



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES: FREDDY MARCELO GÓMEZ CALAPAQUI
DIEGO ALFREDO HIDALGO CHASI**

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS
HÍBRIDAS.**

**DIRECTOR: ING. GERMÁN, ERAZO
CODIRECTOR: ING. JOSÉ, QUIROZ**

LATACUNGA, JUNIO 2014

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICADO

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. José Quiroz (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el proyecto titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS**”, realizado por los señores Freddy Marcelo Gómez Calapaqui, Diego Alfredo Hidalgo Chasi, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la UNIVERSIDAD en el Reglamento de Estudiantes de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE.

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

El mencionado proyecto consta de un documento y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizo a los señores: Freddy Marcelo Gómez Calapaqui, Diego Alfredo Hidalgo Chasi que lo entregue al Ing. JUAN CASTRO, en su calidad de director de la Carrera.

Latacunga, Junio del 2014

Ing. Germán Erazo.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. José Quiroz

CODIRECTOR DEL PROYECTO

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: FREDDY MARCELO GÓMEZ CALAPAQUI
 DIEGO ALFREDO HIDALGO CHASI

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

Por medio de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido y del alcance científico del proyecto de grado realizado.

Latacunga, Junio de 2014.

Freddy Marcelo Gómez Calapaqui

C.I: 050337142-9

Diego Alfredo Hidalgo Chasi.

C.I: 110465437-9

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros: FREDDY MARCELO GÓMEZ CALAPAQUI
 DIEGO ALFREDO HIDALGO CHASI

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE la publicación en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto titulado: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS”**, el contenido, ideas y el alcance científico están bajo nuestra responsabilidad y autoría.

Latacunga, Junio del 2014.

Freddy Marcelo Gómez Calapaqui

C.I: 050337142-9

Diego Alfredo Hidalgo Chasi.

C.I: 110465437-9

DEDICATORIA

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

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

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

Freddy Gómez C.

DEDICATORIA

El trabajo se lo dedico a mis padres Jorge Elías Hidalgo Cruz y Gloria Dolores Chasi Morocho, ustedes fueron mi ejemplo para poder alcanzar este gran logro, cuando era estudiante tuve obstáculos donde sus consejos, perseverancia y amor me fueron guiando por el camino del bien y agradecerles por regalarme la mejor herencia que es la EDUCACIÓN y por su ejemplo que nos brindan a cada uno de sus hijos.

Un sentimiento que puede pasar barreras es el amor de hermanos quiero dedicarles con cariño a mis hermanas Carla, Pamela, Ana Paula, Solangel y a mi hermano Jorge, que con sus llamadas me fueron brindando su confianza, ayuda, apoyo para no rendirme, y también dedicarle a un nuevo integrante de la familia que es mi Hijo Jorge Andrés.

De la misma forma quiero dedicarle a una gran persona como es Danny mi cuñado que siempre estuvo ayudándome cuando lo necesitaba.

Con mucho amor quiero dedicarle a mi abuelita Beatriz que siempre le pide a DIOS que me ilumine, me guie por el camino del bien y para que sea un gran profesional.

Diego Hidalgo Ch.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar al DIVINO NIÑO DE ISINLIVI por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Marcelo Gómez, mi MADRE, Martha Calapaqui,

A mis hermanos quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

Por ultimo a mi director de tesis Ing. German Erazo y codirector Ing. José Quiroz

Freddy Gómez C.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a mi DIOS y a la VIRGEN SANTÍSIMA del CISNE por darme la vida y permitirme alcanzar una gran meta que son mis estudios profesionales.

Agradecer a mis dos ejemplos de vida que son mis padres Jorge Elías Hidalgo Cruz y Gloria Dolores Chasi Morocho que supieron guiarme por el camino del éxito y por ser unas personas sinceras por brindarme amor, apoyo y confianza.

A mis tres hermanas Carla, Pamela y Ana Paula que fueron un pilar fundamental en mis estudios, a mi hermano Jorge que fue un amigo que siempre me decía hermano sigue adelante que tu si puedes lograrlo que con esfuerzo todo se puede y a mi cuñado Danny que siempre me apoyo convirtiéndose en un gran amigo.

Un agradecimiento especial a los señores ingenieros tutores del proyecto German Erazo y José Quiroz que de manera desinteresada me ayudaron guiándome para que el trabajo se logró tanto practico como teórico.

A mis profesores y compañeros de aula que gracias a sus enseñanzas y experiencias nos fueron formando para ser grandes profesionales.

Diego Hidalgo Ch.

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xix
RESUMEN.....	xx
SUMMARY	xxi
CAPÍTULO 1	1
“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS.”	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROBLEMA.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	5
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.	6
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5. METAS	7
1.6. HIPÓTESIS.....	7
1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	7
CAPÍTULO 2	9

MARCO TEÓRICO	9
2.1. BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.	9
2.1.1. Rendimiento y carga de diferentes tipos de baterías.	13
2.1.2. Ubicación de la batería de alta tensión.	13
2.1.3. Clavija o jumper de seguridad.	14
2.1.4. Monitoreo de temperatura.	14
2.1.5. Sistema de refrigeración de las baterías híbridas.	15
a. Motor eléctrico BRUSHLESS sin escobillas.	16
2.1.6. Control de alimentación de alta tensión.	17
2.1.7. ECU de la batería Híbrida.	17
2.1.8. Sensor de corriente de la batería HV.	18
2.2. TIPOS DE BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.	19
2.2.1. Batería HV del PRIUS 2001-2004 segunda generación.	19
a. Control del estado de carga o SOC.	20
b. Monitoreo del malfuncionamiento de la batería híbrida.	20
2.2.2. Batería HV del PRIUS 2004-2009 tercera generación.	20
a. Comunicación CAN.	21
2.2.3. Batería HV del TOYOTA PRIUS 2010 o cuarta generación.	22
a. ECU del Sistema de Batería Híbrido.	23
b. Sistema de diagnóstico.	23
2.2.4. Batería HV del TOYOTA PRIUS C.	24
a. Elementos que conforman la batería híbrida.	25
2.2.5. Batería HV del TOYOTA HIGHLANDER.	25
a. Componentes del Sistema.	27
2.2.6. BATERÍA HÍBRIDA DEL FORD ESCAPE.	27
a. Sistema de refrigeración de la BATERÍA HV.	28
b. Conector de Servicio o Jumper de Seguridad.	28
2.3. Códigos de problemas de datos DTC en la batería HV.	29

CAPÍTULO 3.....	34
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	34
3.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.....	34
3.2. CÁLCULOS DE SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.	35
3.2.1. CARGA.....	35
a. Voltaje pico de entrada, de salida y tensión inversa de pico.	35
b. Energía almacenada y potencia del condensador electrolítico	39
c. Potencia del diodo de protección.	41
d. Intensidad de carga.	42
3.2.2. DESCARGA	44
a. Capacidad de intensidad.	44
b. Capacidad del condensador poliéster.	45
c. Capacidad del voltímetro.	46
3.2.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.	47
a. Transformador de voltaje.	47
b. Voltaje pico de entrada, salida y tensión inversa de pico del diodo. .	49
c. Energía almacenada en el capacitor.	51
3.3. COMPONENTES.....	52
3.3.1. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.	53
a. Voltímetros analógicos.....	53
b. Multímetros digital	54
c. Amperímetro analógico.	55
d. Puente rectificador KBPC1506W.	56
e. Foco halógeno.	56
f. Condensador poliéster 400 V-224K.....	57
g. Condensador electrolítico 470 MICROFARADIOS Y 350 VOL.....	58
h. Diodo P600M y diodo rectificador RS405.	59
i. Transformador de voltaje.	60

j. Ventiladores.	61
k. Bornera X12	61
l. Interruptores conmutados.	62
m. Terminales de ojo y terminales hembra aisladas.	63
n. Alambre cableado.	63
3.4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.	64
3.4.1. LA ESTRUCTURA.	65
3.4.2. CORTE Y PERFORACIONES	66
3.4.3. ACABADOS.....	68
3.5. CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS.	70
3.5.1. Conexión de los voltímetros	70
3.5.2. Conexión de los amperímetros de carga y descarga	72
3.5.3. Conexión del circuito de carga.	73
3.5.4. Conexión del circuito de descarga.	75
3.5.5. Circuito eléctrico de carga y descarga.	76
CAPÍTULO 4	78
DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN	78
4.1. DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA HÍBRIDA.....	78
4.1.1. Desmontaje de la batería híbrida.....	86
4.1.2. Parámetros de funcionamiento del banco de pruebas.....	92
a. Monitoreo de los packs.	94
4.2. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA BATERÍA HÍBRIDA.	108
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	119
CAPÍTULO 5	132
MARCO ADMINISTRATIVO	132
5.1. RECURSOS.	132
5.1.1. RECURSOS HUMANOS.....	132
5.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS.....	133

5.1.3. RECURSOS MATERIALES.....	134
5.2. PRESUPUESTO.....	134
5.3. FINANCIAMIENTO.....	136
5.4. CRONOGRAMA.	136
CAPÍTULO 6	138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
6.1. CONCLUSIONES.....	138
6.2. RECOMENDACIONES.....	139
BIBLIOGRAFÍA	140
NETGRAFÍA.....	140

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2. 2	Monitoreo de temperaturas del bloque c.....	31
TABLA 2. 3	Diferencia de voltaje de los pack de la batería híbrida.....	32
TABLA 3. 1	Elementos eléctricos utilizados el banco de pruebas.....	52
TABLA 4. 1	Mediciones de voltaje de la batería HV del HIGHLANDER.....	80
TABLA 4. 2	Proceso de carga del bloque 1 de la batería HV.....	100
TABLA 4. 3	Proceso de carga del bloque 2 de la batería HV.....	101
TABLA 4. 4	Proceso de descarga del bloque 1 de la batería HV.....	102
TABLA 4. 5	Proceso de descarga del bloque 2 de la batería HV.....	103
TABLA 4. 6	Proceso de carga del bloque 3 de la batería HV.....	104
TABLA 4. 7	Proceso de descarga del bloque 3 de la batería HV.....	105
TABLA 4. 8	Descarga de los módulos con un foco de 12 V-55 WATT.....	107
TABLA 4. 9	Proceso de descarga de un bloque que ya fue cambiado.....	111
TABLA 4. 10	Descarga del bloque 3 reparado.....	116
TABLA 4. 11	Monitoreo de los packs de la batería HV del HIGHLANDER....	118
TABLA 4. 12	Funcionamiento inicial de los packs de la batería HV.....	120
TABLA 5. 1	Recursos humanos.....	132
TABLA 5. 2	Recursos tecnológicos.....	133
TABLA 5. 3	Recursos materiales.....	134
TABLA 5. 4	Presupuesto.....	135

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 Batería de alta tensión del TOYOTA PRIUS.	2
FIGURA 1. 2 Problemas y solución de la tecnología híbrida.....	3
FIGURA 2. 1 Módulos de la batería hv del toyota prius 2008.	10
FIGURA 2. 2 Ubicación de la batería de alta tensión.	13
FIGURA 2. 3 Jumper de seguridad.	14
FIGURA 2. 4 Sensores de temperatura y ventilador	15
FIGURA 2. 5 Sistema de refrigeración de las baterías HV	15
FIGURA 2. 6 Motor BRUSHLESS	16
FIGURA 2. 7 Diagrama de control de alimentación de alta tensión.....	17
FIGURA 2. 8 ECU de la batería híbrida.	18
FIGURA 2. 9 Sensor de corriente.....	18
FIGURA 2. 10 Batería HV del Prius 2001-2004 segunda generación.	19
FIGURA 2. 11 Batería HV del TOYOTA Prius 2004-2009 tercera generación..	21
FIGURA 2. 12 Batería TOYOTA Prius 2010.....	22
FIGURA 2. 13 Tablero vehículo TOYOTA Prius.	23
FIGURA 2. 14 Batería TOYOTA Prius C.....	24
FIGURA 2. 15 Elementos de una batería híbrida.	25
FIGURA 2. 16 Batería HV del TOYOTA HIGHLANDER.	26
FIGURA 2. 17 Monitoreo de la batería híbrida.....	26
FIGURA 2. 18 Elementos de la batería TOYOTA HIGHLANDER.	27
FIGURA 2. 19 Batería FORD ESCAPE.....	28
FIGURA 2. 20 Jumper de seguridad del FORD ESCAPE.	29
FIGURA 2. 21 Cable de monitoreo del sensor de temperatura desconectado..	30
FIGURA 2. 22 Ventilador de refrigeración de la batería HV.	32
FIGURA 3. 1 Ubicación de los voltímetros de medición.....	53
FIGURA 3. 2 Voltímetros analógicos de medición.	54

