ventilación (regulador del motor del ventilador de la batería).

#### 5.4.8 DTC P0A95 FUSIBLE DE ALTO VOLTAJE

##### a. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DE PROBLEMA

**Tabla 5-40** Condición de detección del DTC P0A95

DTC	CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC	ÁREA DEL PROBLEMA
P0A95	Voltaje entre los terminales VBB9 y VBB10 está bajo el estándar a pesar de que el interruptor está desconectado (detección lógica en un viaje).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fusible de alto voltaje.</li><li>• Jumper de seguridad.</li><li>• Socket de la batería.</li><li>• ECU de la batería.</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

##### b. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

###### Lea los códigos DTC.

Si el código DTC P0A1F es mostrado, reemplace la ECU de la batería, caso contrario prosiga con el siguiente paso.

###### Inspeccione el jumper de seguridad.

Para esto apague el vehículo y luego retire el jumper de seguridad. A continuación mida la resistencia interna del plug de servicio. Si la resistencia es menor a 1  $\Omega$  continúe con el siguiente paso, caso contrario inspeccione el fusible de alto voltaje.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.43** Medición de resistencia del jumper de seguridad.

### **Inspeccionar el conector del jumper de seguridad.**

Remover las cubiertas del ensamble, remueva los cables del conector del jumper de seguridad y mida la resistencia entre sus terminales.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.44** Cables del conector del jumper de seguridad.

La resistencia entre los terminales debe corresponder con la siguiente tabla.

**Tabla 5-41** Resistencia específica de los terminales de los cables del jumper de seguridad

<b>Conexión del multímetro</b>	<b>Condición específica</b>
A - C	Menor a 1 $\Omega$
B - D	Menor a 1 $\Omega$

**Fuente:** Luis Espinosa.

Reinstale el cableado del plug del jumper de la batería, reinstale las cubiertas que se retiraron. En caso de falla con las mediciones, reemplace el cableado del plug, caso contrario reemplace la ECU de la batería.

### **Inspeccione el fusible de alto voltaje.**

Primero remueva el fusible que se encuentra en el interior del plug de servicio, luego mida la resistencia del fusible, la resistencia estándar es de 1  $\Omega$ , en caso de no ser así, reemplace el fusible de alto voltaje, caso contrario reemplace todo el jumper de seguridad.

#### 5.4.9 DTC P0A9C; DTC P0A9D; DTC P0A9E CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA “A” DE LA BATERÍA HÍBRIDA

##### a. DESCRIPCIÓN

Existen 3 sensores de temperatura localizados sobre el ensamble de la batería híbrida. La resistencia de los termistores, que se encuentra en cada sensor de temperatura, varía de acuerdo a los cambios de temperatura del ensamble de la batería de alto voltaje. La menor temperatura de la batería tiene la mayor resistencia del termistor y la mayor temperatura la menor resistencia.

La ECU de la batería usa los sensores de temperatura de la batería para detectar la temperatura del ensamble de la batería de alto voltaje. Basada en los resultados de esta detección, la ECU de la batería controla el ventilador de la batería.

##### b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA

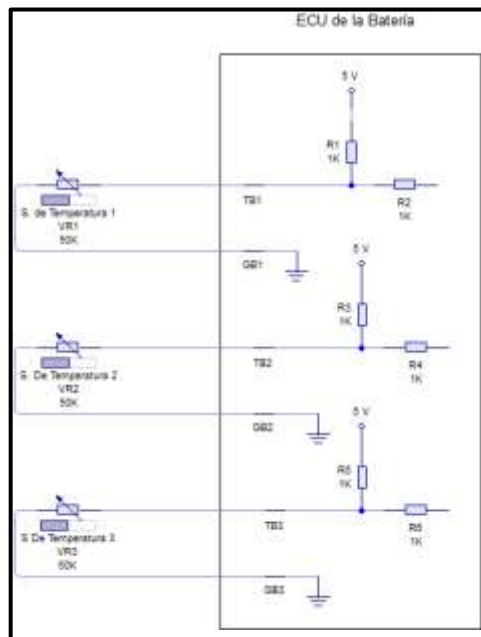
**Tabla 5-42** Condición de detección de los DTC P0A9C, P0A9D y P0A9E.

DTC	Condición de detección del DTC	Área del problema
P0A9C	Malfuncionamiento del sensor de temperatura de la batería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura)</li><li>• ECU de la batería</li></ul>
P0A9D	Baja resistencia en el sensor de temperatura de la batería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura)</li><li>• ECU de la batería</li></ul>
P0A9E	Alta resistencia en el sensor de temperatura de la batería	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura)</li><li>• ECU de la batería</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

##### c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

Si la temperatura indicada por los sensores de temperatura de la batería es menor al nivel estándar (abierto), o es mayor al nivel estándar (corto), la ECU de la batería interpreta un malfuncionamiento del sensor. Entonces encenderá la luz MIL y establecerá un DTC.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.45** Diagrama de conexión de los sensores de temperatura a la ECU de la batería.

La resistencia mínima del sensor de temperatura es de 1.108 k $\Omega$ , y la resistencia máxima es de 247.7 k $\Omega$ . Siendo su resistencia normal a 25° C de 9 a 11 k $\Omega$

#### d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

**Lea los códigos DTC presentes en el vehículo.**

Si el código P0A1F está presente entonces reemplace la ECU de la batería. Caso contrario continúe con el siguiente paso.

**Revise las conexiones del conector de los sensores de temperatura.**

Para esto apague en vehículo, remueva el jumper de seguridad y finalmente revise que el conector B13 de la ECU de la batería esté bien conectado, de no ser así conéctelo bien, caso contrario dado que los sensores de temperatura no se encuentran disponibles, se deberá reemplazar toda la batería.

## 5.4.10 DTC P0AAC CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE “A” DE LA BATERÍA HÍBRIDA

### a. DESCRIPCIÓN

El sensor de temperatura de aire de entrada está ubicado en el ensamble de la batería de alto voltaje. El valor de esta resistencia varía con los cambios de temperatura del aire. Las características de este sensor son las mismas que de los sensores de temperatura de la batería.

La ECU de la batería usa las señales del sensor de temperatura de aire para ajustar la velocidad del flujo de aire del ventilador de la batería.

### b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA

**Tabla 5-43** Condición de detección del DTC P0AAC

DTC	Condición de detección del DTC	Área del problema
P0AAC	La temperatura detectada por el sensor de temperatura de aire es menor que el estándar (abierto) o mayor que el estándar (corto) (detección lógica en 1 viaje)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería de alto voltaje (sensor de temperatura de aire)</li><li>• ECU de la batería</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

### c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

Si la temperatura indicada por el sensor de temperatura del aire es menor que el estándar (abierto) o mayor que el estándar (corto), la ECU de la batería determina que un malfuncionamiento ha ocurrido. Si la ECU detecta una temperatura anormal del aire, iluminará la luz MIL y guardará el DTC.

### d. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

**Lea los códigos DTC.**

Si el código P0A1F es desplegado, entonces cambie la ECU de la batería, caso contrario continúe con el siguiente paso.

### **Revisar las conexiones del sensor de temperatura del aire.**

Para esto apague en vehículo, remueva el jumper de seguridad y finalmente revise que el conector B13 de la ECU de la batería esté bien conectado, de no ser así conéctelo bien, caso contrario dado que los sensores de temperatura no se encuentran disponibles, se deberá reemplazar toda la batería.

### **5.4.11 DTC P0AFA VOLTAJE BAJO DEL SISTEMA DE BATERÍAS HÍBRIDAS**

#### **a. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA**

**Tabla 5-44** Condición de detección del DTC P0AFA

<b>DTC</b>	<b>Condición de detección del DTC</b>	<b>Área del problema</b>
P0AFA	Cuando cualquiera de las siguientes condiciones ocurra (detección lógica en 1 viaje) <ul style="list-style-type: none"><li>• Voltaje de un bloque de baterías este por debajo de 2 voltios</li><li>• Voltaje de todos los bloques de baterías sean de -24 a 2 voltios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uniones del ensamble de los bloques (placas)</li><li>• Módulo de placas N° 2 (placas y arnés de cables)</li><li>• ECU de la batería.</li></ul>

**Fuente:** Luis Espinosa.

#### **b. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

La ECU de la batería monitorea el voltaje de los bloques de la batería para detectar un malfuncionamiento en los sensores internos de voltaje de la ECU de la batería y el arnés de cables entre cada bloque de baterías y el rango específico de la ECU de la batería. Si el voltaje de uno de los bloques de baterías está bajo un nivel estándar o de todas las baterías esta con un rango específico, la ECU de la batería juzga que está abierto el circuito del sensor interno o el arnés de cables. Entonces la ECU de la batería ilumina la MIL y establece un DTC.



### **c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN**

#### **Lea los códigos DTC.**

Si el código P0A1F es desplegado, entonces cambie la ECU de la batería, caso contrario continúe con el siguiente paso.

#### **Lea los valores de los bloques de baterías con el scanner.**

Para esto ingrese a la lista de datos y seleccione todos los bloques de baterías. El voltaje estándar debe ser de 2 voltios o más. En caso de que sea así revise la conexión del conector del módulo de placas, caso contrario continúe con el siguiente paso.

#### **Revise el las uniones del ensamble de los bloques (módulo de placas).**

Remueva el ensamble de la batería, remueva la cubierta de batería, revise que las tuercas estén ajustadas con el torque específico (5.4 N\*m, 55 kgf\*cm, 48 in.\*lbf), en caso de no ser así ajústelos al torque específico, y de estar correcto siga con el siguiente paso.

#### **Revise el módulo de placas.**

Revise que las tuercas estén ajustadas al torque específico (5.4 N\*m, 55 kgf\*cm, 48 in.\*lbf), en caso de no ser así ajústelos al torque específico, y de estar correcto siga con el siguiente paso.

#### **Revise la conexión del conector del módulo de placas.**

Revise que el conector B12 esté bien conectado y que no haya fallos de conexión. De no ser así conéctelo bien. De estar todo bien siga con el siguiente paso.

### Inspeccione el módulo de placas.

Remueva las placas que unen los packs y mida la resistencia de cada una de ellas. Esta resistencia debe ser menor a 1  $\Omega$ . De estar bien vuelva a instalar los módulos de placas y reemplace la ECU, caso contrario, repare o reemplace el módulo de placas defectuoso.

### 5.4.12 DTC P3011 - DTC P3024 BLOQUES DE LA BATERÍA SE TORNAN DÉBILES.

#### a. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA

**Tabla 5-45** Condición de detección de los DTC P3011, P3012, P3013, P3014, P3015, P3016, 3017, P3018, P3019, P3020, P3021, P3022, P3023, P3024.

DTC	Condición de detección del DTC	Área del problema
P3011 P3012 P3013 P3014 P3015 P3016 P3017 P3018 P3019 P3020 P3021 P3022 P3023 P3024	Presencia de malfuncionamiento de un bloque es determinado basado en los voltajes de los bloques de baterías (detección lógica en 1 viaje).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ensamble de la batería.</li><li>• ECU de la batería.</li></ul>

Fuente: Luis Espinosa.

#### b. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

Si existe una resistencia interna anormal o un voltaje electromotriz en los bloques de batería, la ECU de la batería determina que un malfuncionamiento ha ocurrido. Cuando la condición de malfuncionamiento es encontrada, la ECU de la batería ilumina la luz MIL y establece un DTC.

### c. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN

#### Lea los códigos DTC.

Si el código P0A1F es desplegado, entonces cambie la ECU de la batería, caso contrario continúe con el siguiente paso.

#### Revise los voltajes de los bloques de batería.

Presione el pedal del freno y encienda el vehículo. Presione el pedal del acelerador para cargar los packs de batería. Lea los voltajes de los bloques de batería en el menú lista de datos del scanner. Lea los voltajes desde el bloque 1 al bloque 14. Compárelos como se indica en la Tabla 5-15.

Si la diferencia de voltajes entre cada pareja de bloques es de 0.3 o más, entonces reemplace la ECU de la batería. Caso contrario reemplace o repare el ensamble de la batería.

### 5.4.13 DTC U0100, DTC U0293 PERDIDA DE COMUNICACIÓN CON ECM/PCM O CON LA ECU DEL HÍBRIDO

#### a. DESCRIPCIÓN

La ECU de la batería recibe las señales desde el la ECU del híbrido, del ECM vía red CAN.

#### b. CONDICIÓN DE DETECCIÓN DEL DTC Y ÁREA DEL PROBLEMA

**Tabla 5-46** Condición de detección de los DTC U0100, U0293

DTC	Condición de detección del DTC	Área del problema
U0100	La red CAN no funciona (no hay señal de recepción) con el ECM	Sistema de comunicación CAN
U0293	La red CAN no funciona (no hay señal de recepción) con la ECU del híbrido	Sistema de comunicación CAN

**Fuente:** Luis Espinosa.

### **c. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO**

Si la ECU de la batería detecta un malfuncionamiento de las comunicaciones CAN con el ECM o la ECU de control híbrido del vehículo, esta ilumina la luz MIL y establece un DTC.

### **d. ESTRATEGIA DE MONITOREO**

#### **Lea los códigos DTC.**

Si existen otros códigos aparte de los códigos de comunicación, primero resuelva los códigos de comunicación y luego los otros DTC.

## **5.5 DESMONTAJE DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN**

Para realizar el desmontaje de la batería de alta tensión del vehículo se debe saber la ubicación de esta en primer lugar. Para el efecto en ese proyecto se tomara como referencia al Toyota Prius. Cabe indicar que la ubicación y procedimiento para desmontar la batería del vehículo puede variar entre los diferentes modelos de una misma marca y más aún entre distintas marcas de vehículos.

Aquí se detalla paso a paso el procedimiento para extraer la batería del interior del vehículo en cuestión.

Abrir el compartimiento del baúl.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.46** Vista del baúl del Toyota Prius

Quitar las tapas traseras del baúl.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.47** Remoción de la tapa del piso del baúl del Toyota Prius

Retire la tapa plástica inferior.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.48** Vista de la tapa plástica inferior en el baúl de un Toyota Prius

Ahora se puede ver la ubicación de la batería de alto voltaje y la llanta de repuesto.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.49** Vista de la batería de alta tensión del Toyota Prius.

Ubicar y desconectar la batería de 12 voltios.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.50** Vista del borne positivo de la batería de 12 voltios del Toyota Prius

Ubicar y desconectar el jumper de alta tensión



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.51** Vista del Jumper de seguridad de la Batería de Alta Tensión del Toyota Prius.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.52** Vista del Jumper de seguridad extraído de la Batería de Alta Tensión del Toyota Prius.

De ser necesario o para su comodidad, proceda a retirar la segunda fila de asientos.

Proceda a desconectar la salida de alta tensión de la batería.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.53** Alambres de alta tensión de la batería.

Desconecte el bus de datos de la computadora de la batería de alta tensión.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.54** Conectores de la batería desconectados.

Suelte los pernos de sujeción de la batería de alta tensión.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.55** Perno de sujeción de la batería.

Desconecte la toma de aire.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.56** Desconexión de la toma de aire de la batería.