FIGURA 3. 3 Multímetro digital.	55
FIGURA 3. 4 Amperímetro analógico de medición carga y descarga.....	55
FIGURA 3. 5 Puente rectificador de 15 AMP-600V.....	56
FIGURA 3. 6 Foco halógeno para descarga la batería HV.....	57
FIGURA 3. 7 Condensador poliéster.....	58
FIGURA 3. 8 Condensador electrolítico.....	58
FIGURA 3. 9 Diodo protector del sistema de carga.....	59
FIGURA 3. 10 Diodo rectificador RS405.....	60
FIGURA 3. 11 Transformador de voltaje.....	60
FIGURA 3. 12 Ventilador 12 VCC.....	61
FIGURA 3. 13 Bornera X12.....	62
FIGURA 3. 14 Interruptores conmutados.....	62
FIGURA 3. 15 Terminales hembra aislado.....	63
FIGURA 3. 16 Alambre cableado.....	64
FIGURA 3. 17 Vista frontal del diseño del banco de pruebas.....	64
FIGURA 3. 18 Estructura del banco de pruebas.....	65
FIGURA 3. 19 Ubicación del vidrio de visualización.....	66
FIGURA 3. 20 Ubicación del control y selector de voltaje.....	67
FIGURA 3. 21 Soporte de los componentes eléctricos de medición.....	67
FIGURA 3. 22 Soporte de los elementos eléctricos carga y descarga.....	68
FIGURA 3. 23 Acabado de la estructura.....	68
FIGURA 3. 24 Manijas, seguro y tope de las compuertas.....	69
FIGURA 3. 25 Banco de pruebas pintado.....	69
FIGURA 3. 26 Banco de pruebas terminado.....	70
FIGURA 3. 27 Conexión eléctrica de los voltímetros.....	71
FIGURA 3. 28 Orden de colores de los conductores.....	72
FIGURA 3. 29 Amperímetro de carga.....	72
FIGURA 3. 30 Amperímetro de descarga.....	73

FIGURA 3. 31	Conexión del selector de voltaje y el puente de control.	74
FIGURA 3. 32	Conexión del circuito de carga.	74
FIGURA 3. 33	Circuito de descarga.....	75
FIGURA 3. 34	Circuito eléctrico de carga y descarga de la batería HV.	77
FIGURA 4. 1	TOYOTA HIGHLANDER 2010.....	78
FIGURA 4. 2	Escáner G-SCAN GIT.	79
FIGURA 4. 3	Mal funcionamiento en el tablero.....	79
FIGURA 4. 4	Voltaje de los packs.	81
FIGURA 4. 5.	Conector del ventilador de la batería HV.	82
FIGURA 4. 6	Tablero de funcionamiento del vehículo híbrido.	82
FIGURA 4. 7	Funcionamiento de las bobinas I1, I2.....	83
FIGURA 4. 8	Estado de arranque y apagado del vehículo HIGHLANDER.....	84
FIGURA 4. 9	Descarga de la batería HV en Amperios-Hora	84
FIGURA 4. 10	Estado de descarga Amperios- Hora al 100%.....	85
FIGURA 4. 11	Estado de salud de la batería HV del HIGHLANDER.....	85
FIGURA 4. 12	Guantes de nitrilo.....	86
FIGURA 4. 13	Asientos posteriores.	86
FIGURA 4. 14	Desmontaje de los asientos posteriores.	87
FIGURA 4. 15	Protectores de la batería HV	88
FIGURA 4. 16	Jumper de seguridad.....	88
FIGURA 4. 17	Protector de la batería HV.	89
FIGURA 4. 18	Ventilación delanteras de los bloques.....	89
FIGURA 4. 19	Desmontaje de la cubierta de protección.....	90
FIGURA 4. 20	Ventilador de la batería HV.	90
FIGURA 4. 21	Control de voltaje.	91
FIGURA 4. 22	ECU del sistema híbrido.	91
FIGURA 4. 23	Selección de carga en el banco de pruebas.	92
FIGURA 4. 24	Funcionamiento del foco halógeno.	93

FIGURA 4. 25	Opción de descarga y s1, s2 activados	93
FIGURA 4. 26	Focos halógenos de descarga activados.....	94
FIGURA 4. 27	Conexión de los cables de medición de los voltímetros.....	98
FIGURA 4. 28	Conexión en los packs de la batería HV.....	98
FIGURA 4. 29	Prueba con el foco de 12 V-55 Watt.....	106
FIGURA 4. 30	Perforación de los remaches de acero del bloque.....	109
FIGURA 4. 31	Separación de los módulos del bloque.....	109
FIGURA 4. 32	Ubicaciones de los módulos.....	110
FIGURA 4. 33	Módulos utilizados para el ensamblaje del bloque 3.....	112
FIGURA 4. 34	Descarga de los módulos.....	112
FIGURA 4. 35	Ubicación de los módulos y separadores.....	113
FIGURA 4. 36	Centrado de los módulos del bloque 3.....	113
FIGURA 4. 37	Chapas metálicas del bloque 3.....	114
FIGURA 4. 38	Limpieza de las chapas metálicas.....	114
FIGURA 4. 39	Ubicación de las chapas metálicas y sus cables.....	115
FIGURA 4. 40	Conexión de cables de monitoreo en la ECU de la BATERÍA.....	117
FIGURA 4. 41	Monitoreo de los packs con el bloque 3 reparado.....	119
FIGURA 4. 42	Caída de tensión del pack 1 y pack 2 del bloque 1.....	122
FIGURA 4. 43	Caída de tensión del bloque 2.....	123
FIGURA 4. 44	Caída de tensión del módulo 1 y módulo 2.....	124
FIGURA 4. 45	Caída de tensión del módulo 3 y módulo 4.....	125
FIGURA 4. 46	Caída de tensión del módulo 5 y módulo 6.....	126
FIGURA 4. 47	Monitoreo de voltaje del nuevo bloque 3.....	128
FIGURA 4. 48	Estado de salud de la batería hv con el bloque reparado.....	130
FIGURA 4. 49	Estado de salud de las baterías defectuosa y reparada.....	131
FIGURA 5. 1	Cronograma de actividades del proyecto.....	137

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 2. 1 Número de packs de la batería HV.	10
ECUACIÓN 2. 2 Voltaje nominal de la batería HV.	11
ECUACIÓN 2. 3 Voltaje máximo de la batería híbrida.	11
ECUACIÓN 2. 4 Voltaje máximo de la batería HV.	12
ECUACIÓN 2. 5 Voltaje total de la batería HV.....	12
ECUACIÓN 3. 1 Voltaje pico en la carga.	35
ECUACIÓN 3. 2 Tensión pico de salida.....	37
ECUACIÓN 3. 3 Rectificador de onda completa.....	38
ECUACIÓN 3. 4 Cantidad de energía que puede almacenar el condensador..	39
ECUACIÓN 3. 5 Potencia del condensador electrolítico.	40
ECUACIÓN 3. 6 Potencia máxima del diodo.	42
ECUACIÓN 3. 7 Intensidad de carga de la batería hv.....	42
ECUACIÓN 3. 8 Intensidad de carga del sistema.	43
ECUACIÓN 3. 9 Capacidad del condensador poliéster.	45
ECUACIÓN 3. 10 Voltaje de cada pack de la batería HV	46
ECUACIÓN 3. 11 Relación de devanados del primario y secundario.....	48

RESUMEN

La batería HV es uno de los principales componentes del sistema híbrido, por su trabajo de almacenar la energía eléctrica aportar altos voltajes al sistema, en la actualidad es el componente que presenta grandes inconvenientes. Se diseñó y construyó un banco de pruebas genérico para baterías híbridas a fin de realizar el procedimiento de carga y descarga, verificando el estado del SOC. Se seleccionaron componentes eléctricos, electrónicos que se adapten a tensiones de operación 220 V-330V, corriente de hasta 6 amperios para analizar la carga y descarga de las baterías híbridas de las marcas Toyota Prius, Highlander, Ford, Escape prolongando el tiempo de vida útil de las mismas. El banco de pruebas genérico verifica el estado en que se encuentra la Batería HV, mediante un diagnóstico del estado de carga y descarga, para el mantenimiento y reparación. Con las gráficas de carga y descarga verificamos el estado de los packs de la batería, estableciendo el porcentaje de la capacidad de carga (SOC) adecuado para que funcione con un 90 por ciento de eficiencia.

SUMMARY

The HV battery is one of the main components of the hybrid system, for his work of storing energy electric to provide high voltages to the system, currently is the component that has big drawbacks. It was designed and built a generic test bench for hybrid batteries in order to analyze a procedure of loading and unloading, checking the status SOC. were selected electrical, electronic components that adapt to voltages of operation of 220V-330V, current up to 6 amps to analyze load and unload of brands Toyota Prius, Highlander, Ford Escape for extend the life of the batteries. The generic test bench checks the State of the HV battery, through a diagnosis of the State of loading and unloading, for their maintenance and repair. With the graphics of loading and unloading, we check the State of the battery packs, establishing the percentage of charge (SOC) adequate capacity to run it with a 90 percent efficiency.

CAPÍTULO 1

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS.”

1.1. Antecedentes.

Debido a las necesidades de reducir las emisiones contaminantes que los vehículos ocasionan y a los elevados costos de los combustibles alternativos que han logrado alcanzar en los últimos años, se comenzó a implementar en los diferentes países tecnologías alternativas como la combinación de un motor de combustión interna, con un motor eléctrico, reduciendo los consumos de combustibles, permitiendo mejorar las condiciones de propulsión del vehículo.

Verni, F. (2011) “En el Ecuador la compra de vehículos híbridos va en aumento hasta el 2010 han ingresado 4507 unidades. A medida que pasa el tiempo la aceptación de los vehículos HV va ganando mercado debido a su eficiencia y rendimiento.”

El vehículo híbrido para su funcionamiento tiene un motor de combustión interna que trabaja en su máxima eficiencia y dos motores eléctricos que se dividen en motor eléctrico MG1 que va cargar la batería HV cuando la necesite y el motor eléctrico MG2 es el que va dar el movimiento a las ruedas cuando la batería HV este cargada, si la batería HV esta descargada los dos motores eléctricos van a trabajar como generadores para cargar a la misma.

Augeri, F. (2012) “Cuando el vehículo HV se encuentra en reposo y la carga de la batería HV se encuentra en 75%, el motor de combustión interna se mantiene apagado, si el vehículo HV empieza su recorrido la carga de la batería

HV baja hasta un 45 por ciento, el motor de combustión interna va arrancar de manera automática debido al accionamiento del moto generado MG2 que se encuentra a altas revoluciones y los motores eléctricos MG1 y MG2 trabajen como generadores.”

La batería HV es uno de los principales componentes del sistema híbrido, por su trabajo de almacenar la energía eléctrica aportar altos voltajes al sistema, en la actualidad es el componente que presenta grandes inconvenientes, la batería HV del TOYOTA PRIUS tiene 28 baterías HV pequeñas que van a estar conectas en serie para formar 14 packs. Cada pack es monitoreado por la ECU de la batería HV midiendo el voltaje, si es interrumpida o está en corto la ECU de la batería HV no vera el incremento de voltaje y rápidamente generara el código de falla.

Para poder realizar el diagnóstico de la batería HV debe estar desmontada, la verificación se realiza midiendo cada pack o en conjunto, ya que se encuentran en serie o también con la verificación del scanner observando el flujo de datos de la batería híbrida en este caso tiene que estar montada en el auto.