Remueva la batería del vehículo.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.57** Batería removida del vehículo.

## 5.6 DESARMADO DE LA PARTE EXTERIOR DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN

Retiramos las tapas de protección de los conectores de los packs



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.58** Vista de la batería con y sus tapas de protección removidas.



Una vez removidas estas tapas de seguridad, podemos apreciar la conexión en serie que en la que se hallan los packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.59** Vista de las conexiones en serie de los packs de baterías.

Además de los packs de baterías también se puede observar varios elementos al desarmar la batería, podemos empezar observando unos tubos blandos de goma que corren por encima de la batería, estos tubos son los ductos de ventilación de los packs de baterías de la batería de alto voltaje.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.60** Vista de los ductos de ventilación de los packs de baterías.

Esto se debe a que la batería para poder enfriarse posee una ventilación asistida con un motor eléctrico.

También se puede apreciar la ECU de la batería de alta tensión, esta se encarga de monitorear y controlar todos los parámetros de operación de la batería y reportarlos a la ECU híbrida que gobierna el vehículo.

Esta ECU es la que controla la carga de la batería, monitorea que todas las celdas sean cargadas correctamente y también monitorea la temperatura de la batería para ordenar al electro ventilador de esta que funcione o no. La información importante recogida por esta batería es transmitida a la ECU del vehículo híbrido.

Además podemos observar las salidas de alta tensión de la batería, su conexión y los mecanismos de medición y seguridad que estas salidas poseen.



**Fuente:** Luis Espinosa

**Figura 5.61** Vista de la ECU de la batería y de las salidas de alta tensión de la Batería de Alto Voltaje del Toyota Prius.

El conexionado interna del jumper de seguridad va a una parte central en el pack de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.62** Conexionado interno del Jumper de seguridad.

También en la parte superior de cada pack se encuentra marcada la polaridad de este, como se hallan conectados en serie, y también la conexión del jumper con los packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.63** Vista de la polaridad de los packs de baterías.

## 5.7 GUÍA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

En climas con mucha humedad las baterías pueden necesitar recibir mantenimiento preventivo debido a que la humedad puede generar óxido en las piezas expuestas como son los contactos y chapas que conectan las baterías en serie.

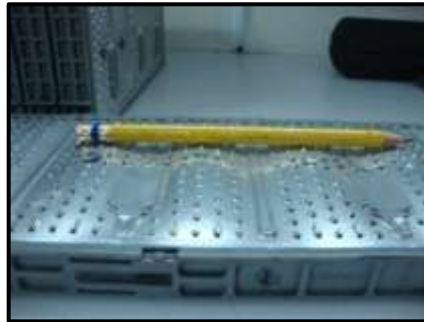


**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.64** Chapas y contactos corroídos.

El óxido que se pueda generar aumentará la resistencia de los contactos o generar un mal contacto, que afectará a los packs de baterías

ya que su temperatura aumentará, disminuyendo su vida útil y hasta pudiendo ser la causa de un fallo en la batería, además de ser el motivo por el que los demás componentes de la batería podrían verse afectados negativamente, llegando a inflamarse y hasta estallar alguno de los packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.65** Vista de un pack de batería inflamado.

Así que para realizar un mantenimiento preventivo en climas o condiciones en las que los vehículos tengan que trabajar en lugares de mucha humedad, básicamente se debe proceder a extraer la batería del compartimiento del motor, retirar la tapa de protección, proceder a retirar las chapas que conectan los packs de baterías, limpiarlas mediante el uso de lijas, u otros métodos que limpien de óxido e impurezas al metal, que no dejen residuos y brinden un acabado de la superficie de contacto lisa.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.66** Chapas una vez lijadas.

Además de esto, se debe comprobar el voltaje nominal de cada pack de la batería individualmente, para asegurarnos de su buen funcionamiento, esta prueba debe realizarse dos veces, la primera de estas sin carga y la segunda con una carga conectada a estas, como podría ser un foco halógeno, esta segunda medición nos ayudará a ver la caída de voltaje de la batería y con esto su retención de carga.

Después de verificar el buen funcionamiento de todos los packs de baterías se debe proceder a colocar las chapas que conectan los packs de baterías nuevamente en serie y a atornillarlos, conectar el jumper para comprobar el voltaje nominal de toda la batería.

Luego se debe volver a ensamblar la batería y reinstalarla en el vehículo.

Al manipular las chapas se debe usar guantes de látex para evitar impregnar las placas con cualquier componente extraño así como de huellas digitales y una vez lijadas se deben limpiar con alcohol para asegurar la ausencia de residuos.

## **5.8 DESARMADO DE LAS PIEZAS INTERIORES DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN**

### **a. PACKS DE BATERÍAS**

Primero se debe proceder a desprender los dos ductos de refrigeración de cada uno de los packs de baterías. Una vez retirados los ductos de refrigeración se procede a retirar con extremo cuidado los sensores de temperatura de los packs en los que se encuentren, dado que sus sujeciones son muy frágiles.

Luego se procederá a desconectar aleatoriamente los conexiones que existen entre los packs de baterías con el fin de disminuir el voltaje en serie de estos packs y así disminuir riesgos.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.67** Desconexión de los packs de baterías.

Después de que todos los conexiones hayan sido retirados y solamente de ser necesario, como en el caso de reparación de la batería, se retirarán cada uno de los tornillos que sujetan los packs de baterías en su sitio.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.68** Retiro de pernos de sujeción de los packs de batería.

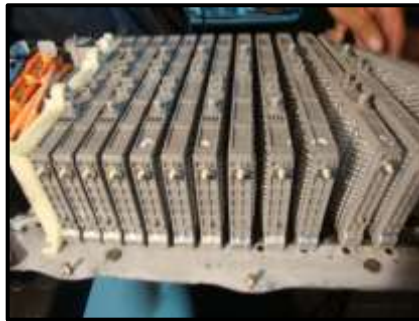
Una vez retirados los tornillos de los packs, podemos proceder a retirar los cuatro pernos de sujeción de las varillas que sujetan los packs en su sitio.

Para realizar esto la batería debe estar completamente fría, es decir que no debe haber sido usada por lo menos en las últimas ocho horas, dado que al liberarse la presión a la que posiblemente se



encuentra, puede provocar algún accidente o daños a la estructura de la batería.

Una vez retiradas estas varillas y el tope que se encuentra a un lado de la batería, se puede retirar los packs de la batería de una forma ordenada.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.69** Desarmado de ls packs.

Es importante revisar que no exista ningún pack estallado o inflamado, ya que este sería inútil y necesitará ser remplazado, además en este caso de que esto se dé se podrá notar que la base donde se apoyan los packs estará corroída debido a los químicos provenientes del pack estallado. Si se da este caso se deberá limpiar, lijar y pintar la zona afectada y también asegurarse de que estos químicos no se encuentren en contacto con otros packs y de estarlo, limpiarlos y tenerlos en consideración especial hasta el momento de volver a armar todos los packs en la batería.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.70** Conjunto de packs de batería.

## **b. COMPUTADORA DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE**

El procedimiento poder retirar la ECU de la batería de alto voltaje es igual que el utilizado para retirar cualquier computadora de un vehículo. Es decir primero se debe desconectar todos los sockets y luego remover los tornillos de sujeción, con esto la ECU queda libre en caso de necesitar removerla por el motivo que fuere.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.71** Vista de la ECU de la batería.

## **5.9 COMPROBACIÓN DE VOLTAJES DE LOS PACKS DE BATERÍAS.**

Los packs de baterías tienen una vida útil de 10.000 recargas y son de níquel metal-hidruro (Ni-MH) en su mayoría, como es el caso del TOYOTA PRIUS, tomando en cuenta que este compuesto también era usado en las baterías de celulares y laptops podemos hacer un símil y deducir que su comportamiento debe ser igual al de estas a lo largo de su vida útil. Es decir a medida que se van usando, su capacidad de almacenar la energía eléctrica va disminuyendo. Con esto en mente se pueden realizar las siguientes pruebas para asegurarnos de la funcionalidad de cada uno de los packs de baterías.

### **a. MEDICIÓN INICIAL DEL VOLTAJE**

Aquí se mide el voltaje inicial de cada uno de los packs de baterías, para poder clasificarlas según su voltaje ya que esto es un gran indicador del estado de conservación de cada pack de baterías.



Es así que en base a estas mediciones se los puede dividir en grupos según la lectura de voltajes. El voltaje normal de un pack de baterías es de 7,5 a 8 voltios.

Los packs que no cumplan con el voltaje normal son los más propensos a fallar y por lo tanto son a los que más se debe poner atención en los siguientes pasos.

**Tabla 5-47** Voltaje inicial de los packs de baterías.

PACK N°	VOLTAJE
1	7.35
2	7.13
3	6.65
4	6.56
5	6.36
6	6.41
7	6.3
8	6.34
9	6.33
10	6.31
11	6.29
12	6.25
13	6.22
14	6.23
15	6.18
16	6.14
17	6.17
18	6.21
19	6.31
20	6.29
21	6.14
22	6.27
23	6.32
24	6.43
28	6.53
26	7.04
27	7.23
28	7.43

**Fuente:** Luis Espinosa.

**b. COMPROBACIÓN DE RETENCIÓN DE LA CARGA**

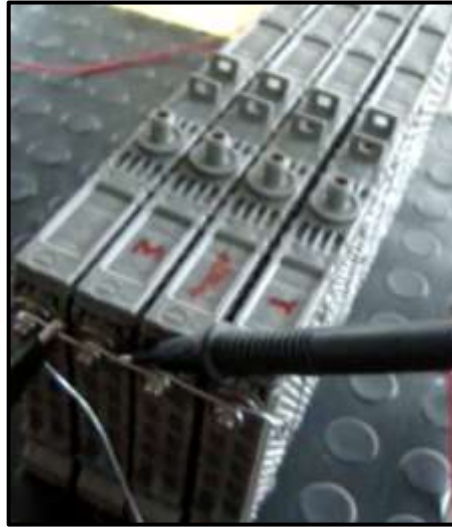
Con el cargador de baterías se pondrán a cargar hasta 15 packs de baterías en serie, es decir de la forma en que están conectados originalmente, dado que el cargador brinda un voltaje máximo de 150 voltios.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.72** Conexión en serie de los packs.

Otra forma de cargar los packs de baterías es conectar a todos los packs a ser cargados en paralelo usando alambre para unir los terminales positivos entre si y los terminales negativos de igual manera.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.73** Conexión de los packs en paralelo.

El banco posee un foco que es un consumidor del voltaje sobrante así que no hay que preocuparse por una sobrecarga a los packs de baterías. Además este foco se encargará de darnos una referencia clara del estado de carga de la batería ya que al aumentar el estado de la carga de estas, la luminosidad del foco también aumentará.

Una vez cargados los packs de baterías, se apagará el cargador y se retirará los alambres que conectaban a los packs entre sí, en este estado se medirá el voltaje de cada uno que deberían estar entre 7,5 y 8 voltios.

De no estar entre estos voltajes quiere decir que la batería no está cargando y que se la debe remplazar.

A continuación se debe medir la caída de voltaje al poner una carga de 4 a 5 amperios esto se logra conectando uno de los focos de 60 vatios que se encuentran en el tablero. El voltaje de la batería apenas debe variar durante los primeros cinco segundos, si cae más de medio voltio, o disminuye constantemente, la batería no es capaz de retener la carga y ese pack debe ser remplazado.

**Tabla 5-48** Caída de voltaje con una carga rápida.

PACK N°	VOLTAJE INICIAL	CAIDA DE VOLTAJE	DIFERENCIA DE VOLTAJE
1	7.97	6.53	1.44
2	8.00	6.28	1.72
3	8.02	7.34	0.68
4	8.01	6.34	1.67
5	8.00	6.74	1.26
6	8.00	6.42	1.58
7	8.00	7.07	0.93
8	8.00	6.29	1.71
9	8.00	6.85	1.15
10	8.00	6.98	1.02
11	8.05	6.87	1.18
12	8.05	7.15	0.9
13	8.02	7.07	0.95
14	8.05	7.62	0.43
15	8.02	7.05	0.97
16	8.03	7.12	0.91
17	7.99	7.01	0.98
18	8.02	7.17	0.85
19	8.04	7.20	0.84
20	8.04	7.19	0.85
21	8.04	7.08	0.98
22	8.03	7.14	0.89
23	8.04	7.21	0.83
24	8.03	7.31	0.72
25	8.02	7.21	0.81
26	7.98	7.20	0.78
27	7.99	7.15	0.84
28	8.01	7.37	0.64

**Fuente:** Luis Espinosa.

Sea cual sea la forma de conexión, si la caída de voltaje fuese muy grande, se deberá realizar una carga lenta, es decir, cargar los packs de batería por lo menos durante ocho horas, esto con el fin de repotenciar a los packs de batería e intentar recuperarlos.

**Tabla 5-49** Caída de voltaje luego de una carga lenta.

PACK N°	VOLTAJE INICIAL	CAIDA DE VOLTAJE	DIFERENCIA DE VOLTAJE
1	7.93	7.87	0.06
2	7.95	7.88	0.07
3	7.96	7.9	0.06
4	7.95	7.87	0.08
5	7.93	7.85	0.08
6	7.94	7.86	0.08
7	7.92	7.86	0.06
8	7.93	7.85	0.08
9	7.91	7.82	0.09
10	7.82	7.74	0.08
11	7.90	7.83	0.07
12	7.96	7.88	0.08
13	7.97	7.90	0.07
14	8.00	7.92	0.08
15	7.98	7.90	0.08
16	7.97	7.89	0.08
17	7.95	7.88	0.07
18	7.96	7.89	0.07
19	7.97	7.90	0.07
20	7.99	7.90	0.09
21	7.99	7.91	0.08
22	7.98	7.91	0.07
23	8.00	7.92	0.08
24	7.97	7.90	0.07
25	7.93	7.86	0.07
26	7.93	7.86	0.07
27	7.95	7.8	0.15
28	7.96	7.89	0.07

**Fuente:** Luis Espinosa.

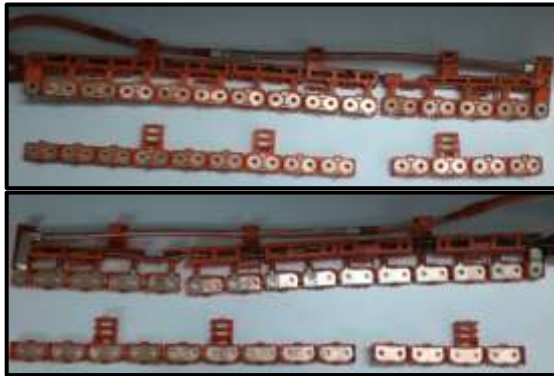
Como se puede observar en la tabla, estos packs han sido repotenciados, logrando de esta forma prolongar su tiempo de vida útil, ya que la variación máxima permitida es de 0.3 voltios, y dado que ningún pack tuvo esa variación, podemos asegurar que se encuentran en buen estado.