Figura 1. 1 Batería de alta tensión del Toyota Prius.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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

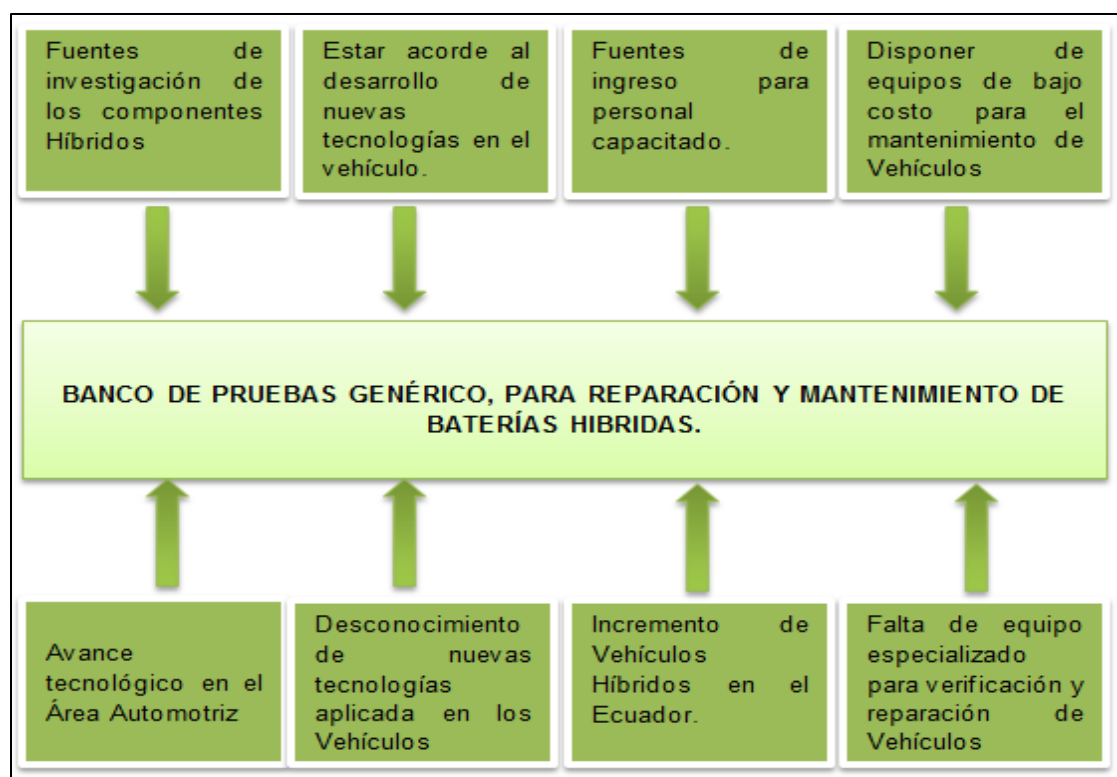


Figura 1. 2 Problemas y solución de la tecnología híbrida.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

1.2. DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROBLEMA.

Se diseñó y construyó un banco de pruebas genérico para baterías híbridas a fin de analizar un procedimiento de carga y descarga, verificando el estado del SOC.

Se Seleccionó componentes eléctricos, electrónicos que se adapten a tensiones de operación de 220 a 330 Voltios, corriente de hasta 8,8 amperios para analizar carga y descarga de baterías híbridas de las marcas Toyota Prius, Toyota Highlander, Ford Escape, otras marcas y modelos que vayan ingresando al mercado nacional para prolongar el tiempo de vida útil de las mismas.

El banco de pruebas genérico verifica el estado que se encuentra la Batería HV, mediante un diagnóstico del estado de carga y descarga, para su mantenimiento y reparación de las baterías híbridas de alta tensión.

Mediante las gráficas de carga y descarga verificamos el estado de los paquetes de la batería, estableciendo el porcentaje de la capacidad de carga (SOC) adecuado para que la batería funcione con un 90 por ciento de eficiencia.

Se realizó el monitoreo de los packs de la batería híbrida con el fin de verificar el estado de cada uno de ellos para determinar su estado o la posible reparación de toda la batería con el fin de brindar satisfacción al cliente al no desechar todo el conjunto. El proceso de monitoreo de los sensores de temperatura de la batería híbrida con el fin de verificar el estado de los packs, permite diagnosticar las averías en las mismas previa a la reparación.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Con el proyecto, se consiguió bajar costos de mantenimiento, menor contaminación del medio ambiente debido que una batería HV en buen estado generar altos voltajes para que funcionen correctamente los motores eléctricos en los ciclos que corresponde logrando que funcione en lo menor posible el MCI que produce gases contaminantes.

El avance tecnológico en el campo automotriz impulsa a estar a la par con las nuevas tecnologías es así que las baterías híbridas brindan un alto voltaje para el funcionamiento de los vehículos híbridos, ayudando a solucionar problemas en las baterías híbridas con la reparación y no desechándolas por completo.

El proceso de reparación de baterías de 214 V a 300 V se reemplaza los componentes defectuosos que se encuentre en la batería híbrida para verificar el estado de carga SOC adecuado para el que el vehículo funcione con un 90 % eficiencia reduciendo costos.

Para la optimización de las operaciones del vehículo híbrido, es necesario el mantenimiento de la batería, por no tener la capacitación necesaria no se la puede realizar, y todo el paquete completo de la batería se cambia, toda la batería no se daña completamente, si no algunos o solo un pack que son dos pequeñas baterías que van conectadas en serie. Podemos dar mantenimiento y realizar la reparación con el banco de pruebas y establecer el diagnóstico del estado, lo cual vamos a lograr una reducción al máximo de los costos del cliente y un mejor rendimiento del vehículo híbrido.

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar y construir un banco de pruebas genérico, para la reparación y mantenimiento de baterías híbridas que permita prolongar la vida útil de las mismas.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar componentes eléctricos y electrónicos para generar tensión de prueba para la batería híbrida de sus partes en forma de 110 VAC.
- Diseñar el sistema de carga que permita realizar el mantenimiento en la batería híbrida de diferentes marcas.
- Diagnosticar de manera eficiente los componentes de la batería híbrida.
- Realizar gráficas de carga y descarga verificando el estado de los paquetes de la batería HV.
- Desarrollar el proceso de reparación de la batería de 214 a 300 Voltios.
- Realizar, reemplazar y sustituir los componentes defectuosos que se encuentre en la batería híbrida.
- Establecer el porcentaje de la capacidad de carga (SOC) adecuado para que la batería funcione con un 90% de eficiencia para la reducción de

costos.

1.5. METAS

- Disponer de un banco de pruebas genérico para diagnosticar y dar mantenimiento a las baterías híbridas en un plazo de un año.
- Dar mantenimiento a las baterías HV para lograr reducir costos, solucionando problemas para la satisfacción del cliente, reduciendo la grave contaminación ambiental a la que se encuentra afectado el ser humano.

1.6. HIPÓTESIS.

El diseño e implementación del banco de pruebas genérico de baterías híbridas permitirá obtener un diagnóstico eficiente para desarrollar el mantenimiento que prolongue el tiempo de vida útil de las mismas.

1.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Para nuestro proyecto de investigación de tesis se aplicara las variables como son: variables independientes y variables dependientes.

Variable Independiente:

Banco de pruebas genérico de baterías híbridas.

Variable Dependiente:

Tiempo de vida útil de la batería híbrida

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. BATERÍA DE ALTA TENSION.

Augeri, F. (2013) “La gran mayoría de marcas tienen sus propios sistemas de baterías híbridas, existiendo una gran particularidad en sus características de funcionamiento especialmente en los componentes que conforman el sistema como son grupos de celdas bajo un orden de conexión específico, control de temperatura, control de activación de componentes de alta tensión.”

Meganeboy, D. (2014) “La batería no tiene ningún efecto memoria porque el sistema eléctrico está hecho para que nunca baje de un cierto nivel de carga, mientras el vehículo está funcionando. Cuando el vehículo queda parado y desconectado, el proceso de descarga es muy lento.”

Barbadillo, F. (2012) “Está compuesta por un número elevado de celdas que producen una tensión comprendida entre 151 V a 269 V. La batería es de tipo Ni-MH. Utiliza el Hidruro metálico (compuesto que permite el almacenamiento de hidrógeno) y del hidróxido de níquel como electrodos.”

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



Figura 2. 1 Módulos de la batería HV del TOYOTA PRIUS 2008.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Villareal, D. (2012) “Cuando la batería de un vehículo híbrido está cerca de su final, se enciende un indicador en el cuadro de mandos que advierte al conductor y el vehículo limita su potencia entrando en “modo avería”. Esto suele suceder en un periodo que oscila entre los 7 y 10 años, entre los 240.000 y 480.000 kilómetros, dependiendo del uso y el mantenimiento que se haya dado al vehículo.”

Se debe de calcular la capacidad de carga máxima de las baterías híbridas utilizando las siguientes ecuaciones.

Para el número de pack que contiene la batería HV debemos de utilizar la siguiente ecuación.

$$N_{\text{pack}} = \frac{N_{\text{módulos}}}{2}$$

Ecuación 2. 1 Número de packs de la batería HV.

Fuente: Augeri, F. (2012)

Donde.

N_{pack} = Número de packs.

$N_{\text{módulos}}$ = Número de módulos.

Para el cálculo del voltaje nominal que puede tener de capacidad la batería HV cuando conocemos el voltaje de cada pack y el número de packs utilizamos la ecuación 2.2.

$$V_{\text{nominal}} = V_{\text{pack}} \times N_{\text{pack}}$$

Ecuación 2. 2 Voltaje nominal de la batería HV.

Fuente: Augeri, F. (2012)

Donde.

V_{nominal} = Voltaje Nominal.

V_{pack} = Voltaje de cada pack.

N_{pack} = Número de packs.

Para el cálculo del voltaje nominal que puede tener de capacidad la batería HV cuando conocemos el número de celdas, voltaje de las celdas y el número de los módulos utilizamos la ecuación 2.3. El valor dependerá si la batería se encuentra dividida por bloques o es un solo componente como es el caso del TOYOTA PRIUS C.

$$V_{\text{nominal}} = N_c \times V_c \times N_b$$

Ecuación 2. 3 Voltaje máximo de la batería híbrida.

Fuente: Augeri, F. (2012)

Donde.

$V_{nominal}$ = Voltaje nominal.

N_c = Número de celdas.

V_c = Voltaje de la celda.

N_b = Número de módulos.

A este valor se le suma el 20% para tener el valor máximo de voltaje.

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

Ecuación 2. 4 Voltaje máximo de la batería HV.

Fuente: Murillo, P. & Rojas, A. (2014)

Donde.

V_{max} = Voltaje máximo.

$V_{nominal}$ = Voltaje nominal.

Para el voltaje total de las baterías híbridas se utiliza la ecuación 2.5.

$$V_{total} = V_{bloque 1} + V_{bloque 2} + V_{bloque 3}$$

Ecuación 2. 5 Voltaje total de la batería HV

Fuente: Augeri, F. (2012)

Donde.

V_{total} = Voltaje total.

$V_{bloque 1}$ = Voltaje del bloque 1.

Vbloque 2= Voltaje del bloque 2.

Vbloque 3= Voltaje del bloque 3.

2.1.1. Rendimiento y carga de diferentes tipos de baterías.

Las baterías híbridas tiene la capacidad para almacenar tensiones altas que pueden llegar desde 200 voltios a 330 voltios en el caso de los TOYOTA PRIUS, FORD ESCAPE y transmitir la tensión por medio de un circuito que va controlar el voltaje que son SMR1, SMR2, SMR3 para dejar pasar y para que realicen su funcionamiento los Motores eléctricos para que el vehículo se ponga en movimiento.

2.1.2. Ubicación de la batería de alta tensión.

El bloque de las baterías híbridas se encuentran ubicadas en el parte posterior del vehículos debajo del asiento en algunos y en otros se encuentran en el maletero se recomienda revisar el manual de vehículo híbrido.



Figura 2. 2 Ubicación de la batería de alta tensión.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.1.3. Clavija o jumper de seguridad.

El jumper de seguridad es un componente importante en la batería híbrida, tiene la función de dividir la alta tensión cuando se lo desconecta, cuando se desactiva el jumper divide el voltaje de la batería HV para poder realizar los mantenimientos en el vehículo HV es un componente de seguridad. El jumper tiene un circuito en su interior cuando no se enclava correctamente la ECU monitorea el bloque de baterías HV no permite encender el vehículo.



Figura 2. 3 Jumper de seguridad.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.1.4. Monitoreo de temperatura.

Castro, T. (2014) “Los paquetes de la batería consta de 3 ó 4 sensores de temperatura de tipo termistores los cuales detectan la temperatura y envía la información al módulo de la batería de acuerdo al cambio de temperatura mediante los termistores que varía su resistencia, mientras la temperatura sea baja la resistencia del termistor será alta y cuanto más alta sea la temperatura la resistencia será baja. Mediante este monitoreo la ECU de la batería varía la cantidad de aire que debe enviar el soplador.”

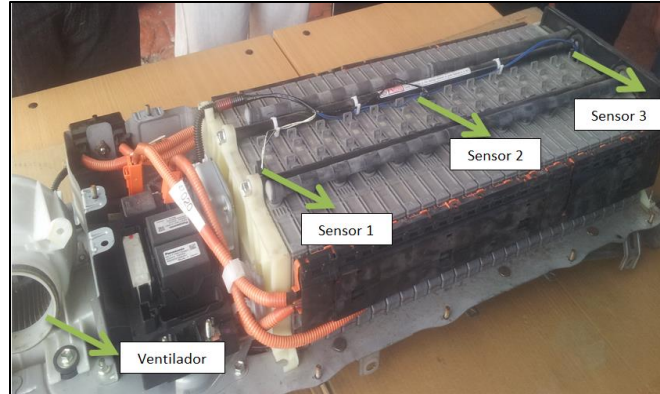


Figura 2. 4 Sensores de temperatura y ventilador.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.1.5. Sistema de refrigeración de las baterías híbridas.