## **5.10 REPARACIÓN Y REEMPLAZO DE PARTES DAÑADAS.**

Una vez que se sepa cuantos y cuales packs deben ser reemplazados, se debe adquirir los recambios, es importante saber que las mediciones y comprobaciones que se hicieron anteriormente sirven para detectar la mayoría de los packs en mal estado, pero existe la posibilidad de que exista algún pack que a pesar de aparentemente pasar todas las pruebas, pueda estar en mal estado, es por ello importante que se tenga separadas las baterías por grupos según su voltaje que se midió al principio, ya que las baterías con menor voltaje son las que tienen más riesgo de fallar.

Es importante señalar que una de las causas para que unos packs se deterioren más rápido que otros es que las chapas de cobre que los unen en el conexionado se oxidan y corroen con el pasar del tiempo y el funcionamiento de las baterías y que esto depende mucho del clima donde el vehículo se desenvuelva normalmente, la afectación que esto trae es que las chapas de cobre y los demás contactos que se oxidan como bornes, tuercas, etc. crean resistencia y esta resistencia es la que provoca un deterioro acelerado de ciertos packs.

Entonces es importante también que se retire el óxido y corrosión de todos los contactos eléctricos y masas para así garantizar un adecuado funcionamiento por largo tiempo.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.74** Chapas y contactos de conexión de los packs sin óxido ni corrosión.

### **5.11 ARMADO Y COMPROBACIÓN DE FUNCIONAMIENTO.**

Una vez comprobados todos los packs y reemplazados los defectuosos, se debe proceder a volver a armar los packs con cuidado en el armazón de la batería híbrida. Este armado debe darse una vez que el armazón haya sido inspeccionado en busca de corrosión y de haberla, que haya sido corregida.

El armado debe ser en serie, con el debido cuidado de las ubicaciones de los polos positivos y negativos entre sí, también con respecto al cable de positivo y negativo de la batería.

Las baterías que hayan tenido menor voltaje o menor performance a lo largo de las pruebas y que vayan a ser instaladas deben ser instaladas al final para poder tener un fácil acceso a estas en caso de que se requiera una nueva reparación, ya que estos serán los packs más propensos a fallar.

Una vez armada total y correctamente la batería, es decir conectando los ductos de ventilación, los sockets y todas las conexiones en su lugar, se debe llevar la batería al vehículo e instalarla, conectar la batería de 12 v, las tomas de aire y todos los cables que se hayan

desconectado, fijar la batería a la carrocería y finalmente, conectar el jumper de seguridad para que el vehículo se energice.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.75** Batería instalada en el vehículo.

Después de esto, se debe proceder a encender el vehículo y conectar el scanner para borrar y verificar que no existan códigos de avería (DTC's).

## **5.12 MONTAJE DE LA BATERÍA EN EL VEHÍCULO.**

Una vez que se haya comprobado la ausencia de códigos de falla y que todos los sistemas trabajan correctamente, se debe apagar el vehículo. Retirar el jumper de seguridad y esperar 10 minutos para que los condensadores del inversor se descarguen. Esto es por seguridad para evitar un cortocircuito y daños tanto al vehículo como al técnico que realice la reparación después de esto, se puede proceder a colocar las demás cubiertas y colocar los tapetes, asientos y cobertores que fueron retirados.

Una vez armado todo, se puede poner el jumper de seguridad otra vez y cerciorarnos de que todo funcione correctamente, que no haya testigos encendidos en el tablero, y que el escáner no arroje ningún código de falla, realizar una prueba de ruta para verificar el buen funcionamiento del vehículo, y con esto dar por terminada la reparación de la batería.



### 5.13 OTRO CASO

Un caso extra fue el de un SATURN VUE 2 MODE HYBRID que presentaba una serie de fallos entre estos una falla de batería.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 5.76 Saturn VUE 2 Mode Hybrid.

#### 5.13.1 EL PROBLEMA

El vehículo en cuestión no presentaba código de fallo alguno, el problema que presenta es que la batería de baja tensión (12 v) no recibía carga, presentaba un problema en el tablero de instrumentos y su dueño se quejó de que el consumo del vehículo había aumentado sensiblemente.

#### 5.13.2 DIAGNÓSTICO

Al insertar el scanner no se encontró códigos de falla correspondientes a un fallo del sistema de baterías de alta tensión. El procedimiento para acceder al vehículo e investigar la existencia de códigos de falla (DTC) es el siguiente:

1. Con el vehículo apagado conectamos la Smart Box al puerto DLC del vehículo.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.77** Conexión de la Smart Box del Scanner al conector DLC del vehículo.

2. Giramos la llave para poner el vehículo en contacto.
3. Encendemos el scanner, y seleccionamos el tipo de conexión que vamos a producir con la Smart Box, en este caso "Bluetooth".



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.78** Pantalla principal del Scanner Launch Diagon

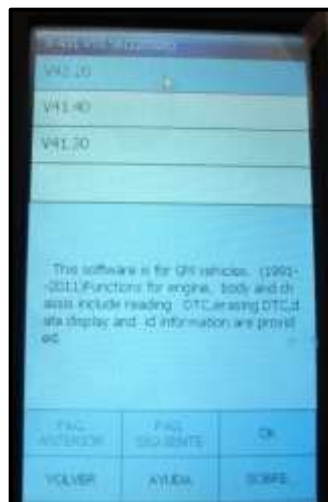
4. Seleccionamos la marca del vehículo a escanear, dado que el vehículo es marca Saturn y pertenece a un conglomerado de marcas. Este conglomerado es General Motors.



Fuente: Luis Espinosa.

**Figura 5.79** Menú de selección de marca del vehículo.

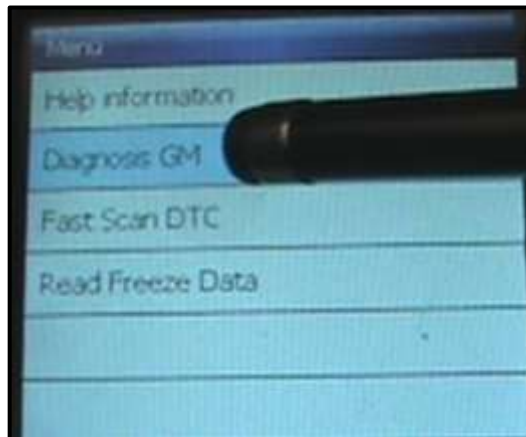
5. Seleccionamos la versión de software que vamos a utilizar, en este caso la “42.20” y luego presionamos OK.



Fuente: Luis Espinosa.

**Figura 5.80** Pantalla de selección de la versión del software de diagnóstico.

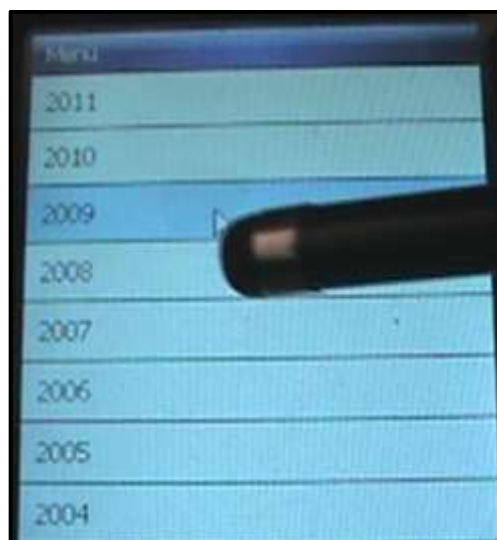
6. Una vez en la siguiente pantalla, se puede seleccionar entre diferentes formas de diagnóstico, la más rápida, específica y la que nos ofrece más opciones es seleccionando “Diagnosis GM”.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.81** Pantalla de selección del tipo de diagnóstico del vehículo.

7. Se selecciona el año del vehículo. Para este caso es 2009.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.82** Pantalla de selección del año de fabricación del vehículo

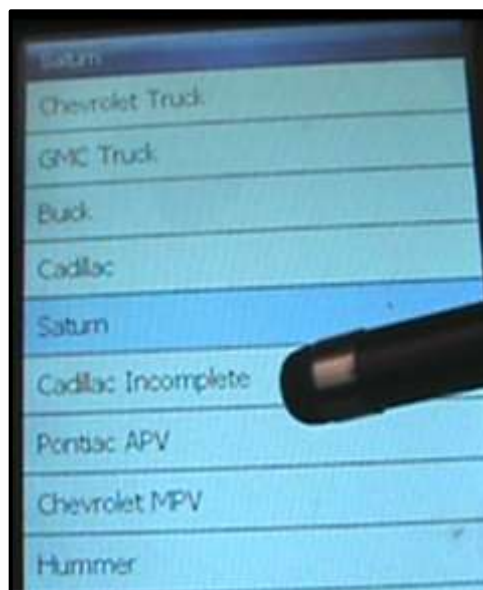
8. Luego, se procede a elegir el tipo de vehículo que es, ya que la marca los clasifica de esta forma. Aquí seleccionaremos “LD Trk, MPV, Incomplete” que es la que se refiere a sedanes, todoterrenos, cupés y minivans.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.83** Pantalla de selección de tipo de vehículo.

9. Aquí se debe seleccionar la marca del vehículo del vehículo. Para el caso se seleccionará Saturn.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.84** Menú de selección de la marca del vehículo dentro de GM

10. Se debe seleccionar que letra aparece en el quinto dígito del VIN (número de chasis), en este caso es la letra “L”



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.85** Selección de la letra según el VIN del vehículo

11. Una vez hecho el paso anterior, tendremos la opción de seleccionar el modelo del vehículo, en este caso “VUE Hybrid”



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.86** Menú de selección del modelo del vehículo.

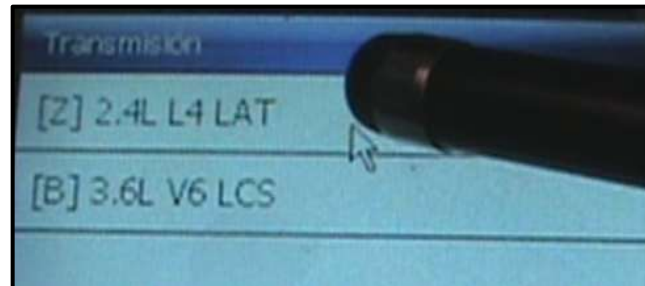
12. Una vez seleccionado el modelo del vehículo se puede seleccionar a que parte del vehículo es que se desea tener acceso, en este caso a donde deseamos entrar es al sistema de baterías de alto voltaje, que es parte del grupo de opciones de la transmisión, por lo tanto seleccionaremos “Transmisión”.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.87** Menú de selección de la computadora a ingresar en el vehículo.

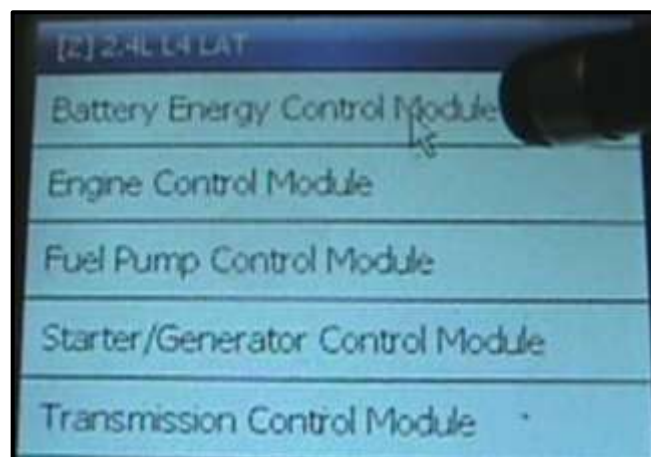
13. Seleccionamos el tipo de motor de combustión que equipa a este vehículo, para este caso es “2.4 L L4 LAT”



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.88** Menú de selección del tipo de motor del vehículo.

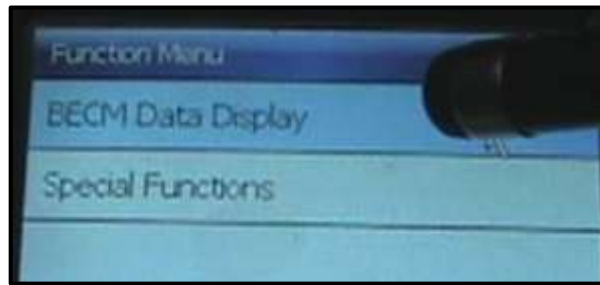
14. En este paso se debe seleccionar el módulo de control a ingresar, dado que deseamos ingresar a la batería híbrida, seleccionamos “Battery Energy Control Module”.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.89** Menú de selección del módulo de control a ingresar.

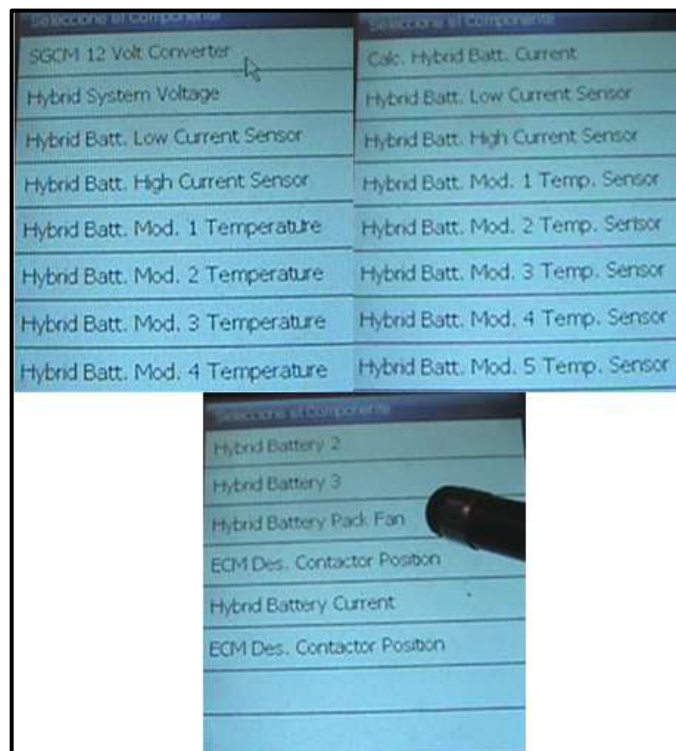
15. Dentro del módulo de control de la batería tenemos dos opciones para elegir, la primera es el: “BECM Data Display” y la segunda opción es “Special Functions”. Para este caso escogeremos la primera opción es decir “BECM Data Display”.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.90** Menú de selección dentro de la ECM de la batería.

16. Al seleccionar el display de datos del ECM de la batería el scanner nos da muchas opciones a lo largo de tres diferentes pantallas para poder seleccionar y verificar el flujo de datos de la batería. Estas pantallas son las siguientes:



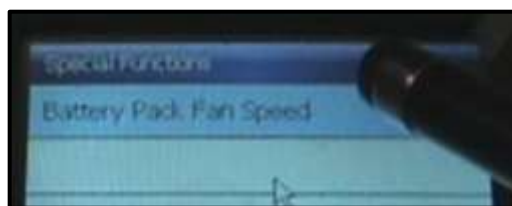
**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.91** Pantallas de selección para el flujo de datos de la batería del híbrido.