(TOYOTA, 2012) “Durante la carga el calor interior aumenta en la batería, para su correcto funcionamiento deben operar dentro de unos rangos de temperatura determinados. Así por ejemplo, las baterías Ni-MH son capaces de operar en descarga con temperaturas desde 20 °C hasta 50 °C y en carga desde 0 °C hasta 45 °C aproximadamente”.



Figura 2. 5 Sistema de Refrigeración de las baterías HV

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Castro, T. (2014) “En los nuevos modelos del Prius el ventilador trabaja con un motor sin escobillas, y se debe tener mucho cuidado de no obstruir la toma de aire interna de la cabina que viene ubicada al lado de la silla trasera de pasajeros. El aire frío ingresa succionado por el ventilador este ingresa por la parte superior de la batería sale por la parte inferior el aire caliente hacia el exterior. De esta manera se mantiene la temperatura adecuada en la batería.”

a. Motor eléctrico BRUSHLESS sin escobillas.

Bueno, D. (2012) “Como su propio nombre indica, BRUSHLESS quiere decir sin escobillas. En este tipo de motor la corriente eléctrica pasa directamente por los bobinados del estator o carcasa, por lo tanto aquí no son necesarias ni las escobillas ni el colector que se utilizan en los BRUSHED. Esta corriente eléctrica genera campo electromagnético que interacciona con el campo magnético creado por los imanes permanentes del rotor, haciendo que aparezca una fuerza que hace girar al rotor por lo tanto al eje del motor.”



Figura 2. 6 Motor BRUSHLESS

Fuente: Bueno, D. (2012)

2.1.6. Control de alimentación de alta tensión.

Augeri, F. (2013) “Para controlar la alimentación tenemos tres relés los cuales realizan diferentes funciones, dos de ellos tenemos a la salida de la batería es decir un positivo y un negativo llamados SMR2 y SMR3 y un tercero SMR1 que sirve de protección para la conexión del negativo ya que actúa primero el SMR3 una vez detectado midiendo la corriente que pasa no existe un corto circuito o pasa mayor cantidad de corriente se conecta al SMR2 colocando de forma directa al positivo, si existe los problemas antes mencionados se bloquea el sistema inmediatamente no dejando pasar la corriente en forma directa.”

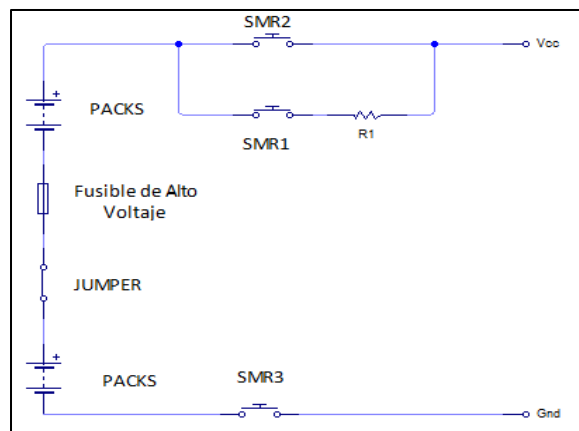


Figura 2. 7 Diagrama de control de alimentación de alta tensión.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.1.7. ECU de la batería Híbrida.

Para el control de las baterías híbridas se lo realiza por medio de una unidad electrónica ECU que se encuentra en el compartimiento de la misma al lado izquierdo dependiendo del vehículo HV.

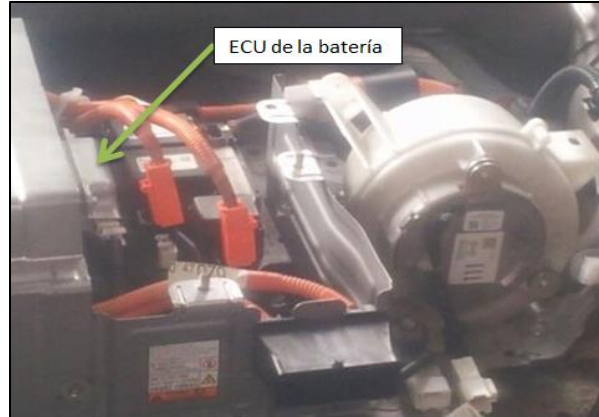


Figura 2. 8 ECU de la batería híbrida.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Las funciones que realiza es verificar el voltaje que contiene cada pack así como la corriente que se está utilizando para cargar o descargar, otra función es monitorear la temperatura de cada bloque para activar el ventilador poniendo en funcionamiento dependiendo de la temperatura, el monitoreo se lo realiza por sensores que en algunas baterías tienen tres ubicados en los extremo y en el medio de la misma.

2.1.8. Sensor de corriente de la batería HV.



Figura 2. 9 Sensor de corriente.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Espinosa, L., & Erazo, G. (2013) “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 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.”

2.2. TIPOS DE BATERÍAS DE ALTA TENSIÓN.

2.2.1. Batería HV del PRIUS 2001-2004 segunda generación.

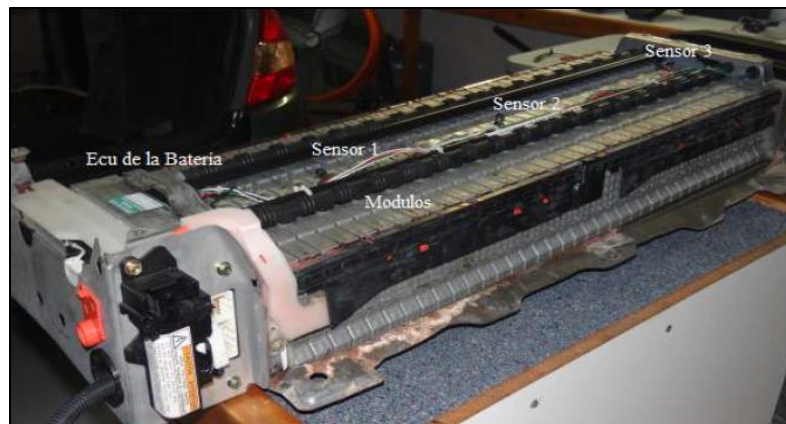


Figura 2. 10 Batería HV del Prius 2001-2004 segunda generación.

Fuente: Augeri, F. (2012)

(ENGINEERING SCIENCE & TECHNOLOGY DIVISION, 2004) “Una batería recargable de alto rendimiento de hidruro de níquel-metal se utiliza en el Prius 2004. La batería consta de 38 módulos de bajo voltaje (7.2V cada uno) conectados en serie para producir 273,6 V nominal. Se proporciona electricidad al motor y recibe la carga de energía desde el generador.”

Se encuentra ubicada en la parte de abajo del maletero de la parte posterior, para su observación se debe de desmontar la separación que existe utilizando

una llave o un dado numero 12 tomando en cuenta todas las normas de seguridad.

a. Control del estado de carga o SOC.

Augeri, F. (2012) “Se define el estado de carga SOC como el nivel de carga de la batería, normalmente expresado como un porcentaje del total de la capacidad máxima que tiene y viene expresado en Amperios- hora (Ah) o Kilovatios-hora (KW-h). En un híbrido con el vehículo detenido el motor de combustión MCI se pondrá en marcha para cargar la batería cuando el estado de carga baje de un 40% y se detendrá cuando llegue a un 50%. En funcionamiento el estado de carga podrá llegar a un 80%, sobre todo en conducción en autopista. En un automóvil híbrido la batería se carga utilizando la energía del motor de combustión MCI, es decir que la batería se carga a partir de la gasolina que se consume en el motor de combustión. El objetivo del sistema con vehículo en movimientos es mantener una batería en un 3/4 lleno, equivalente a un SOC de un 70 a 75%.”

b. Monitoreo del malfuncionamiento de la batería híbrida.

El mal funcionamiento es el monitoreo de los voltajes de los packs de la batería, así como el control de la temperatura con los sensores, mediante la ECU de la batería se detecta la avería, informando al Módulo de todo el sistema que no puede realizar el proceso de carga y descarga.

2.2.2. Batería HV del PRIUS 2004-2009 tercera generación.

Meganeboy, D. (2014) “La batería del Prius es de Níquel e Hidruro Metálico; la fábrica Panasonic. Proporciona 220 V, tiene 6,5 Ah de capacidad (3 horas),

pesa 42 kg tiene la densidad de energía más alta del mundo entre las baterías de su tamaño. Esta batería sólo se recarga con el generador, al que impulsa el motor térmico. No tiene ningún tipo de conexión para conectarla a una red o a otro dispositivo de carga.”

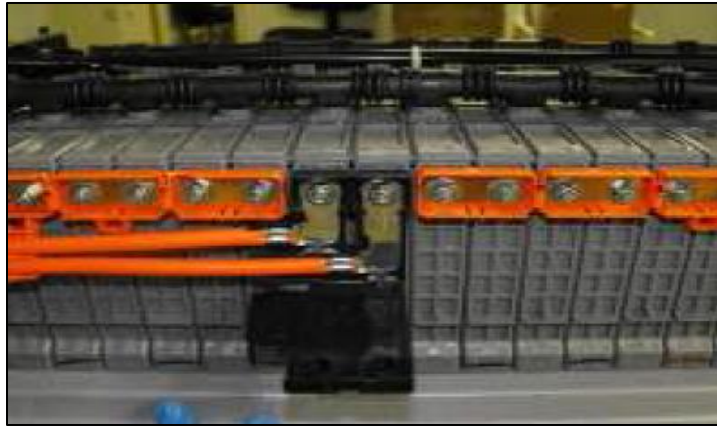


Figura 2. 11 Batería HV del Toyota Prius 2004-2009 tercera generación.

Fuente: Augeri, F. (2012)

Augeri, F. (2013) “Existen 28 baterías pequeñas de 7,89 V cada una están conectadas en serie de dos en dos para formar 14 packs de baterías de 15,78V cada pack y a su vez están conectadas todos estos 14 paquetes en serie para generar un voltaje total de 220 V. Cada pack de 15,78 V tiene un monitoreo de voltaje que va a la ECU de la Batería, cada monitoreo toma progresivamente la suma de los packs.”

a. Comunicación CAN.

Augeri, F. (2013) “La Ecu tiene dos pines para la comunicación CAN Alta y CAN baja, como el protocolo CAN es una comunicación a alta velocidad que se ve reflejada en dos señales una es el espejo de otra pero invertida, esta contienen a toda la información que viene decodificada incluida toda la

información del estado de Carga y descarga de la batería, temperatura de tal manera que si hay algún problema que detecta la ECU de la batería inmediatamente notifica a la ECU del sistema híbrido para que desactive los relays de potencia para la etapa de control de la alimentación de alta tensión y de esta manera proteger a la Batería.”

2.2.3. Batería HV del TOYOTA PRIUS 2010 o cuarta generación.



Figura 2. 12 Batería TOYOTA PRIUS 2010.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

(Toyota Motor Corporation, 2009) “La batería HV está encerrado en una carcasa metálica y está montado de forma rígida a el área de carga baja sartén travesaño detrás del asiento trasero. La caja de metal está aislado de alta tensión y oculta por la alfombra en el área de la cabina. La batería HV consta de 28 módulos de baja tensión (7,2 voltios) de la batería Ni-MH módulos conectados en serie para producir aproximadamente 201,6 voltios. Cada Módulo de batería de Ni-MH es anti derrame poder y en una caja sellada. El electrolito usado en el módulo de la batería de Ni-MH es una mezcla alcalina de potasio e hidróxido de sodio. El electrolito es absorbido en las placas de las células de la batería y normalmente no se escapará, ni siquiera en caso de colisión.”

a. ECU del Sistema de Batería Híbrida.

Augeri, F. (2013) “En este sistema la ECU de la batería en comunicación con la ECU del sistema híbrido mediante la red CAN cumple funciones de controlar el estado de carga SOC, control de la temperatura y diagnóstico de fallas. La computadora de este modelo se diferencia enormemente del modelo anterior sobretodo en tamaño ante cualquier daño de esta se debe proceder con el cambio inmediato ya que su reparación es muy difícil por los componentes electrónicos que lleva. Para el control del estado de carga es muy importante la supervisión del voltaje por paquetes que son cada dos packs, esto lo realiza por la información que toma de forma individual de cada paquete y de esta manera por el software que lleva cargado en esta le permite establecer las diferentes señales de cargas y descargas.”

b. Sistema de diagnóstico.