Mediante la selección de los ítems de esta pantalla podemos saber el estado de carga de la batería y la cantidad de corriente saliente o entrante además de la posición de los relevadores de la batería.

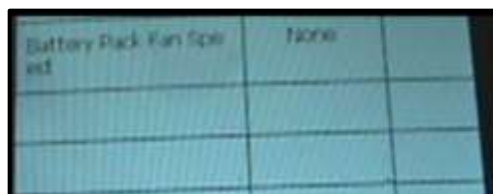
17. Si en vez de seleccionar “BECM Data Display”, seleccionamos “Special Functions”, entraremos a las funciones especiales de la ECU de la batería.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.92** Funciones especiales de la ECU de la Batería del Híbrido.

18. En este menú batería podemos ver que la única función especial es la velocidad del ventilador del pack de baterías del híbrido. Al seleccionarla podemos ver que tenemos la opción de activarlo o desactivarlo mediante el scanner. Esto es muy útil porque nos permite comprobar el correcto funcionamiento del ventilador de la batería que es vital para la larga vida útil de estas.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.93** Test activo del ventilador de la batería.

En la siguiente imagen podemos observar los cables que van al motor trifásico. Como podemos observar, son tres y cada uno conduce 36 voltios.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 5.94 Cables del motor trifásico.

También podemos ver la ubicación de los pack de baterías que se encuentran en la parte de atrás justo bajo la segunda fila de asientos.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 5.95 Bloque de baterías del sistema híbrido.

En la batería podemos ver un adhesivo advirtiendo de la presencia de la batería de alto voltaje.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 5.96 Adhesivo de advertencia de la batería de 36 V.

Mediante el uso del scanner se pudo comprobar que la caída de voltaje de la batería era muy acelerada, por lo que se procedió a retirarla y destaparla para comprobar cada uno de los packs y de esta forma hallar al pack defectuoso.

### 5.13.3 REPARACIÓN

Se procede a retirar la batería del vehículo y luego a destaparla para poder observar los packs que se encuentran en su interior.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.97** Vista de la batería de 36 V destapada fuera del vehículo.

Como podemos apreciar hay un daño visible en un par de packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.98** Vistas de los packs de batería dañados.

Se procede a retirar los sensores de temperatura de los packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.99** Sensores de temperatura de los packs de baterías.

Como se puede ver en las imágenes lo que sucedió es que uno de los packs se deterioró, se expandió, y al no tener lugar para hacerlo, estalló, regando sus líquidos y compuestos a lo largo del resto de packs de baterías.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.100** Comparación de un pack estallado con otro en buen estado.

En este caso se puede observar que la pareja de packs fueron afectados, por lo que deberán ser comprobados y remplazados de ser necesario.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.101** Afectación de los electrolitos al pack de baterías.

Después de haber comprobado el pack defectuoso y para efectos de saber que pasó, lo destapamos y comprobamos su estado celda por celda, y comprobamos el incremento de voltaje entre cada celda, al ser una batería descargada el incremento promedio es de 0,34 V por celda, excepto en el último pack, que apenas es de 0,14 V, esto quiere decir que la capacidad de esta celda esta disminuida y por esto es que falla toda la batería del vehículo.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.102** Vista de un pack de baterías destapado.

Como solución final, se reemplaza el par de packs de baterías, el primero por estar dañado y el segundo por la afectación que sufrió a causa del electrolito, es posible que falle en un corto tiempo. Finalmente se realizan trabajos de limpieza, pulido y pintura en las partes metálicas afectadas con el derramamiento del electrolito, a fin de garantizar su futuro buen funcionamiento.



**Fuente:** Luis Espinosa.

**Figura 5.103** Pack de batería nuevo.

Finalmente se arma y monta la batería en el vehículo y se comprueba que no se presente ningún DTC mediante el uso del scanner.

#### **5.14 HOJA DE PRÉSTAMOS PARA EL BANCO DE COMPROBACIÓN Y REPARACIÓN DE BATERÍAS DE ALTO VOLTAJE.**





## **CAPÍTULO 6**

### **MARCO ADMINISTRATIVO**

#### **6.1 RECURSOS:**

Con el fin de desarrollar este proyecto de forma planificada, se plantea el presente capítulo con el cual se analizará el aspecto técnico-operativo del mismo para así comprender todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto de aquí que los recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales son fundamentales para la puesta en marcha.

La planificación tiene como objetivo la optimización de recursos, para lo que es necesario diseñar un plan y asegurarse que se cumpla.

#### **6.1.1 RECURSOS HUMANOS:**

Para realizar el proyecto de tesis titulado “DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.”, lo más importante constituyó tarea de mi persona, Luis Felipe Espinosa, que desempeñé el papel de investigador. Así también se contó el asesoramiento del Ing. Germán Erazo designado como Director promovió la investigación científica y la puesta en marcha del proyecto y del Ing. Luis Mena que en calidad de Codirector facilitó el trabajo.



### **6.1.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS:**

El objetivo de cumplir con las metas planteadas al principio, hizo menester la utilización de recursos tecnológicos como: scanner, osciloscopio, multímetro, cámara de fotos, videgrabadora, computadoras, internet, libros, etc. los que facilitaron la tarea de investigación y presentación del proyecto.

No hay que olvidar que cualquier recurso es válido, más aún cuando se pretende desarrollar un proyecto de investigación como es el caso, pues se necesita recopilar información que muchas veces se muestra irrelevante, pero para catalogarla se encuentran los investigadores.

### **6.1.3 RECURSOS MATERIALES:**

Los recursos materiales corresponden a todos los elementos físicos que fueron necesarios para la materialización del proyecto y estos son: batería de alto voltaje, multímetros, cargadores, equipo de protección personal, banco; entre los más representativos.

## **6.2 PRESUPUESTO:**

Para cumplir con la meta prevista, a continuación se muestra valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto, al mismo tiempo que generará una idea de la inversión que se realizó.

Al proponer un balance entre el gasto económico junto con los logros obtenidos, se observa que el proyecto titulado "DISEÑO Y

APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.”, ha cumplido con las expectativas pues constituye como material didáctico para los estudiantes de la ESPE-L, al mismo tiempo que sirvió como prueba de conocimientos adquiridos para los investigadores.

**Tabla 6-1** Presupuesto.

<b>ORDEN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>TOTAL USD.</b>
<b>1</b>	Curso de capacitación.	200,00
<b>2</b>	Construcción del banco	300,00
<b>3</b>	Cable	10,00
<b>4</b>	Elementos de soldadura	40,00
<b>5</b>	Focos y material eléctrico y electrónico.	80,00
<b>6</b>	Adquisición de información	100,00
<b>7</b>	Packs de baterías	300,00
Total general		<b>1080,00</b>

**Fuente:** Luis Espinosa.

### **6.3 FINANCIAMIENTO:**

El financiamiento se presentó por parte del realizador del proyecto: Luis Felipe Espinosa Delgado.

### **6.4 CRONOGRAMA:**



Fuente: Luis Espinosa.  
 Figura 6.1 Cronograma.

## CONCLUSIONES

Finalizado este trabajo de investigación, presento las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta.

- Se seleccionó los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que permitieron la realización del banco de pruebas de los packs de las baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos, la misma que sirve para evaluar el estado de cada uno de los packs de baterías y de esta forma ayudando para su reparación.
- El sistema de baterías es un sistema muy completo e importante dentro del vehículo y que debe recibir especial atención.
- La batería de los vehículos híbridos está formada por una serie de packs que para su buen funcionamiento, deben estar enfriados correctamente y sus conexiones no deben presentar resistencia alguna.
- La batería de alto voltaje está formada por varios subsistemas, como son el de refrigeración, el de medición de temperatura, de medición de voltaje, la ecu de la batería, y de control como es el caso de los relevadores.
- Las chapas que conectan los packs de baterías, se oxidan y corroen con el pasar del tiempo debido al aire que circula alrededor de la batería, esto provoca una resistencia al paso de la corriente eléctrica, y esto es lo que origina que los packs de batería fallen.
- El banco para reparar las baterías de alto voltaje, posee todas las herramientas eléctricas y electrónicas necesarias para poder dar mantenimiento, cargar y descargar, ya sea un solo pack o toda una batería, y puede funcionar tanto con 110 voltios como con 220 voltios.

## RECOMENDACIONES

- Recomiendo que se realice el mantenimiento preventivo del sistema de baterías cada 60 mil kilómetros en condiciones normales, aumentar su frecuencia en condiciones extremas de temperatura o humedad para evitar su deterioro y prolongar su vida útil.
- Estudiar los otros sistemas de un vehículo híbrido como por ejemplo el módulo inversor de corriente.
- Para poder utilizar este dispositivo es necesario tener conocimientos de electricidad y electrónica básica.
- Por seguridad siempre utilizar guantes de látex o caucho, y seguir las normas de protección personal descritas en el presente trabajo.
- No desarmar la batería completamente a menos de que se la vaya a reparar y se compruebe que alguno de sus packs ya no se halla en condiciones de seguir funcionando, dado que para poder armarlos es un proceso largo y complicado.

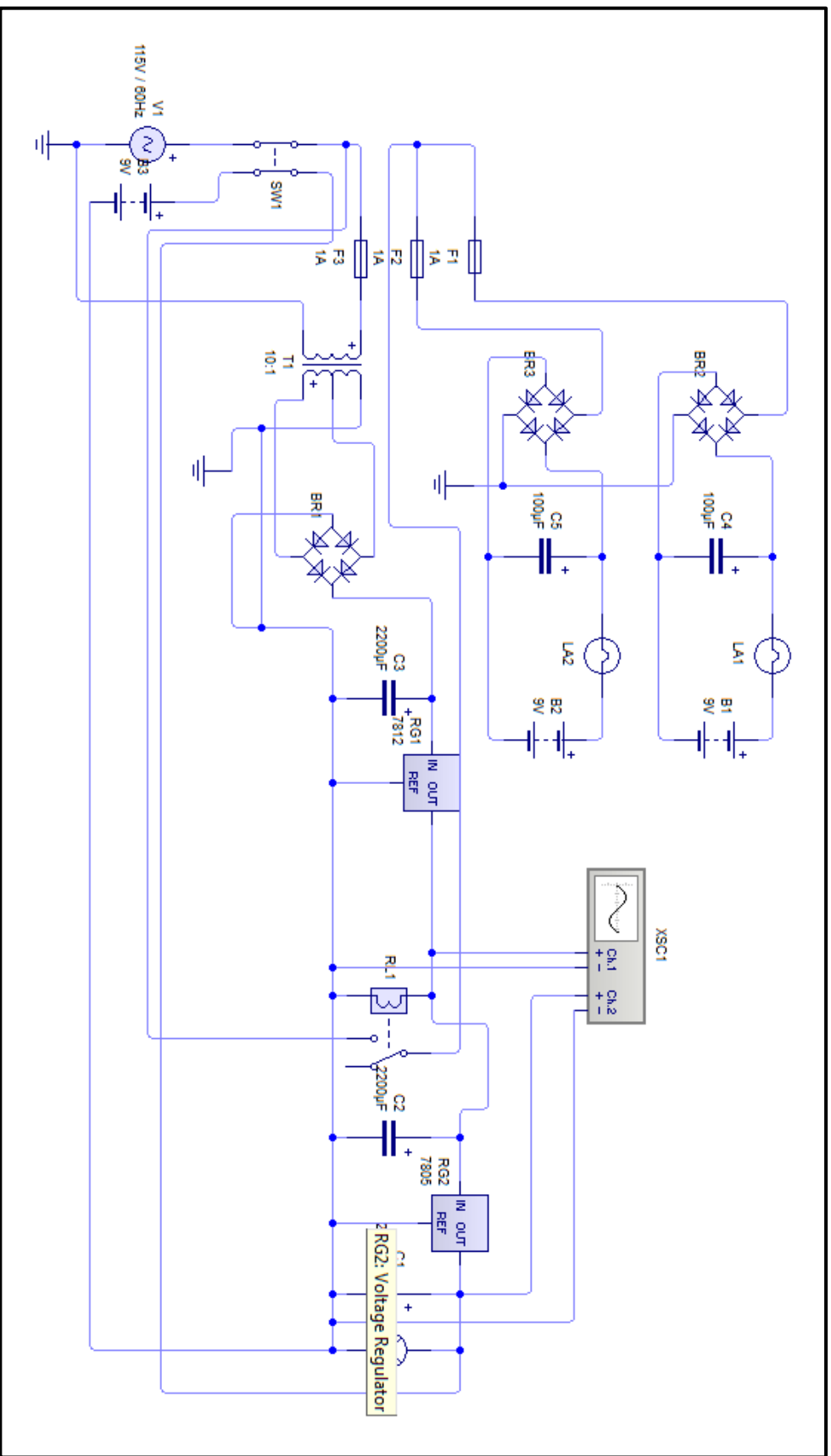
## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. (2001). Sistemas Auxiliares del Motor. España: Paraninfo.
- Augeri, F. (2011a). Hybridos.pdf. Estados Unidos: Cise Electronics Corp. (inédito)
- Augeri, F. (2011b). Lección 1 INTRODUCCIÓN AL SISTEMA HIBRIDO.pdf. Estados Unidos: Cise Electronics Corp. (inédito)
- Augeri, F. (2011c). Leccion 3 BATERIA ALTA TENSION.pdf. Estados Unidos: Cise Electronics Corp. (inédito)
- Anónimo. (2009). Prius Repair Manual. Estados Unidos: Toyota Motor Co.
- Augeri, F. (2010). relevadores SMR.jpeg. Bolivia: Cise Electronics Corp. (inédito)
- Augeri, F. (2010). jumper 2.jpeg. Bolivia: Cise Electronics Corp. (inédito).

## NET GRAFÍA

- OSES, M. MONTERO, C y KÜHN, R. (2012). Vehículos Híbridos. Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Recuperado el 13 de Febrero de 2012, de: [http://cabierta.uchile.cl/revista/13/articulos/13\\_3/index.html](http://cabierta.uchile.cl/revista/13/articulos/13_3/index.html)
- ANONIMO. (2012). Vehículos Híbridos. Aficionados a la mecánica. Recuperado el 13 de Febrero de 2012, de: <http://www.aficionadosalamecanica.com/hibridos.htm>
- AUGERI, F. (2010). Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido. Cise Electronics Corp. Recuperado el 28 de Febrero de 2012, de: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/141-bater%C3%ADa-de-alta-tensi%C3%B3n-en-el-toyota-prius-h%C3%ADbrido.html>
- GONZÁLVIZ, M. (2009) Nuevo Prius 2009. Recuperado el 4 de Junio de 2012 de: <http://es.scribd.com/doc/88386589/Nuevo-Prius-2009>

**ANEXO A: CIRCUITO COMPLETO DEL BANCO DE  
PRUEBAS**





## **ANEXO B: ENCUESTAS**

## ENCUESTA 1

Sr. Técnico Automotriz, reciba un saludo. El objetivo de la presente es levantar información acerca de DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS.

1. ¿Conoce Ud. el funcionamiento de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO

2. ¿Tiene conocimiento de la importancia de la batería de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos?

SI \_\_\_\_\_ NO

3. ¿Conoce cómo verificar el status de los vehículos híbridos?

SI  NO \_\_\_\_\_

4. ¿Conoce cómo está constituida una batería de vehículo híbrido?

SI \_\_\_\_\_ NO

5. Conoce si existen protocolos de pruebas, mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos.

SI \_\_\_\_\_ NO

6. Recomienda que se construya e implemente las herramientas necesarias para poder dar mantenimiento y reparar las baterías de alto voltaje en los laboratorios de Mecánica de la ESPE Latacunga.

SI  NO \_\_\_\_\_

7. Considera que los vehículos híbridos y eléctricos serán parte de su trabajo en los siguientes 5 años en un:

0% \_\_\_\_\_ 25% \_\_\_\_\_ 50% \_\_\_\_\_ 75%  100% \_\_\_\_\_

8. ¿Conoce el control electrónico para la batería de los vehículos híbridos?

SI \_\_\_\_\_ NO

9. Su conocimiento para interpretar diagramas eléctricos y códigos de avería es:

Muy bueno \_\_\_\_\_ Bueno  Regular \_\_\_\_\_ Deficiente \_\_\_\_\_

10. ¿Sabe qué medidas de seguridad tomar cuando se va a trabajar con baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico?

SI \_\_\_\_\_ NO

11. Con que frecuencia trabaja sobre vehículos híbridos

Siempre \_\_\_\_\_ Frecuencia  Poca frecuencia \_\_\_\_\_ A veces \_\_\_\_\_ Nunca \_\_\_\_\_

## **ANEXO C: GUÍA DE USO**

## **INSTRUCTIVO PARA EL CORRECTO USO DEL BANCO DE PRUEBAS DE BATERÍAS HÍBRIDAS**

Para poder manipular u operar sistemas de alto voltaje como son las baterías y los sistemas híbridos, primero debemos tener en cuenta que al ser sistemas con gran voltaje y amperaje, cualquier falla de seguridad o precaución para operar estos sistemas puede llevar a severas lesiones e incluso la muerte.

Por este motivo, para un correcto uso del banco de pruebas se debe seguir ciertas reglas básicas y recomendaciones que se describen a continuación.

### **REGLAS DE SEGURIDAD**

Las reglas de seguridad son requerimientos básicos de seguridad industrial necesarios para trabajar en un ambiente sin riesgos y evitar lamentables desgracias.

Dado los altos voltajes y corrientes que se encuentran en estos sistemas se nos hace

necesario poseer y usar EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL, estos a su vez se los puede clasificar en Equipos Necesario y Equipos Recomendados.

Debemos tomar en cuenta que poseer estos equipos no nos exime de la obligación de tomar precauciones de seguridad personal, por nuestro bienestar ante la electricidad presente y por el bienestar de los vehículos que se vayan a operar.

### **EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (PPE)**

Son los materiales y equipos de seguridad utilizados cuando se trabaja cerca o se da mantenimiento de sistemas de alta tensión. Las directrices apropiadas y el uso correcto de los Equipos de Protección Personal se deben ejecutar cada vez que un sistema de alta tensión este recibiendo servicio.

Como ya se ha manifestado anteriormente, existen dos tipos de Equipos de Protección Personal que a su vez constan de los siguientes artículos:

### Recomendado

- Botas con suela de goma y punta de acero.



- Usar ropa no sintética (algodón) al dar mantenimiento de los sistemas de alta tensión.



### Necesario

- Lentes de seguridad con protección lateral.



- Guantes aislantes de goma con recubrimiento duro para evitar roturaso guantes de nitrilo.



### Inspección del Aislamiento de los Guantes

El procedimiento de inspección del guante de aislamiento debe ser realizado antes de dar

mantenimiento a los sistemas de alta tensión:

- Retire guante de goma del protector de cuero exterior.
- Inflar el guante y apriete fuertemente la abertura para sellar la apertura y evitar la pérdida de aire.
- Pulse el guante para aumentar la presión en el interior del guante, y verifique que no existan orificios, fugas de aire, desgaste, rotura o abrasiones.
- Si alguno de los criterios mencionados no se cumplen, NO utilice los guantes.



## SEGURIDAD ELÉCTRICA

Existen dos factores de electricidad en el cuerpo:

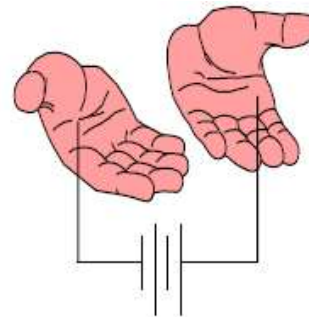
- Tensión (Voltaje), que es la presión que provoca el flujo de electrones.
- Flujo de la electricidad (Amperaje) a través de un circuito (que podría incluir la humana corporal)

Cuanto mayor sea el voltaje y el flujo de corriente, más grave será el daño a su cuerpo si se convierte en parte del circuito.

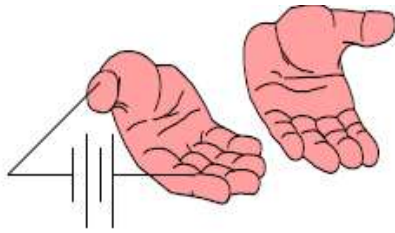
### Circuitos completos a través de conexión a tierra

Hay dos clases de circuitos que se pueden generar cuando la electricidad circula por el cuerpo humano, estas son:

- Al otro lado del cuerpo, y



- A través de la mano.



- Lápices mecánicos
- Herramientas
- Retirar o cubrir el metal en la ropa

### Para evitar estas condiciones

- Uso de un voltímetro que pueda soportar 1000 voltios nominales y los cables de prueba al medir la tensión del bus de alta.
- El uso de Equipo de Protección Personal.



### Precauciones recomendada antes de dar mantenimiento a sistemas los de Alta Tensión

Quítese todas las joyas que se pueden conducir electricidad y causar shock, tales como:

- Relojes
- Anillos
- Collares

Retire los objetos metálicos de los bolsillos que pueden caen y crean peligro de arco de eléctrico, como por ejemplo:

### Asegúrese que su ambiente de trabajo es seguro

- Verifique que el suelo este seco.
- Recoja las cosas que estén en el suelo.
- Trabaje en un lugar bien iluminado.
- Nunca trabaje solo cuando de servicio a un sistema o componente de alto voltaje.
- Alerta a otros técnicos que va a dar servicio a un sistema de alto voltaje.
- Siempre desconecte la fuente de alto voltaje.

- Nunca deje el sistema de alto voltaje expuesto cuando se vaya.
- Refiérase al manual de servicio para procedimientos y precauciones adicionales.

## **PROTOCOLO DE SEGURIDAD**

Dado el alto grado de peligrosidad de estos medios y altos voltajes que vale recalcar pueden causar la muerte si no se los opera correctamente, se suele disponer etiquetas de advertencia para así poder tomar las respectivas precauciones con el fin de precautelar la integridad del técnico.

### **Regla de la una mano**

Para trabajar con sistemas de alto voltaje se debe aplicar esta regla que consiste en trabajar solo con la mano derecha, y poner la mano izquierda en la espalda a la altura de los bolsillos posteriores del pantalón u overol, esto es con el fin de evitar hacer un circuito y que de darse este,

que no pase a través del cuerpo entero, sino solo de la mano del técnico y si en caso de que la corriente pasara por el cuerpo, tratar de proteger a los órganos vitales internos del cuerpo de graves daños.



### **Multímetro**

Para garantizar la seguridad eléctrica de la prueba también debe utilizar el multímetro apropiado.

El multímetro, los cables y accesorios recomendados son Categoría III, para que puedan leer y soportar 1000 v nominales.





No cumplir con estas especificaciones podría potencialmente provocar un arco eléctrico si la tensión transitoria medida fuera de un pico alto.

### **Desactivación del Sistema de Alta Tensión**

La desconexión manual está diseñada para abrir físicamente el circuito de conexión de los módulos de batería individuales en forma conjunta dentro de la batería de alto voltaje. Para de esta forma poder manipular los componentes del sistema de alta tensión de una forma segura.



### **Pruebas Eléctricas en “vivo-muerto-vivo**

Vivo – Use su multímetro en una fuente de voltaje conocido (12 voltios)

Muerto – Revise el circuito de alto voltaje para verificar que no exista voltaje

Vivo - Comprobar su multímetro con la misma fuente de voltaje inicial conocido para verificar que la lectura del sistema de alto voltaje sea válida.

### **Resumen de la seguridad del vehículo**

Al reparar un vehículo híbrido, recuerde lo siguiente:

- Use el Equipo de Protección Personal
- Utilizar la información de servicio autorizado para el vehículo que está en servicio.
- Verifique vehículo está apagado y NO en Auto Stop
- Coloque las llaves, realice la desconexión manual guárdelo en un lugar seguro.
- Nunca deje a un sistema de alta tensión expuesto.

Utilice multímetros Categoría III con capacidad para medir 1000 voltios de voltaje nominal y los cables de prueba también para cuando se mida circuitos de alta tensión.

## **DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO**

El equipo consta de dos parejas de salidas de voltaje de corriente continua, activados por un switch maestro. Dependiendo a que voltaje esté conectado, variará la salida de voltaje de estas terminales, así si se conecta a los 110 voltios de un tomacorriente normal, el voltaje de salida será

de aproximadamente 156 voltios de corriente continua.

Como elementos consumidores tenemos a un foco de 1500 Vatios, un foco de 500 Vatios y dos focos H4 de 60 Vatios, estos elementos tienen una importancia vital en el funcionamiento del banco de pruebas

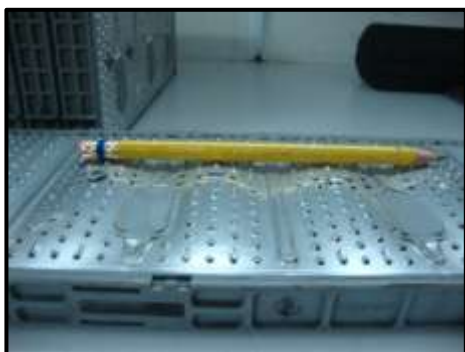
Los elementos consumidores de 1500 y 500 vatios están refrigerados por un par de ventiladores que ayudarán a disipar el calor que estos generen al funcionar, y de esta forma garantizar el óptimo funcionamiento del banco.

## **MODO DE USO**

Existen dos pruebas que se puede hacer con el banco de pruebas, la primera prueba es la de carga y la segunda es la de descarga, como a continuación se explican.

## COMPROBACIONES VISUALES

Es importante comprobar el estado físico de cada uno de los packs de baterías en cada operación que se realice. Lo que se debe buscar es deformaciones, packs estallados o que derramen sus líquidos internos, signos de corrosión en las estructuras que sujetan y recubren a los packs, así como también hinchazón y aumento indebido de la temperatura.



## PRUEBAS DE DESCARGA

Estas pruebas están diseñadas para apreciar la retención de la carga de la batería, tanto de los packs individuales, como de la batería en su conjunto.

En el caso del Toyota Prius, el banco está en capacidad de soportar todo el voltaje de la batería entera, al conectarlo al elemento consumidor de 500 o 1500 vatios.

Esta prueba al pack entero de baterías se la puede realizar con el fin de ver la caída de tensión general, tanto en los primeros segundos, como a lo largo del tiempo que dure el proceso de descarga.

Esta prueba es importante dado que así se podrá observar en primera instancia la caída inicial de voltaje, y luego la retención de energía de la batería, que es el tiempo que esta toma en descargarse.

Otra prueba de descarga que se puede realizar es individualmente en cada pack de baterías, se revisa el voltaje inicial, la caída inicial de voltaje a los tres segundos aproximadamente, y el tiempo que toma en descargarse cada pack de baterías, con esto se observará la diferencia de

capacidad de retención de la carga de cada uno de los packs.

## **PRUEBAS DE CARGA**

Las pruebas de carga son también muy importantes en el diagnóstico, mantenimiento y reparación de una batería, ya que con esta, al igual que con las conocidas baterías de plomo, se puede recuperar las propiedades de la batería. Existen dos formas de cargar las baterías, que se diferencian por la corriente que reciben, para esto se usan los elementos consumidores de 500 y 1500 vatios, siendo el primero el que ayudará a que se realice una carga lenta, en cambio con la resistencia de 1500 vatios, aproximadamente se duplicará la intensidad de carga, y de esta forma se reducirá a la mitad el tiempo de carga de la batería y consiguientemente el tiempo de estímulo para que estas recuperen sus capacidades originales.

Las pruebas de carga se pueden realizar de dos formas, la primera conectando a todas las baterías en serie, de esta forma la intensidad de carga no se dividirá para cada pack, pero si lo hará el voltaje, absorbiendo el exceso de voltaje el elemento consumidor.

La otra forma es conectando a todos los packs en paralelo, de esta forma, el voltaje será el mismo, lo que se dividirá es la intensidad de carga, en partes iguales. Esta forma de conexión es la ideal para realizar una carga lenta, ya que por ejemplo, al poner los 28 packs de baterías en paralelo. Al pasar por el elemento consumidor de 500 vatios la energía, se producirá una intensidad de aproximadamente 2 amperios, que al dividirse para el total de packs, cargará a cada uno con una intensidad de 0.07 amperios aproximadamente. Con una corriente tan baja que recibe cada uno de los packs, es de esperar que el tiempo de carga de estos packs tenga una

relación directamente proporcional con el número de packs a ser cargados, es decir, a mayor número de packs, mayor tiempo de carga. La característica de esta forma de carga es que al cargar un voltaje igual para todos los packs de baterías, no tiene límites en el número de packs a cargarse, lo que no sucede en el sistema de carga en serie que, tiene un límite en el voltaje que puede cargar.

Es así que por ejemplo, si el voltaje de salida del cargador es de 150 voltios y cada pack tiene un voltaje nominal de 7.5 voltios, entonces el cargador estará en capacidad de cargar hasta 20 packs de baterías. Se recomendaría que en este caso se cargue un máximo de 19 para que el elemento consumidor absorba el exceso de voltaje, y se brinde una protección adicional a los packs, a la vez que se asegurará que los packs sean cargados hasta niveles óptimos y que el aumento de la

carga de los packs no detenga el proceso de recarga.

## **PROCEDIMIENTO Y PRUEBAS DE COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE LOS PACKS DE BATERÍAS**

Primero se debe comprobar el voltaje total de la batería de alto voltaje, anotarlo y compararlo con su valor nominal.

Una vez realizado esto, numerar los packs y desarmar la batería siguiendo el procedimiento establecido.

Medir los voltajes individuales de cada pack de baterías, anotarlo en una tabla y compararlo con el valor nominal, hallar la diferencia de voltaje de cada pack con respecto al valor medio de estos. Es decir, dividir el voltaje de toda la batería para el número de packs, y comparar este voltaje con cada uno de los packs de baterías.