Figura 2. 13 Tablero Vehículo TOYOTA PRIUS.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Augeri, F. (2013) “Si presenta alguna falla en el sistema se verá reflejado inmediatamente en el tablero de instrumentos para su notificación, vale la pena

recalcar que todo el diagnóstico es mediante la red CAN que permanentemente está monitoreando el comportamiento del sistema para poder observar el comportamiento de la RED es necesario la utilización de un osciloscopio.”

2.2.4. Batería HV del TOYOTA PRIUS C.



Figura 2. 14 Batería Toyota Prius C.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Augeri, F (2013) “Este modelo sale al mercado a partir del 2012 experimentando varios cambios como su tamaño, peso y su voltaje nominal de 144 voltios. Está fabricado de Níquel Metal y su ubicación es debajo del asiento posterior, tanto su estado de carga SOC es monitoreado y controlado por la ECU de la batería. Esta batería está compuesto de 20 celdas de 6 células cada una que proporciona 1.2 voltios cada uno y sumando un total de 7.2 voltios en cada celda y en total 144 voltios de toda la batería. La unidad de batería o ECU monitorea el voltaje de la batería de bloque en 10 lugares. Cada bloque de la batería está compuesto de 2 celdas en un conjunto.”

a. Elementos que conforman la batería híbrida.

Los elementos que conforman la batería híbrida son simplificados, los elementos realizan diferentes funciones como el monitoreo de la temperatura por medio de sensores enviando la señal al Módulo de la batería HV para que el ventilador se ponga en funcionamiento, el sensor de corriente que también es monitoreado por el mismo modulo y los relés que controlan el voltaje que la batería HV va suministrar a los moto-generadores.

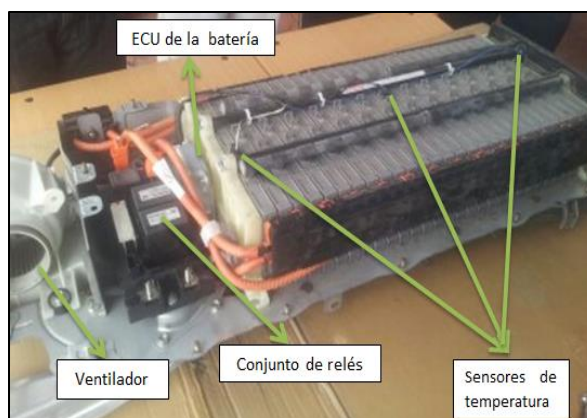


Figura 2. 15 Elementos de una batería híbrida.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.2.5. Batería HV del TOYOTA HIGHLANDER.

Augeri, F. (2013) “Este tipo de baterías están ubicados debajo del asiento trasero del vehículo la cual tiene un sistema de frenado regenerativo para cargarlo. Este sistema se activa cuando el vehículo está en movimiento es decir convierte la energía cinética en energía eléctrica para que entre en funcionamiento el motor eléctrico. Esta batería está formado por tres bloques dos de 12 celdas y uno de 6 celdas intermedio que forma un total de 30 celdas cada una con 8 células que proporciona 1.2 voltios en serie y sumando tenemos

9.6 voltios que en total en la batería tendremos un voltaje nominal de 288 voltios. La ECU de la batería monitorea los bloques en 15 lugares y cada bloque está formado por 2 celdas.”

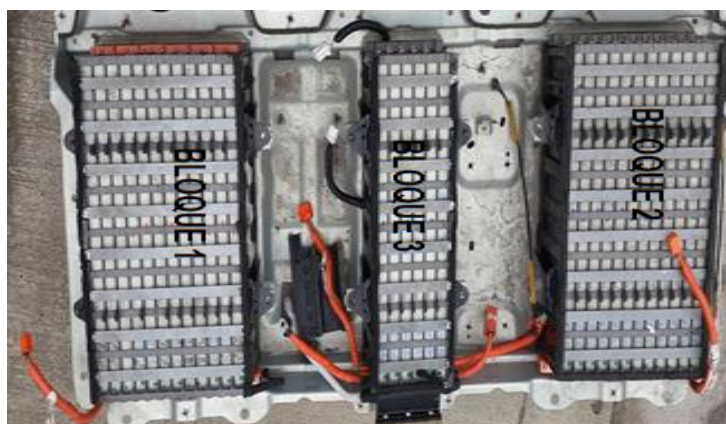


Figura 2. 16 Batería HV del TOYOTA HIGHLANDER.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

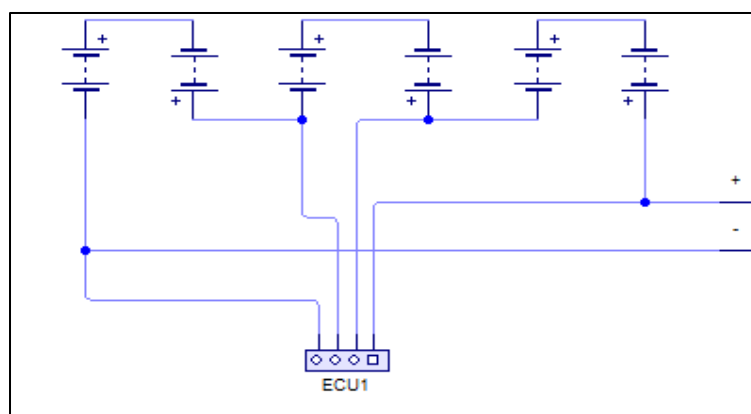


Figura 2. 17 Monitoreo de la batería Híbrida.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Augeri, F. (2013) “Como se puede observar se componen de tres bloques de baterías y se compone por 30 módulos y cada módulo consta de 8 células 1,2 V en serie dando un total de 9.6 voltios por pack. La unidad de batería o ECU

monitorea el voltaje de la batería de bloque en 15 lugares. Cada bloque de la batería está compuesto de 2 módulos o packs en un conjunto, dando un voltaje nominal de 288 voltios.”

a. Componentes del Sistema.

Augeri, F. (2013) “En este tipo de batería como tiene tres bloques cada uno tiene su ventilador para enfriar cada uno de ellos y a comparación tiene 5 sensores de temperatura tipo termistor que envía la información a la ECU de la batería, también la ECU en su parte superior tiene sus 3 relays de potencia así como el sensor de corriente esto hace que sea más fácil de maniobrar ante un posible daño.”



Figura 2. 18 Elementos de la batería TOYOTA HIGHLANDER.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

2.2.6. BATERÍA HÍBRIDA DEL FORD ESCAPE.

Augeri, F. (2013) “La batería de alto voltaje (HVTB) es fabricado por Sanyo del componente Hidruro de Níquel con un total de 50 celdas de forma circular y

cada una proporciona 6 voltios, está conectado en serie cada paquete formando 25 con un voltaje de 12 voltios y un voltaje nominal de la batería de 300 voltios. Este sistema está conectado a un sistema de tierra flotante que aísla de la batería de 12 voltios y sus componentes, dentro de esta carcasa se encuentra la unidad de control de la batería, la misma que controla el funcionamiento de la batería como el estado de carga, temperatura y activa y desactiva los ventiladores para enfriar el sistema.”



Figura 2. 19 Batería FORD ESCAPE.

Fuente: Augeri, F. (2013)

a. Sistema de refrigeración de la BATERÍA HV.

Augeri, F. (2012) “Es el encargado de controlar la temperatura de las celdas de Ni MH mediante 10 sensores de temperatura uno para cada enfriador que son en total dos, cuatro para el bloque derecho y cuatro para el bloque izquierdo.”

b. Conector de Servicio o Jumper de Seguridad.

La Batería HV del Ford Escape utiliza un control de voltaje que es el Jumper

de seguridad, cuando el jumper está activado no se puede realizar ningún mantenimiento, se debe de mover el jumper de la posición activa a la posición desactiva, en ese instante el voltaje se divide y para que el vehículo pueda funcionar de nuevo se debe de poner en la misma posición.



Figura 2. 20 Jumper de seguridad del FORD ESCAPE.

Fuente: Augeri, F. (2013).

2.3. Códigos de problemas de datos DTC en la batería HV.

El uso del escáner automotriz es importante para la detección de los códigos de mal funcionamiento DTC y el monitoreo de cada packs de forma individual, cada DTC nos va proporcionar la ubicación y el problema que vamos a tener en el vehículo híbrido, es necesario nombrar cuales son las fallas que podemos tener en la batería HV para realizar el mantenimiento y reparación a continuación tenemos los códigos de mal funcionamiento DTC con su descripción.

P0AA6: La presencia de este código es cuando existe un defecto de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida, es decir la batería HV se encuentra deteriorada internamente, los cables de los sensores de temperatura, los cables conductores de voltaje se encuentran haciendo contacto con algún metal y el conjunto de la chapas metálicas están oxidadas.

P0A0D: Este código es común, se presenta cuando el circuito de la batería HV se encuentra abierto, el Jumper de seguridad del sistema no se encuentra enclavado correctamente o solo aparece por motivo de haber desenclavado el Jumper.

P0AE7: El código se presenta siempre cuando hay cortocircuito en el relé que de activación SMR1 para la carga de la batería HV.

P0AE0: La batería híbrida tiene problemas de cortocircuito en el relé de activación SMR3 es decir en el negativo de la misma.

P0A9E: La presencia de este código es cuando la ECU de sistema HV no recibe la información suficiente para el monitoreo del sensor de temperatura del bloque A de la batería HV, el cable de monitoreo del sensor se puede encontrar desconectado, deteriorado, lo podemos observar en la siguiente imagen.



Figura 2. 21 Cable de monitoreo del sensor de temperatura desconectado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

P0ACD: El código se presenta cuando la ECU de sistema HV no recibe la información suficiente para el monitoreo del sensor de temperatura de la batería HV.

Tabla 2. 1 Monitoreo de Temperaturas del Bloque C.

No.	Temperatura	°C
1	Temperatura Batería	25,8 °C
2	Temperatura Batería	29,2 °C
3	Temperatura Batería	26,5 °C
4	Temperatura Batería	-65,9 °C
5	Temperatura Batería	-65,9 °C
6	Temperatura Batería	-65,9 °C
7	12 V Voltaje Batería	12,0 V
8	Voltaje Batería	3,4 V
9	Voltaje Batería	3,4 V
10	Voltaje Batería	3,0 V
11	Ventilador Refrigerante	OFF
12	Modo Ventilador	2

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

La falla que presenta puede ser por el cable de monitoreo que esta desconectado del bloque C y el sensor de temperatura puede estar deteriorado, donde las temperaturas que la ECU HV monitorea son erróneas.

P0AFA: El código de falla se presenta cuando existe en los packs de la batería híbrida tensiones bajas que pueden llegar a tener una diferencia de 1,5 voltios.

La falla que se presenta puede ser por el deterioro interno de la batería HV cuando se encuentran calcificadas y la resistencia interna que tiene es más alta

que lo normal, existiendo una diferencia de voltaje entre los packs que la conforman.

Tabla 2. 2 Diferencia de voltaje de los pack de la batería Híbrida.

No	Bloque de la batería	Voltaje
1	Bloque Batería	21,14 V
2	Bloque Batería	20,98 V
3	Bloque Batería	20,95 V
4	Bloque Batería	19,74 V
5	Bloque Batería	19,48 V
6	Bloque Batería	19,55 V

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

P0A84: Este código aparece cuando el ventilador de refrigeración de la batería HV no se encuentra funcionando correctamente.



Figura 2. 22 Ventilador de refrigeración de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Esta falla se puede presentar debido a problemas de baja tensión en los ventiladores cuando existe deterioro en los cables de conducción de voltaje, el conector del relé de integración de la batería HV no está conectado o sus cables

ya han cumplido con su vida de trabajo que se encuentran cortocircuitados internamente y puede que los ventiladores o la unidad electrónica de la batería HV se encuentre dañada.

P3023: El código de falla se presenta cuando el pack número 13 se vuelve débil debido a los factores que la batería ya no resiste la acumulación de energía en sus celdas y se descarga rápidamente.

U029A: El código de falla DTC se presenta cuando se pierde la comunicación entre la unidad electrónica de la batería HV y la unidad electrónica de todo el sistema híbrido.

La falla puede ser debido a que los cables que comunican a las dos unidades electrónicas de control se encuentren deteriorados o una unidad electrónica se encuentra dañada enviando información innecesaria errónea, donde el relé principal no permita el paso de voltaje permaneciendo sin funcionar y el vehículo híbrido no pueda realizar su operación de funcionamiento.