El valor de desviación inferior máximo debe ser de medio voltio.

En caso de que el voltaje de los packs sea inferior, primero se deberá someter a todos los packs a un proceso de carga lenta, con el fin intentar recuperar sus propiedades químicas y con esto rehabilitar el pack.

En caso de que los packs al ser recargados se hinchen o aumentaran su temperatura excesivamente, esto es signo de su mal funcionamiento, de preferencia se debe reemplazar estos packs.

Una vez cargados los packs, se debe hacer las pruebas de descarga y de retención de carga. Para la primera se conectara a un solo pack de forma individual, a el elemento consumidor de 60 vatios por aproximadamente 3 segundos, se debe observar a cuanto es el valor mínimo al que decae. De igual forma se debe anotar cada uno de los valores de cada pack de baterías.

La siguiente prueba es la de descarga total, para esto primero

se debe cargar la batería de manera que todos los packs de baterías tengan la misma carga, esta carga se la puede realizar en serie o en paralelo, de preferencia en paralelo, ya que de esta forma se puede medir más fácilmente el voltaje de los packs de baterías.

Una vez finalizado el proceso de carga, desconectar los packs, medir su voltaje y dejarlos descansar por un par de horas con el propósito de verificar si su voltaje permanece constante, o si por el contrario, pierde su energía con el tiempo.

Después de comprobar este fenómeno, ya se podrá marcar a las que han perdido voltaje, para posteriormente volver a someterlas a carga lenta con el fin de intentar rehabilitarlas aún más.

Luego de esto, se podrá conectar en serie toda la batería, y someterla a descarga por aproximadamente cinco minutos, usando para esto el elemento

consumidor de 1500 vatios. De esta forma, disminuirá el voltaje de todos los packs, que en teoría debería ser de forma uniforme, pero dado que ciertos packs pueden hallarse en muy malas condiciones, e imposible de rehabilitar, entonces el voltaje de estos packs de baterías caerán más que los de los packs que se encuentran relativamente bien.

Una vez identificados plenamente estos packs de baterías, se podrá recurrir a remplazarlos, y luego de esto realizar todas las pruebas realizadas anteriormente para comprobar que la batería se encuentre en buenas condiciones.

### **MANTENIMIENTO DE LAS CHAPAS Y CONTACTOS DE COBRE**

Los packs de la batería de alto voltaje están unidos entre ellos mediante unas pequeñas placas de cobre a lo largo de toda la batería. Además su voltaje de salida se encuentra controlado

por medidores que se encuentran en cada par de packs. Al ser la batería refrigerada por aire que viene del exterior con cierta humedad y temperatura que se debería poder controlar con el climatizador de vehículo.

En la práctica esto no se cumple en su totalidad, ya que existen circunstancias en que no existe tal control, por ejemplo al circular con las ventanas abiertas, al estacionar el vehículo en áreas soleadas, etc.

Todo esto a más del salitre presente en la región costa, conlleva a un deterioro de estos contactos. Al estar expuestos a la humedad, salitre y todos los demás factores ambientales, estos contactos generan óxido y por ende resistencia a la circulación de la corriente.



Esto es lo que produce que los packs de baterías se deterioren, por lo que se debe proceder periódicamente a limpiar estos contactos, en especial en lugares con mucha humedad ambiental, donde exista mucho calor o contaminación.



Para evitar este problema es necesario realizar un mantenimiento preventivo de estas piezas cada 40.000 kilómetros, este mantenimiento consiste en que se frote gentilmente, en forma de ocho (8) contra una lija 1200 húmeda, hasta que desaparezca todo rastro de óxido. También para facilitar y agilizar el proceso se puede fregar a las chapas de

cobre contra un limón partido a la mitad, con bicarbonato de tal manera de facilitar el desprendimiento de la herrumbre.

Una vez que las chapas estén limpias, usando guantes de látex, con el fin de no dejar las grasas de la mano y asegurar un óptimo contacto, se procederá a limpiar las chapas de todo residuo, mediante el uso de un algodón con alcohol. Que deberá ser renovado cada que sea necesario, hasta que de las chapas ya no se desprendan más residuos.



El mismo procedimiento se deberá aplicar para con los terminales de medición de voltaje y demás contactos por donde pase energía que se encuentren



con óxido, herrumbre o cualquier otra sustancia.

Una vez limpias, y comprobado el buen funcionamiento de la batería, se puede proceder a armarla y finalmente colocar las chapas de cobre y los medidores de voltaje, al colocar estas piezas en los plásticos contenedores de estas.



Luego, se las colocará en los packs de baterías. Se debe usar

en todo momento los guantes aislantes para que de esta forma se asegure la ausencia de grasa en los terminales.



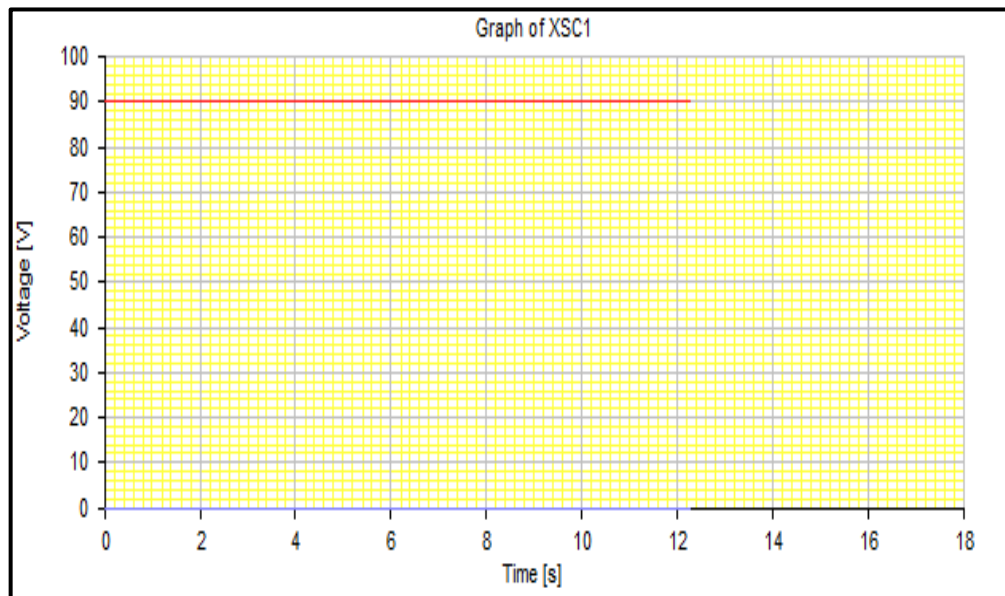
Finalmente se puede proceder a armar todas las demás partes de la batería e instalarla en el vehículo.

## **ANEXO D: GUÍA DE MEDICIÓN**

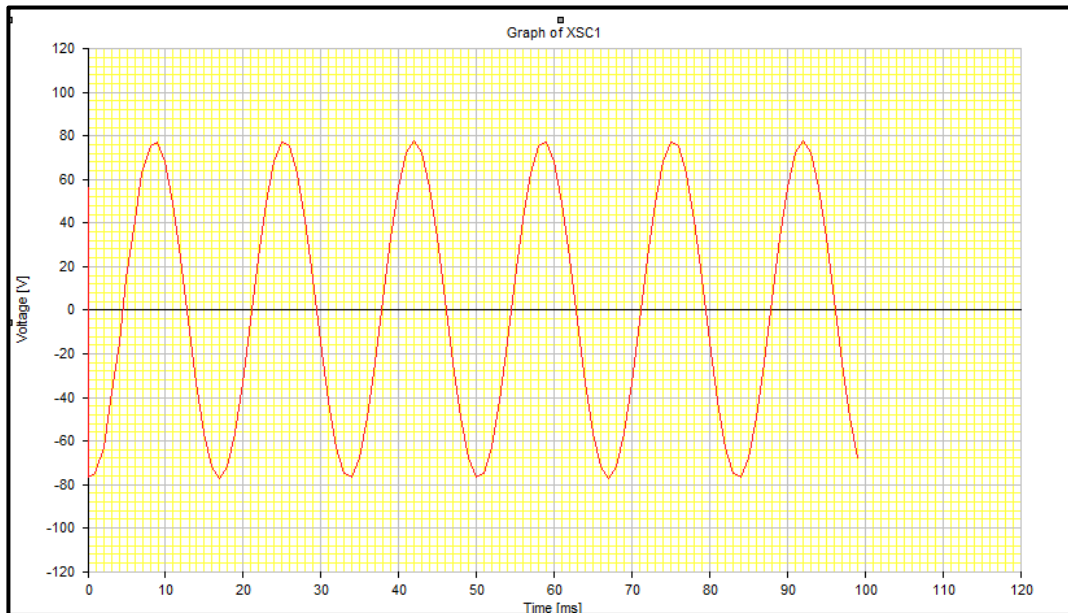
## MEDICIÓN DE VOLTAJE

Para realizar una medición de voltajes se debe realizar la conexión del multímetro en paralelo.

Existen dos tipos de voltajes, los voltajes continuos y los voltajes alternos. Los voltajes continuos son aquellos que son constantes todo el tiempo, este se obtiene por ejemplo de las baterías cuyo voltaje se muestra en el siguiente diagrama.

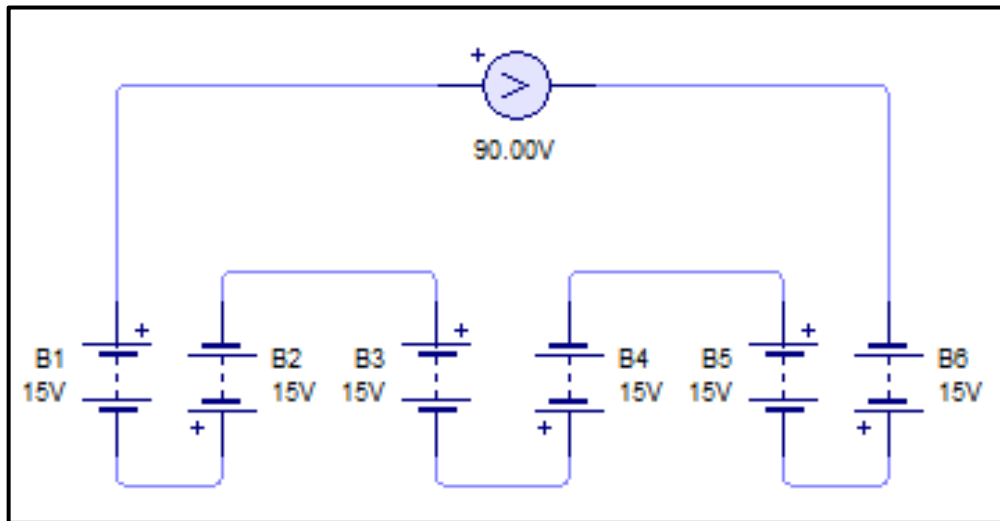


La corriente alterna es la que varía su magnitud con respecto al tiempo, como un ejemplo de esta variación la podemos ver en la siguiente gráfica.

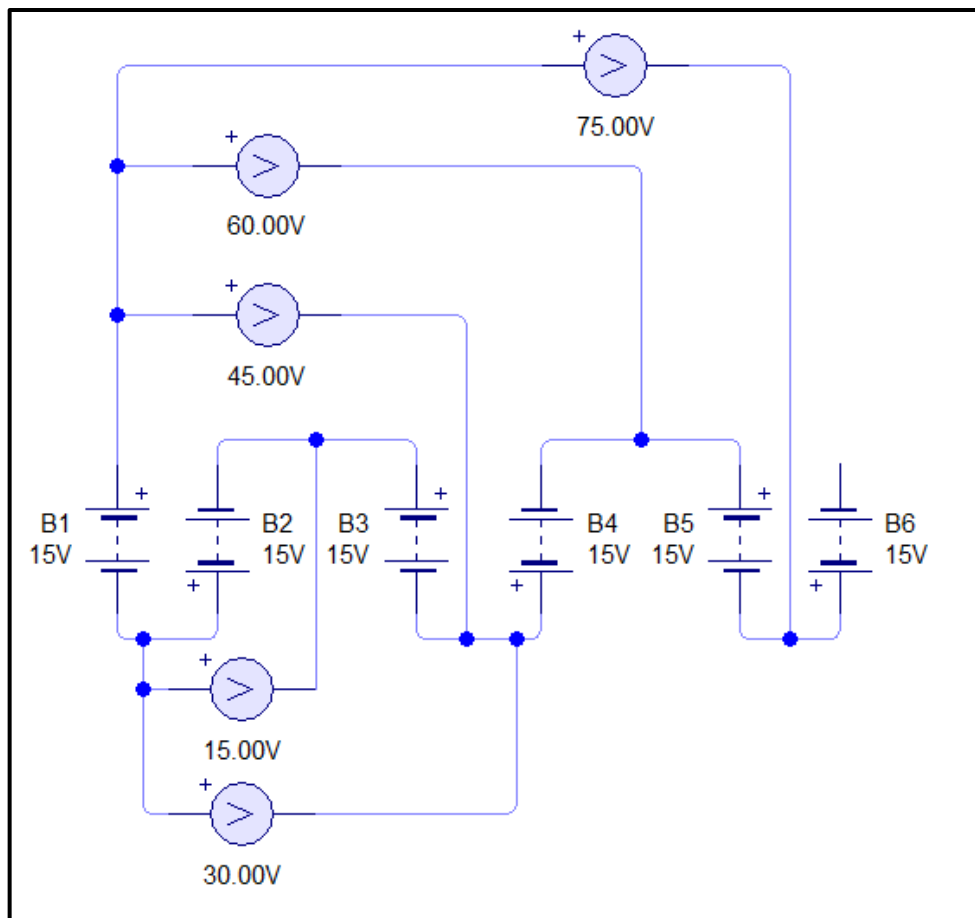


Si medimos un voltaje alterno con un multímetro que está calibrado para un voltaje continuo, este no medirá nada ya que el valor de voltaje que lee un multímetro en corriente continua es el valor medio, que para el caso de la corriente eléctrica doméstica es cero dado que varía desde 110 voltios positivos hasta 110 voltios negativos. Es por esto muy importante saber qué clase de corriente eléctrica se va a medir para de esta manera calibrar el multímetro previamente.

En una batería de alto voltaje y en un circuito en general podemos medir el voltaje total colocando el multímetro en las terminales de salida de la siguiente forma.