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

3.1. LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.

El banco de pruebas para el mantenimiento y reparación de baterías híbridas debe de ajustarse a parámetros y etapas de funcionamiento de carga y descarga, que se detalla a continuación como.

- El banco de pruebas puede ser alimentado con un voltaje alterno de 110 VAC.
- Disponer de fuentes de corriente continua.
- En el proceso de carga, disponer de un limitador de corriente, reduciendo la intensidad de la misma, para elevar el rendimiento en la carga de la batería HV.
- La tensión almacenada en la batería HV de 214 ó 300 VCC, va a ser consumida en forma directa por componentes que van a estar dispuesto en paralelo.
- Los elementos de medición deben de realiza el monitoreo de la diferencia de voltaje cuando se está almacenando tensión en la batería HV, la caída de tensión que debe de existir a la descarga y la corriente que va utilizar el banco de pruebas para cargar y descargar dependiendo de la necesidad que se encuentre.
- Por un interruptor se seleccionara el tipo de funcionamiento que realice de carga o descarga de la batería HV y en la descarga tendremos un interruptor que controle los focos halógenos, limitando la descarga en un mayor o menor tiempo.

3.2. CÁLCULOS DE SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

Para los cálculos se relaciona el voltaje de 110 ó 220 VAC, donde la corriente que puede ingresar en el circuito es de 8,1 amperios, los resultados serán la capacidad que va tener cada elemento electrónico en el banco de pruebas, realizando sus funciones de filtrado, conducción y limitadores de corriente.

3.2.1. CARGA.

Para la carga de la batería híbrida debemos utilizar varios elementos electrónicos con diferentes capacidades.

Se debe encontrar el valor de la capacidad de cada elemento mediante cálculos, los resultados son un valor teórico, que se debe comparar si hay en el mercado o buscar un componente cercano que sea conveniente para el circuito.

a. Voltaje pico de entrada, de salida y tensión inversa de pico.

Primero debemos encontrar el valor del voltaje pico o voltaje máximo, calculando en la ecuación 3.1 que se muestra a continuación.

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

$$V_{p \text{ inic}} = \sqrt{2} \times V_{\text{rms}}$$

Ecuación 3. 1 voltaje pico en la carga.

Fuente: Malvino, A. & Bates, B. (2007)

Donde.

V_{rms} = Voltaje de alimentación

V_p = Voltaje pico de carga

El voltaje V_{rms} es la alimentación de 110 VAC y 220 VAC que va ingresar al sistema eléctrico del banco de pruebas y 1,41 es la raíz cuadrada de 2.

Calculamos el Voltaje pico inicial con un voltaje de alimentación de 110 VAC.

$$V_{p\text{ inic}} = 1,41 \times 110 \text{ V}$$

Donde el voltaje pico de entrada es.

$$V_{p\text{ inic}} = 155,56 \text{ V}$$

Y el Voltaje pico inicial con un voltaje de alimentación de 220 VAC utilizando la ecuación 3.1.

$$V_{p\text{ inic}} = \sqrt{2} \times V_{rms} \quad (3.1)$$

Donde.

$$V_{p\text{ inic}} = 1,41 \times 220 \text{ V}$$

Donde el voltaje pico de entrada es.

$$V_{p\text{ inic}} = 311,12 \text{ V}$$

Malvino, A. & Bates, B. (2007) “Vamos a calcular el voltaje pico de salida, restando el voltaje pico de entrada con la tensión de salida de continua en puente, el valor se encuentra en la Tabla 4.1 Rectificadores no filtrados”

$$V_{psal} = V_{p\text{ inic}} - 1,4V$$

Ecuación 3. 2 Tensión pico de salida.

Fuente: Malvino, A., & Bates, B. (2007)

Para un voltaje pico inicial de 155,56 V.

$$V_{psal\ 110V} = 155,56\ V - 1,4V$$

El resultado es.

$$V_{psal\ 110v} = 154,16\ V.$$

Para un voltaje pico inicial de 311,12 V.

$$V_{psal\ 220V} = 311,12\ V - 1,4\ V$$

El resultado es.

$$V_{psal\ 220V} = 309,72V$$

La señal de voltaje de salida del puente rectificador es de 154,16 V y 309,72 V respectivamente, para poder realizar las diferentes funciones.

Como ya está calculado el voltaje pico de salida, ahora vamos a buscar la capacidad que debe tener el rectificador de onda completa y filtro con condensador a la entrada utilizando la siguiente ecuación.

$$PIV = V_p$$

Ecuación 3. 3 rectificador de onda completa

Fuente: Malvino, A. & Bates, B. (2007)

Donde.

PIV= Tensión inversa de pico (V)

V_p= Voltaje de pico de salida (V)

Para 110VAC, el resultado es.

$$PIV = 154,16 \text{ V}$$

Para encontrar el valor del rectificador de onda completa y filtro con condensador a la entrada con un voltaje de 220 VAC utilizamos la ecuación 3.3.

$$PIV = V_p \quad (3.3)$$

Donde el resultado es.

$$PIV = 309,72 \text{ V}$$

El puente rectificador KBPC1506W es el adecuado tiene una capacidad de 15 amperios-600 voltios, porque la tensión inversa de pico 154,16 V y 309,72 V es menor a la tensión de 600 voltios.

b. Energía almacenada y potencia del condensador electrolítico.

Para el cálculo de la energía que puede almacenar el condensador electrolítico debemos utilizar la siguiente ecuación.

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

Ecuación 3. 4 Cantidad de energía que puede almacenar el condensador.

Fuente: Fowler, R. (1992)

Donde.

W= Energía almacenada calculada (J).

C= Capacidad del condensador (F).

V= Voltaje pico de salida (V).

Elegimos un condensador electrolítico de 470 microfaradios y 350 voltios de capacidad y el voltaje pico de salida 154,16 V y se procede a reemplazar los valores en la ecuación 3.4.

$$W_{110V} = 0,5 \times 470 \times 10^{-6}(154,16)^2$$

El resultado es.

$$W_{110V} = 5,58 \text{ J}$$

Con un voltaje pico de salida de 309,72 V.

$$W_{220V} = 0,5 \times 470 \times 10^{-6} (309,72)^2$$

Donde.

$$W_{220V} = 22,54 \text{ J}$$

La cantidad de energía no es muy grande, pero el condensador genera mayor potencia al descargarse en menor tiempo.

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

Ecuación 3. 5 Potencia del condensador electrolítico.

Fuente: Fowler, R. (1992)

Donde

W= Cantidad de energía almacenada (J)

t= Tiempo (s)

P= Potencia (w)

La cantidad de energía almacenada son los valores de 5,58 J y 22,54 J, el tiempo que se va asumir es de 7 ms y se va a calcular la potencia que nos puede generar el condensador.

Para una cantidad de energía almacenada de 5,58 J, reemplazamos los valores en la ecuación 3.5.

$$P_{110V} = \frac{5,58 \text{ W} \times \text{s}}{0,0070 \text{ s}}$$

El resultado es.

$$P_{110V} = 797,14 \text{ Watt}$$

Realizamos el mismo procedimiento, utilizando el valor de la energía almacenada de 22,54 J.

$$P_{220V} = \frac{22,54 \text{ W} \times \text{s}}{0,007 \text{ s}}$$

El valor de la potencia es.

$$P_{220V} = 3\,220,47 \text{ W}$$

La potencia del condensador en 7 ms es de 797,14 y 3220,47 Watt, haciendo un análisis la intensidad que va soportar el condensador es de 10,4 amperios, lo cual el condensador de 470 μf -350 V es ideal para el funcionamiento en el circuito de carga.

c. Potencia del diodo de protección.

Se utilizara un diodo de protección para evitar sobretensiones o algún problema en el sistema, verificamos cual es la potencia máxima que debe tener el mismo, por medio de la ecuación 3.6 que se presenta a continuación.

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

Ecuación 3. 6 Potencia máxima del diodo.

Fuente: Malvino, A. & Bates, D. (2007)

El voltaje máximo que tenemos es de 309,72 voltios que se calculó en la ecuación 3.2, asumiendo que la intensidad máxima de ingreso es de 8.1 amperios, reemplazamos los valores en la ecuación 3.6.

$$P_D = 309,72 \text{ V} \times 8,1 \text{ Amp}$$

El resultado es.

$$P_D = 2\,508,76 \text{ Watt}$$

La máxima potencia que el diodo va tener es 2 508,76 Watt teóricamente, pero en el mercado no existe ese tipo de diodo, nosotros optamos por utilizar un diodo rectificador de 6 amperios-1000 voltios, por las tolerancias que va tener el circuito de la subida de tensión.

d. Intensidad de carga.

Para calcular la intensidad de carga que va a encender la lámpara halógena, se utilizara la ecuación 3.7 que se muestra a continuación.

$$P = V \times I$$

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

Ecuación 3. 7 Intensidad de carga de la batería HV.

Fuente: San Miguel, P. (2009)

Donde.

I= Intensidad

V= Voltaje

P= Potencia

El voltaje de 110 voltios es la alimentación que va tener conectando a la corriente eléctrica y la potencia viene descrita en los datos del foco halógeno que es de 500 watt, resolviendo la ecuación vamos a tener.

$$I = \frac{500 \text{ V} \times \text{Amp}}{110 \text{ V}}$$

Resultado.

$$I = 4,54 \text{ Amp}$$

La intensidad que va encender el foco halógeno limitador de corriente es de 4,54 amperios, y la intensidad que nos brinda la corriente de alimentación es de 8,1 amperios, mediante los cálculos de la ecuación 3.8 tendremos la intensidad que va cargar la batería híbrida.

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

Ecuación 3. 8 Intensidad de carga del sistema.

Donde

$$I_{\text{carga}} = 8,1 \text{ Amp} - 4,545 \text{ Amp}$$

Resultado es.

$$I_{\text{carga}} = 3,55 \text{ Amp.}$$

La intensidad de carga que va llegar a la batería híbrida es de 3,55 amperios, dependiendo como esté el estado de carga (SOC), el amperaje va disminuir entre más pase el tiempo.

3.2.2. DESCARGA

a. Capacidad de intensidad.

Para ver la corriente que pasa por el circuito de descarga, que va encender a los focos halógenos se calcular con la ecuación 3.7 que se muestra a continuación.

$$I = \frac{P}{V} \quad (3.7)$$

(Toyota Motor Corporation, 2009) “Los focos tienen una potencia de 500 watt, el voltaje de la batería HV es de 201,6 tomando como referencia el Toyota Prius 2009 y el valor 3 es el número de focos halógenos que tenemos en paralelo”.

Donde.

$$I = \frac{500 \text{ V} \times \text{Amp} \times 3}{201,6 \text{ V}}$$

$$I = 7,44 \text{ Amp}$$

La intensidad que va descarga a los focos halógenos es de 7,44 amperios tomando los valores de 201,6 voltios y 500 watt.

b. Capacidad del condensador poliéster.

Para el cálculo de la capacidad del condensador, asumimos valores como la distancia entre placas de 0,4mm y sus placas son de 0,6 m² y utilizamos la siguiente ecuación.

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

Ecuación 3. 9 Capacidad del condensador poliéster.

Fuente: San Miguel, P. (2009)

Donde.

C= Capacidad en relación a las partes constructivas del condensador (F).

d= Espesor del dieléctrico (m)

ϵ_r = Constante dieléctrica de la sustancia aislante relativa al vacío.

San Miguel, P. (2001) "La constante dieléctrica aislante tiene un valor de 3, el valor se lo encuentra por el tipo de sustancia que se va utilizar en nuestro caso de poliéster en la tabla 2.54 Constante dieléctrica de materiales comunes."

$$C = \frac{0,3}{4 \times \pi \times 9 \times 10^9} \times \frac{0,6m^2}{0.0004m}$$

Donde.

$$C = \frac{1,8}{45\ 238\ 934,21}$$

El resultado es.

$$C = 3,97\ 10^{-8}F$$

La capacidad del condensador poliéster es de $3,97\ 10^{-8}F$ no existe en el mercado comercial ese tipo de condensador, optamos por un valor cercano que fue de 0,22 microfaradio para la comodidad del circuito eléctricos y las tolerancias que pueda existir en él.

c. Capacidad del voltímetro.

(Toyota Motor Corporation, 2009) “Tomando como ejemplo el TOYOTA PRIUS 2009 cada celda tiene un voltaje de 7,2 voltios y el monitoreo que realiza la ECU HV es que cada dos módulos es un pack de la batería HV.”

$$V_{\text{pack}} = V_{\text{módulo}} \times 2$$

Ecuación 3. 10 Voltaje de cada pack de la batería HV del Toyota Prius 2009

Fuente: Augeri, F. (2013)

Entonces.

$$V_{\text{pack}} = 7,2\ V \times 2$$

El resultado es.

$$V_{\text{pack}} = 14,4 \text{ V}$$

El valor del voltaje que va monitorear el voltímetro en la carga y descarga es de 14,4 V, por la relación de parámetros que realizamos, la capacidad que va tener el voltímetro es de 30 V por la subida de tensión que puede tener cada pack y debido a la utilización de diferentes baterías HV con mayor voltaje.

3.2.3. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

El sistema de refrigeración es importante, tiene que mantener todos los elementos eléctricos en una temperatura adecuada de funcionamiento de 35 °C, a continuación se detallan los cálculos para el uso de los componentes eléctricos.

a. Transformador de voltaje.

El transformador tiene una salida de voltaje de 9 V y una intensidad de 2 Amperios, para ello vamos a calcular en la siguiente ecuación la potencia que nos va proporcionar el circuito.

$$P = V_{\text{salida}} \times I_{\text{salida}} \quad (3.6)$$

Donde.

P= Potencia de salida.

V= Voltaje de salida.

I= Intensidad de salida.

Reemplazando los datos.

$$P = 9 \text{ V} \times 2 \text{ A}$$

El resultado es.

$$P = 18 \text{ Watt.}$$

La potencia que vamos a tener en el transformador es de 18 Watt, tenemos los valores de voltaje y amperaje que se necesita para que funcionen los ventiladores.

Como la intensidad es de 2 Amperios y el voltaje es de 9 V de salida que nos proporciona el devanado secundario, vamos a utilizar la siguiente ecuación para encontrar la relación de los devanados del transformador.

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

Ecuación 3. 11 Relación de devanados del primario y secundario.

Fuente: Álvarez, M (2009)

Donde.

N1= Devanado primario.

N2= Devanado secundario.

V1= Voltaje de entrada.

V2= Voltaje de salida.

Para el cálculo utilizamos un voltaje de entrada de 220 voltios y un voltaje de salida de 9 voltios para que funcionen los ventiladores de PC.

Reemplazamos los valores.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{220 \text{ V}}{9 \text{ V}}$$

La relación de los devanados es.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{9}$$

La relación del devanado es por cada 220 vueltas de arrollamiento en el devanado primario, vamos a tener 9 vueltas en el devanado secundario, para tener un voltaje de 9 voltios de salida.

b. Voltaje pico de entrada, salida y tensión inversa de pico del diodo rectificador.

Debemos calcular el voltaje pico que nos va proporcionar el transformador teniendo un voltaje de salida de 9 V, utilizamos la ecuación 3.1.

$$V_{p \text{ inic}} = \sqrt{2} \times V_{\text{rms}} \quad (3.1)$$

Reemplazando valores.

$$V_{p \text{ inic}} = \sqrt{2} \times 9 \text{ V}$$

Realizando el cálculo.

$$V_{p\text{ inic}} = 1.41 \times 9 \text{ V}$$

El resultado es.

$$V_{p\text{ inic}} = 12,75 \text{ V}$$

Malvino, A. & Bates, D. (2007) "El voltaje pico de salida es la resta del voltaje pico de entrada de 12,75 con la tensión de salida de continua en puente de 1,4 V, el valor se encuentra en la Tabla 4.1 Rectificadores no filtrados"

$$V_{psal} = V_{p\text{ inic}} - 1,4\text{V} \quad (3.2)$$

Donde.

$$V_{psal} = 12,75 \text{ V} - 1,4\text{V}$$

El resultado final es.

$$V_{psal} = 11,32 \text{ V}$$

El voltaje pico de salida es 11,32 V utilizando la Ecuación 3.3 encontramos la capacidad que debe tener el rectificador de onda completa y filtro con condensador a la entrada, utilizando la siguiente ecuación.

$$PIV = V_{psal} \quad (3.3)$$

Reemplazando valores.

$$PIV = 11,32 \text{ V}$$

La tensión inversa teórica es 11,3279 V, para la utilización del diodo rectificador tenemos que elegir que tenga un mayor voltaje al calculado, en el análisis el adecuado es el diodo rectificador RS405 que tiene una capacidad de 6 amperios-420 voltios.

c. Energía almacenada en el capacitor.

Para el cálculo de la energía almacenada en el capacitor, utilizamos la ecuación 3.4 que se observa a continuación.

$$W = 0,5 CV^2 \quad (3.4)$$

Elegimos un condensador electrolítico de 1000 microfaradios-25 voltios de capacidad, el voltaje pico de salida ya calculado es 11,3279 y procedemos a reemplazar los valores en la ecuación 3.4.

Donde.

$$W = 0,5 \times 1 \text{ F} \times (11,3279\text{V})^2$$

El resultado es.

$$W = 64,16 \text{ J}$$

La cantidad de energía almacenada en el condensador electrolítico es de 64,16 J en el sistema de enfriamiento, el condensador electrolítico de 1 000

microfaradios-25 voltios es el ideal para filtrar la corriente que va pasar por su circuito interior para que funcionen los ventiladores de PC.

3.3. COMPONENTES.

Tabla 3. 1 Elementos eléctricos utilizados el banco de pruebas.

No.	ELEMENTO	CARACTERÍSTICA
1	Voltímetro analógico.	30V, escala de 1:1. Voltaje DC 100 micro voltios a 600 voltios, voltaje AC 100 micro voltios a 600 voltios, resistencia 100 micro ohmios a 1000 ohmios, corriente DC 0,1 micro amperios a 10 amperios.
2	Multímetro digital.	10 Amperios, escala de 1:1.
3	Amperímetro analógico.	15 Amperios, 600 V.
4	Puente rectificador KBP1506W.	6 Amperios, 420 V.
5	Puente rectificador RS405	470 microfaradios, 350 V.
6	Condensador electrolítico.	1 000 microfaradio, 25 V.
7	Condensador electrolítico.	0,22 microfaradios, 400 V.
8	Condensador poliéster.	6 Amperios, 1 000 V.
9	Diodo P600M.	500 watt, 120V.
10	Focos halógenos.	110 ó 220 a 9 voltios y 2 amperios.
11	Transformador.	Para PC de 12 VAC.
12	Ventiladores.	Número 14.
13	Alambre cableado.	12 amperios, 250V. luminosos
14	Interruptores basculantes dobles	9 terminales, 250V/125V, 16 A/30A.
15	Interruptor Conmutador tres posiciones.	

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El banco de pruebas de baterías HV tiene diferentes componentes eléctricos, electrónicos, de conducción y limitadores de corriente.

La tabla 3.1 enumera una lista de componentes eléctricos que se utilizan en el banco de pruebas y una pequeña característica de su capacidad como valores para la aplicación en el diseño.

3.3.1. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

En la selección de los elementos eléctricos se tomaron diferentes aspectos como el voltaje de alimentación que va tener el banco de pruebas 110 ó 220 VAC, la transformación de corriente alterna en continua, la carga, la descarga y el monitoreo que se le van a realizar a los packs de la batería híbrida de forma independiente.

a. Voltímetros analógicos.



Figura 3. 1 Ubicación de los voltímetros de medición.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Para el monitoreo de los pack se utilizaron 10 voltímetros, los primeros cinco van estar ubicados a 6 centímetros de la parte superior separados a 8 centímetros entre ellos y a 15 centímetros de la parte inferior los restante.

En el análisis el voltaje de cada pack del Toyota Prius es de 14,4 voltios, la capacidad del voltímetro para la medición en el banco de pruebas es de 30 voltios por cada pack.

El voltímetro va ser de tipo analógico de 30 voltios, van estar conectados en serie, del negativo del ultimo voltímetro sale un cable conductor y de cada positivo sale un conductor a la bornera X12 para que puedan realizar el monitoreo de todos los pack de la batería HV.

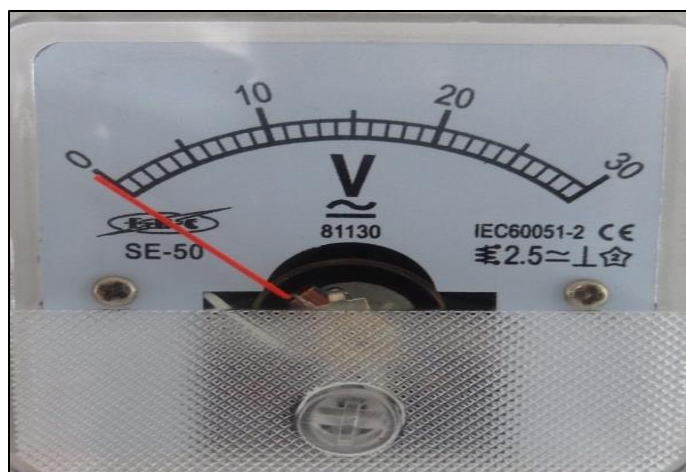


Figura 3. 2 Voltímetros analógicos de medición.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

b. Multímetros digital

El multímetro digital va cumplir una función principal de medir el voltaje total que va existir en los packs de la batería HV que son monitoreados en la carga

como en la descarga, verificando que el voltaje no se sobrepase a la capacidad de almacenamiento de la misma.



Figura 3. 3 Multímetro digital.
Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

c. Amperímetro analógico.



Figura 3. 4 Amperímetro analógico de medición carga y descarga.
Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

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

d. Puente rectificador KBPC1506W.

(DatasheetCatalog.com, 2014) “El puente rectificador KBP1506W realiza el cambio de corriente alterna en continua, estando en paralelo con un condensador electrolítico para filtrar la señal que sale del mismo. Tiene una capacidad de soportar hasta 600 VDC en el ingreso y 600 VCC a la salida. Puede llegar a tener una salida máxima de corriente media rectificada de 15 amperios a una temperatura de 55°C.”



Figura 3. 5 Puente rectificador de 15 Amperios-600V.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

e. Foco halógeno.

Los focos halógenos al estar compuestos de un filamento de tungsteno y tener una reacción química equilibrada de sus gases, lo cual alarga su vida útil de trabajo, es un elemento eficaz para descargar la batería híbrida de forma

prolongada, logrando que la calcificación existente en el interior de la misma se abra y al realizar la carga de la batería HV limite la corriente que pasa por el circuito, funcionando con un voltaje de 110 VCC y un potencia de 500 Watt.



Figura 3. 6 Foco halógeno para descarga la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

f. Condensador poliéster 400 V-224 K.

Se utilizó tres condensadores poliéster debido a sus propiedades de regenerarse a causa de sobretensiones, están conectados en serie a dos focos halógenos donde van estar conectados a un interruptor de control cada uno, la función que realiza en el circuito eléctrico es absorber la corriente que está pasando cuando el interruptor de mando este desactivado y no permita encender los focos halógenos de descarga cuando se esté realizando la carga a la batería HV.

Tiene una capacidad de 0,22 microfaradios, puede llegar a tener un voltaje máximo de entrada y salida de 400 voltios.

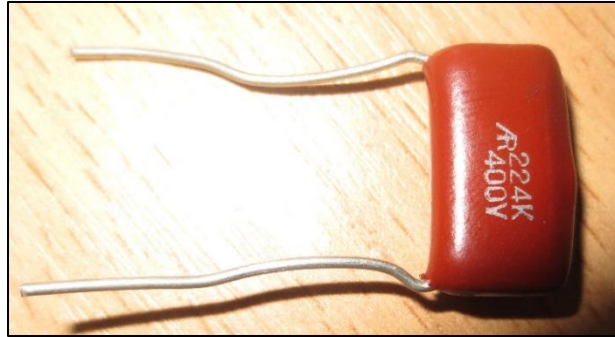


Figura 3. 7 Condensador poliéster

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

g. Condensador electrolítico 470 MICROFARADIOS Y 350 V.

Tiene una mayor capacidad por unidad de volumen, se emplea en circuitos eléctricos de alta corriente, almacena la carga y se descarga en un poco tiempo dependiendo de la corriente que llegue al circuito, controla el voltaje de salida, filtrando la señal de corriente que envía el puente rectificador al mismo.



Figura 3. 8 Condensador electrolítico.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El condensador electrolítico tiene una capacidad de 470 microfaradios y su voltaje máximo que puede pasar por su circuito interno es de 350 voltios.

h. Diodo P600M y diodo rectificador RS405.

El diodo se va utilizar como protección en el sistema, permitiendo el paso de corriente eléctrica en un solo sentido, protegiendo el circuito eléctrico de carga, no va permitir que la corriente eléctrica se regrese cuando el circuito de carga este desactivado o activo y el circuito de descarga se encuentren funcionando.