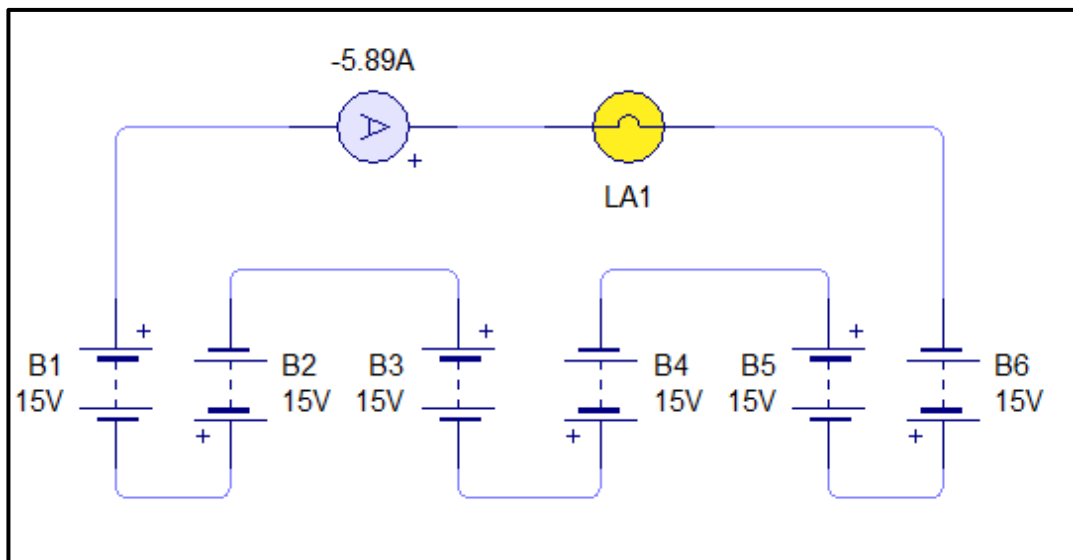
También podemos medir los voltajes parciales de cada pack de baterías de alto voltaje de la siguiente manera.



Como podemos apreciar en la gráfica anterior existen varias formas de medir los voltajes parciales, también podemos apreciar que en un circuito en serie los voltajes se van sumando.

### MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD

La intensidad o corriente eléctrica es la fuerza con la que el voltaje fluye, este a diferencia del voltaje se debe medir en serie. Un ejemplo de medición se la puede ver en el siguiente diagrama.

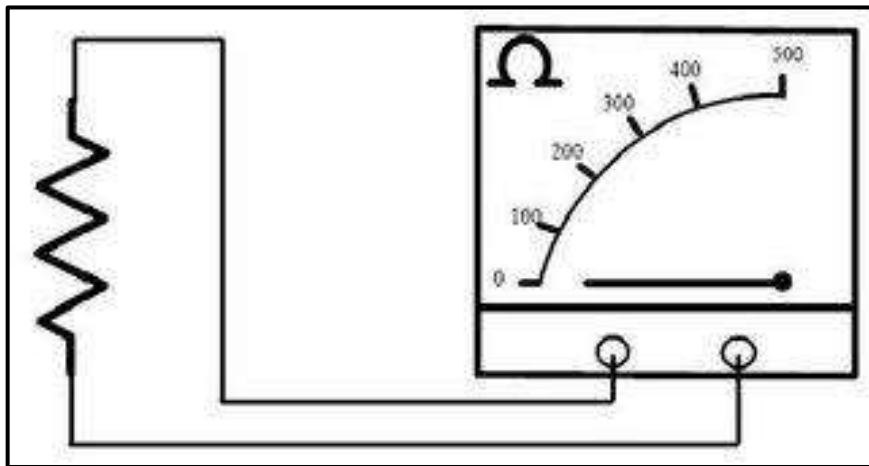


Como se puede ver para poder medir una corriente eléctrica se debe abrir el circuito y hacer que la corriente eléctrica circule por el amperímetro, en otras palabras integrar el amperímetro al circuito en el lugar que se desea realizar la medición.

La edición de la corriente eléctrica es importante para poder calcular la resistencia necesaria o usada como así también la potencia.

## MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA

La resistencia es la oposición que genera cualquier elemento al paso de la corriente eléctrica. Esta puede ser medida usando un multímetro y conectándolo en paralelo. De la misma manera que para medir el voltaje, la única diferencia es que para poder medir la resistencia, el elemento o circuito a ser medido debe estar sin corriente eléctrica, en otras palabras debe ser medido en frío.



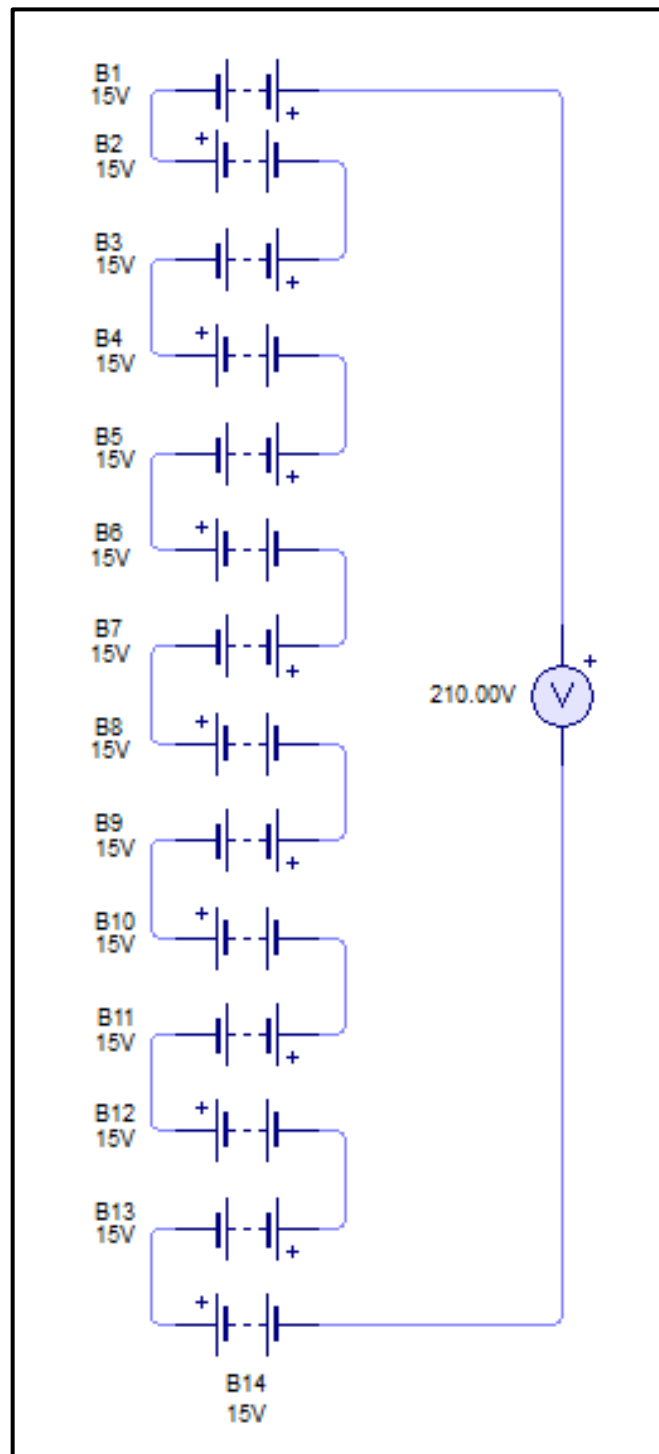
De igual forma debemos saber que las resistencias en circuitos en serie se suman y la resistencia equivalente en circuitos en paralelo disminuye.

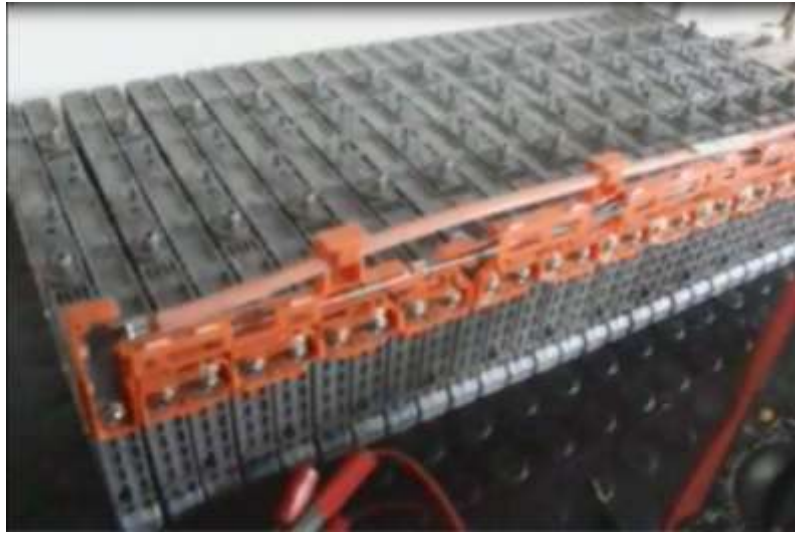
## **ANEXO E: DIAGRAMAS**



## DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BATERÍAS EN SERIE

La conexión de baterías en serie es de la siguiente manera.

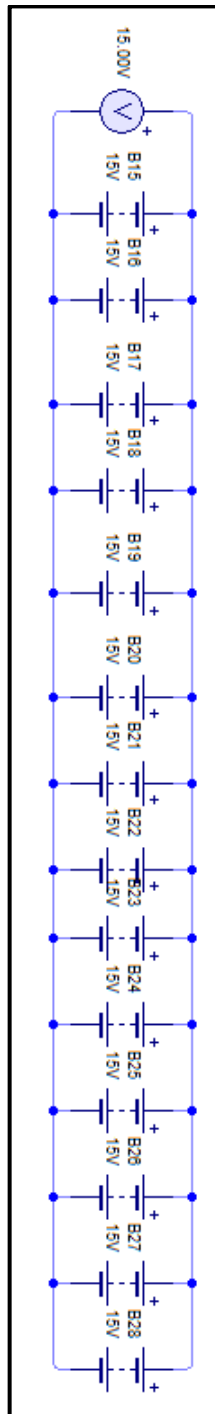


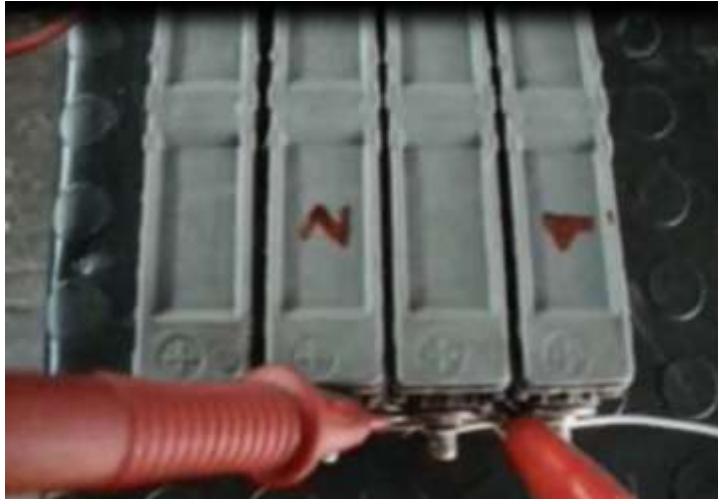




## DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE BATERÍAS EN PARALELO

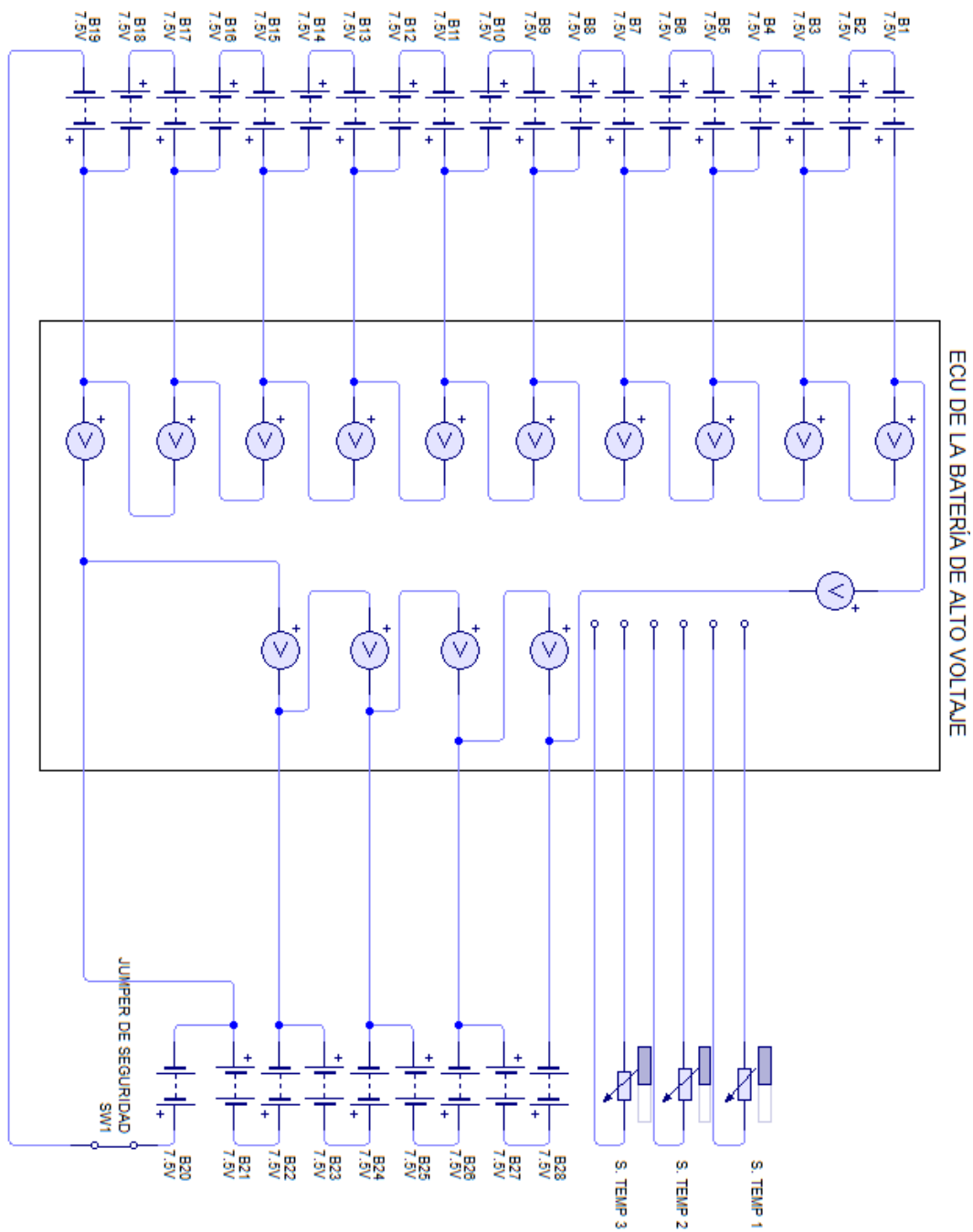
La conexión de baterías en paralelo es de la siguiente manera.



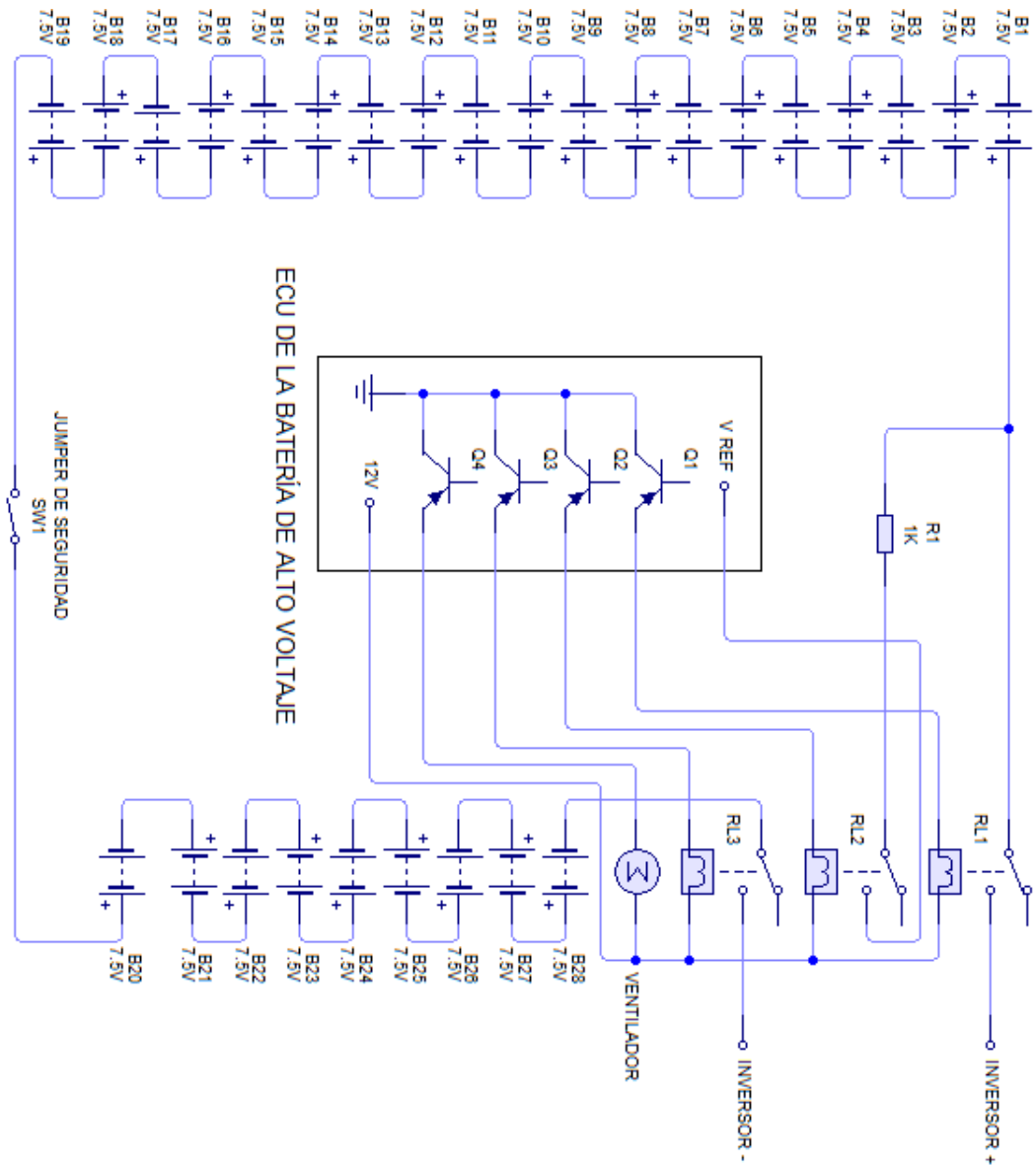


## DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CONTROL ELECTRÓNICO DE LA BATERÍA

### CONEXIÓN DE LOS PACKS DE BATERÍAS Y SENSORES DE LA ECU DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE DEL TOYOTA PRIUS 3G



## CONEXIÓN DE LOS PACKS DE BATERÍAS Y ACTUADORES



## **ANEXO F: ARTÍCULO PROYECTO**



# DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS

Luis Espinosa<sup>1</sup> Germán Erazo<sup>2</sup> Luis Mena<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.  
E-mail: esluisfe2007@hotmail.com, wgerazo@espe.edu.ec.*

## RESUMEN

El proyecto tiene por objetivo el diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS para realizar estas tareas a un bajo costo.

Es una guía completamente descriptiva del sistema de baterías de alto voltaje que se equipan en todos los vehículos híbridos o eléctricos que se producen mundialmente.

Por medio de la comprensión del funcionamiento de los vehículos híbridos y eléctricos, así como de sus mecanismos mecánicos, eléctricos y electrónicos, se logrará la integración de la electricidad y electrónica automotriz de manera más eficaz, pues se contará con un banco para poder desarmar y dar mantenimiento y reparar baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos y eléctricos. Tomando en cuenta el auge que esta tecnología está teniendo en nuestro país es importante para el estudiante familiarizarse con esta tecnología.

El proyecto se presenta como una herramienta de gran utilidad para todos los involucrados en la ingeniería automotriz, facilita el entendimiento preciso del funcionamiento de las baterías de alto voltaje de los vehículos

híbridos, así como sus componentes, ya sean estos sensores, actuadores o procesadores de datos que controlan el funcionamiento adecuado de este sistema.

El técnico automotriz contemporáneo está obligado a capacitarse permanentemente para no quedar aislado de la evolución de los sistemas de los vehículos híbridos y eléctricos.

Palabra Clave: Reparación y mantenimiento de baterías de alto voltaje de vehículos híbridos y eléctricos

## ABSTRACT

This Project has the objective of to do at a low cost, the design and improves a service, diagnostic and refurbishes protocol of the HYBRID VEHICLE BATTERY SYSTEM.

It is an entirely descriptive guide of the high voltage battery system that uses the entire hybrid or electric vehicles that are worldwide produced.

Using the comprehension of the way to work of the hybrid and electric vehicles, and as their mechanics, electrics and electronics mechanisms, we will be able to have a better integration of the automotive electricity and electronics, so we could have a bench to disassemble, do

service and repair high voltage batteries of the hybrid and electric vehicles.

We have to know that this technology is growing up in our country, and is important to the students get familiarized to this technology.

This project is presented as an important tool for all the people that are involved in the automotive engineering; it makes easier the precisely understanding of the working of the high voltage batteries, their components that could be sensors, actuators or data processors that controls the good working of this system.

The current automotive technician is obligated to have a permanent training to not be isolated of the evolution of the hybrid and electric systems of the vehicle.

## I. INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica propia de la industria automotriz, la preocupación por el medio ambiente, y la necesidad de tener cada vez vehículos más eficientes y silenciosos han originado el apareamiento de los vehículos híbridos.

Es así que una parte muy importante de esta clase de vehículos es el sistema de baterías de alto voltaje, que se encarga de almacenar la energía necesaria para hacer funcionar los motores eléctricos.

Las baterías de alto voltaje tienen diferentes tamaños, ubicaciones, pesos y densidad energética, esto depende principalmente del fabricante, de las prestaciones y tamaño del vehículo, entre otros factores.

Para poder monitorear y diagnosticar un sistema de baterías de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico, se necesita un escáner automotriz que provea acceso al vehículo en cuestión, osciloscopio, multímetro, y elementos de protección personal, como son los guantes aislantes.

El sistema de baterías de alto voltaje se compone de sensores, actuadores, la

unidad de control electrónico y las baterías propiamente dichas.

## II. DESARROLLO

### A. Sensores

Son los encargados de enviar la información que necesita la ECU de la batería de alto voltaje y la ECU Híbrida, para el correcto funcionamiento del sistema.

Los siguientes sensores son utilizados en el sistema de la batería de alto voltaje.

- **Sensor de temperatura**

Estos sensores se encargan de medir la temperatura de la batería de alto voltaje, se encuentran en ciertos packs de baterías.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 1. Sensor de temperatura.

- **Sensor de voltaje**

Estos sensores se encuentran en cada pack de baterías y sirven para medir que la variación de voltaje sea constante, controlado y uniforme.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 2. Sensor de voltaje.

- **Sensor de corriente**

Este sensor es el encargado de medir la cantidad de corriente que está circulando desde o hacia la batería.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 3.** Sensor de corriente.

- **B. Actuadores**

Los actuadores reciben las señales provenientes de la ECU de la batería de alto voltaje para enfriar a la batería y para permitir o cortar el paso de corriente de la batería.

- **Ventilador de la batería**

Es un motor eléctrico asociado a una turbina que se encarga de soplar aire frío hacia los packs de baterías y de esta forma enfriarlos.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 4.** Ventilador de la batería.

- **Relevadores**

Son los encargados de permitir o no el paso de la electricidad desde o hacia la batería de alto voltaje, están ubicados

en las salidas positivas y negativas de la batería de alto voltaje.



**Fuente:** Luis Espinosa.  
**Figura 5.** Conjunto de relevadores.

- **C. Packs de baterías**

La batería de alto voltaje de un vehículo híbrido o eléctrico está conformada por un conjunto de baterías más pequeñas llamadas packs de baterías, estos se hallan conectados en serie, en el caso del TOYOTA PRIUS 3G existen 28 packs de baterías.

Estos packs de baterías tienen un voltaje nominal de alrededor de 7.8 voltios, dando como resultado total una entrega de 220 voltios.

### III. FUNCIONAMIENTO

El sistema de la batería de alto voltaje entrega la energía necesaria para el funcionamiento de los motores eléctricos del vehículo, y también carga la batería del sistema de energía de 12 voltios.

Este sistema recibe su energía del sistema de freno regenerativo y del exceso de energía que se produce cuando el motor térmico es encendido y gestionado por el ECM híbrido.

Cabe destacar que la energía necesitada para mover los motores eléctricos, así como la producida cuando funcionan como generadores es trifásica, y para convertirse a continua debe pasar por el inversor de donde se transforman en las energías continuas o alternas y también aquí es transformada a 12 voltios para los accesorios del vehículo.

#### IV. DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN

Para poder diagnosticar correctamente cualquier sistema de un vehículo híbrido se debe contar con un escáner que sea capaz de comunicarse con el vehículo en cuestión.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 6. Escáner Launch x431 "Diagun"

Una vez que se cuente con el escáner se debe proceder a conectarlo en el conector ALDL del vehículo, ingresar al vehículo y buscar los códigos DTC presentes y almacenados en el vehículo.

Una vez que con estos códigos se determine que es un problema del sistema de las baterías de alto voltaje, se debe seguir los protocolos determinados en el presente por el fabricante para hallar el daño y con esto también su respectiva solución.

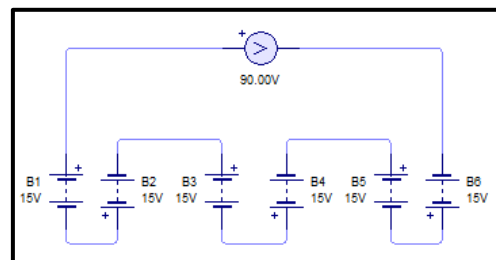
En caso de determinarse que el fallo es en los packs de baterías se debe utilizar un banco de pruebas para determinar el estado de cada pack y así saber cuál debe ser reemplazado.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 7. Banco de pruebas de baterías de alto voltaje

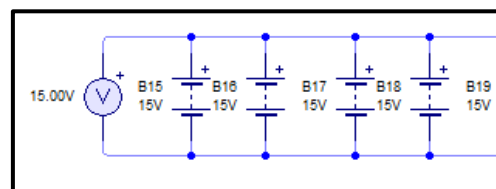
Las conexiones tanto para cargar como para descargar los packs de baterías, pueden ser individuales, es decir cargando o descargando individualmente cada pack de baterías. En serie, haciendo una cadena donde el voltaje se sumará, para cuando se cargue los packs de baterías utilizando este sistema, se deberá medir el voltaje de salida de las terminales.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 8. Conexión de un circuito en serie.

Finalmente se puede conectar a las baterías en paralelo que es más adecuado cuando se desea realizar una carga lenta, es decir para reactivar a los packs de baterías que pueden estar presentando un bajo rendimiento.



Fuente: Luis Espinosa.

Figura 9. Conexión de un circuito en paralelo.

Usando estas diferentes formas de conexión para cada caso, en función de la necesidad y el estado de la batería, podemos asegurar un correcto diagnóstico de estas, reemplazando solo las piezas necesarias y de esta forma reduciendo costos.

## V. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos de la presente investigación son:

- Rehabilitación de packs de baterías.
- Procedimientos para brindar un mantenimiento apropiado a baterías de alto voltaje.
- Mayor conocimiento de la estructura, función y funcionamiento de las baterías de alto voltaje en los vehículos híbridos y eléctricos.
- Establecer correctas normas de seguridad para operar, manipular y reparar baterías de alto voltaje de los vehículos híbridos y eléctricos.
- Capacidad de cargar y descargar cualquier tipo de batería eléctrica ya sea de motocicleta, vehículo convencional o vehículos híbridos.
- Diferentes tipos de conexiones tanto para cargar o descargar la batería, determinan el tiempo de duración del proceso, además de la energía que será disipada por los elementos consumidores.
- Siempre se debe utilizar elementos consumidores a fin de que absorban el exceso de voltaje en la carga de las baterías, a fin de proteger a las de sobrecargas y también cuando se hallen cargadas a su máximo, que no se deterioren por sobrecarga.

## VI. CONCLUSIONES.

- Se determinó que algunos de los sistemas de los vehículos híbridos son de alto riesgo de electrocución por lo que se debe utilizar elementos de protección personal.
- Los sistemas de los vehículos híbridos y eléctricos necesitan para su diagnóstico, mantenimiento y reparación de equipos de diagnóstico electrónico como escáner, osciloscopio y multímetro.
- Se estableció el método adecuado para monitorear y dar solución a los códigos de falla relacionados con el sistema de baterías de alto voltaje.
- Se determinó cada una de las partes de la batería de alto voltaje y su función.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Augeri, F. (2011). Curso sobre vehículos híbridos. Estados Unidos: Cise Electronics Corp. (inédito)
- [2] Mondragón, F y Torres, A. (2011). Análisis de rendimiento, consumo y emisiones generadas por los vehículos híbridos. Ecuador: ESPE-L
- [3] Anónimo. (2009). Prius Repair Manual. Estados Unidos: Toyota Motor Co.
- [4] Anónimo. (2004). Preliminary Release P3000/388.pdf. Estados Unidos: Toyota Motor Co.
- [5] Anónimo. (2004). Preliminary Release P3000/389.pdf. Estados Unidos: Toyota Motor Co.

## VIII. BIOGRAFÍA.



**Luis Espinosa**, nació en Quito, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales en asesoramiento de sistemas automotrices.



**Germán Erazo**, nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovales y Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



**Luis Mena**, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero y máster especializado en el Diseño, Construcción y Mantenimiento de motores de combustión interna Diésel-Gasolina, en la Universidad “Amistad de los Pueblos” en la Ex-URSS. Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica automotriz.

**Latacunga, Marzo de 2013.**

---

**Espinosa Delgado Luis Felipe**

**Director de la Carrera de Ingeniería Automotriz**

---

**Ing. Juan Castro**

**Director de la Unidad de Admisión y Registro**

---

**Dr. Eduardo Vásquez**