(P600 Series, 2014) “El diodo seguirá filtrando la corriente que pase por él, permitiendo que se cargue la batería HV. Tiene una capacidad de corriente de 6 amperios y un voltaje máximo que puede circular por el diodo es 1 000 voltios, hasta una temperatura de 55°C”.



Figura 3. 9 Diodo protector del sistema de carga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El diodo rectificador RS405 nos va permitir filtrar el voltaje alterno de 9 V que va ingresar al sistema, mediante un proceso de polarización directa en el positivo, para que los ventiladores de 9 voltios puedan funcionar, va soportar un voltaje máximo de 420 V y una corriente de hasta 6 amperios.

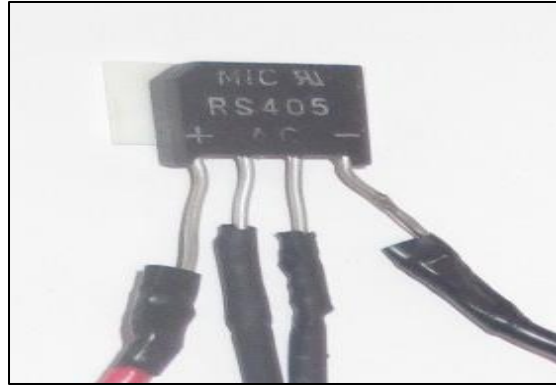


Figura 3. 10 Diodo rectificador RS405.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

i. Transformador de voltaje.

La bobina del primario recibe un voltaje alterno de 110 ó 220 VAC que hará circular una corriente alterna por el mismo, por el alambre del secundario se genera 9 voltios de salida, con una intensidad de 2 amperios para poder realizar el funcionamiento de los ventiladores.

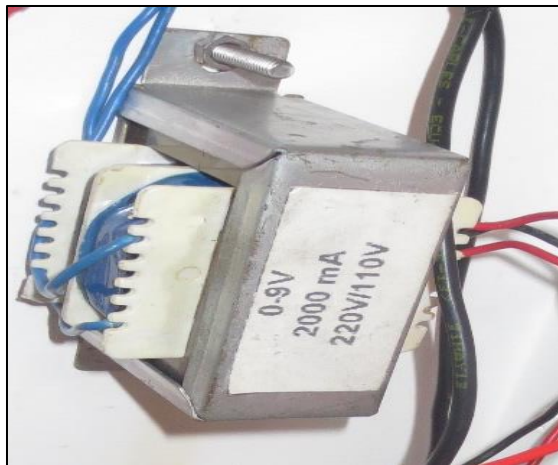


Figura 3. 11 Transformador de voltaje.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

j. Ventiladores.

Los ventiladores son los encargados de mantener una temperatura adecuada, eliminando el calor existente dentro del sistema, manteniendo un ambiente de trabajo agradable para los componentes eléctricos, el calor es producido por los focos halógenos de carga y descarga cuando están en funcionamiento.

Los ventiladores de PC debido a su funcionamiento que tiene que realizar de sacar el calor del interior van a tener un voltaje de funcionamiento de 9 V y un amperaje de 2 amperios teniendo una potencia de 18 watt.



Figura 3. 12 Ventilador 12VCC.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

k. Bornera X12

La bornera tiene 12 orificios de entrada donde llega un negativo y todos los positivos de los voltímetros por medio de conductores de un material de cobre de calibre No 14, nos van a garantizar una correcta conexión entre todos ellos, evitando el contacto entre los cables.



Figura 3. 13 Bornera X12

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

I. Interruptores conmutados.

Un interruptor va controlar el tiempo de carga que puede estar activado o el tiempo de descarga, por medio de otro interruptor se puede activar S1, S2 y S3 dependiendo como se desee que la batería híbrida se descargue activando los seis focos halógenos o algunos.

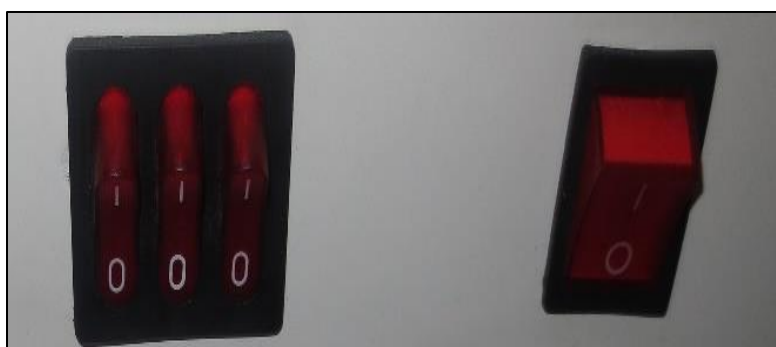


Figura 3. 14 Interruptores conmutados.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

m. Terminales de ojo y terminales hembra aisladas.

Los terminales de ojo se utilizan al final de todas las conexiones eléctricas en el cable conductor, dando un mejor soporte de conducción, en el circuito es utilizado en las conexiones de los voltímetros, amperímetros y los terminales hembra aislados para los interruptores de control.

Para lo cual los terminales nos van a generar un mayor soporte en las conexiones del banco de pruebas genérico.



Figura 3. 15 Terminales hembra aislado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

n. Alambre cableado.

Se utilizó un tipo de alambre cableado número 14 para que sea el conductor de la corriente por todo el circuito, de diferente color rojo y negro que son colores que identifican el positivo y negativo.



Figura 3. 16 Alambre cableado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

3.4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

Debido a que el banco de pruebas tiene que soportar esfuerzos y temperaturas, se ha diseñado en un software como es el Inventor 3D CAD, para ver su resistencia y su durabilidad.

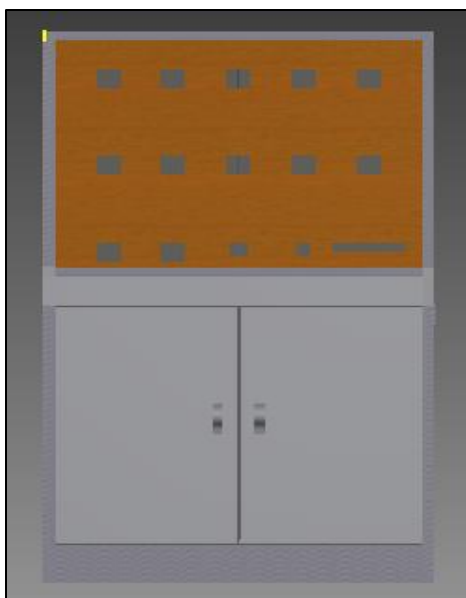


Figura 3. 17 Vista frontal del diseño del banco de pruebas.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como se puede observar el banco de pruebas va estar conformado por los componentes electrónicos en la parte inferior trasera que van a realizar la carga y la descarga, las baterías híbridas van estar montadas en la parte delantera que va estar recubierta de caucho, los voltímetros, amperímetros de carga, amperímetros de descarga, los interruptores de control y la bornera van estar en la parte delantera donde se puede tener una mejor observación de los valores de medición.

3.4.1. LA ESTRUCTURA.

La estructura del banco de pruebas tiene que soportar un peso aproximado de 40 Kg que proporcionan las baterías híbridas que van hacer ubicadas para su respectivo monitoreo y el peso de los componentes eléctricos.

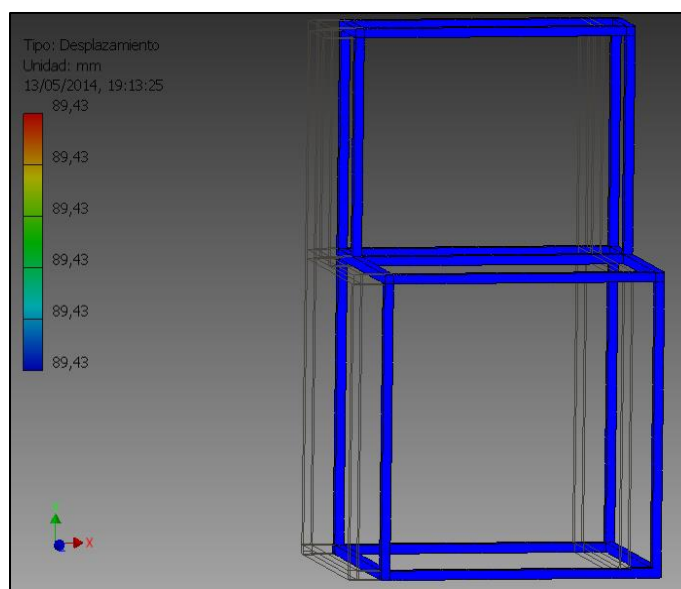


Figura 3. 18 Estructura del banco de pruebas

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En la parte inferior tenemos dos puertas, donde se va colocar la batería híbrida luego de las prácticas, evitando cualquier accidente y en la parte superior trasera podemos observar cómo va ser el funcionamiento de carga y descarga de la batería híbrida debido a sus dos puertas flexibles.

3.4.2. CORTE Y PERFORACIONES

En cada uno de los extremos de la estructura se realizó una perforación para la ubicación de vidrios, teniendo una visualización del trabajo para el análisis de como el circuito eléctrico realiza la carga y descarga de la batería híbrida limitando la corriente.



Figura 3. 19 Ubicación del vidrio de visualización.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Al lado izquierdo del banco de pruebas van estar todas las perforaciones de control, el selector de voltaje y la ubicación de un ventilador.

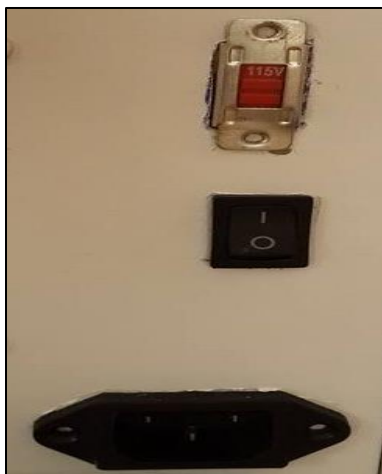


Figura 3. 20 Ubicación del control y selector de voltaje.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Debido a las dimensiones de los componentes eléctricos para que pueden realizar su funciones, se debe de usar una base con un material adecuado según sus propiedades de no conducir corriente, de fácil rebanado y de ser reciclado se utilizó el papel prensado MDF.

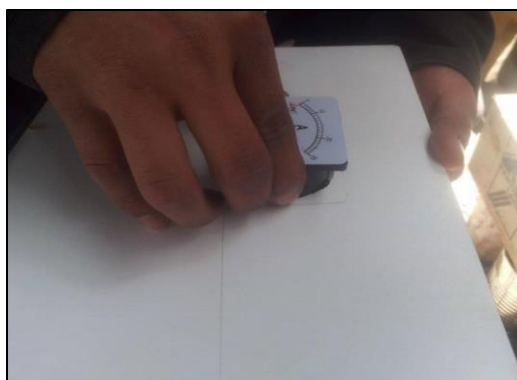


Figura 3. 21 Soporte de los componentes eléctricos de medición.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.



Figura 3. 22 Soporte de los elementos eléctricos carga y descarga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

3.4.3. ACABADOS.

Para la estructura limpiamos todas las partes que estaban con corrosión, verificando cuales estaban deterioradas, para el pegamento utilizamos diferentes métodos, el primero fue la utilización de gasolina debido a sus propiedades de extraer de manera fácil, para las pequeñas partículas que quedaron se las elimino utilizando una lija número 150.



Figura 3. 23 Acabado de la estructura.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.



Figura 3. 24 Manijas, seguro y tope de las compuertas.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En la parte delantera inferior y superior se colocó dos manijas para poder desplazar de manera fácil las compuertas, un seguro con llaves y un tope límite para que la compuerta evite golpear a los componentes eléctricos.

Para el acabado del papel prensado y de la estructura, se utilizó de una manera suave una lija número 150. El banco de pruebas va soportar grasas, polvo y temperaturas para lo cual se utilizó una pintura resistente que es el esmalte acrílico blanco, negro y rojo.



Figura 3. 25 Banco de pruebas pintado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.



Figura 3. 26 Banco de pruebas terminado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Al verificar que todos los elementos electrónicos que se utilizarán estén funcionando correctamente, se ubican en el lugar que les corresponden según el diseño, el banco de pruebas estará listo para realizar las prácticas necesarias.

3.5. CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS.

En la conexión utilizamos elementos de soldar como el caudín, herramientas de cortar, de perforación y de medición. Las conexiones de los elementos eléctricos se va describir a continuación.

3.5.1. Conexión de los voltímetros.

Los 10 voltímetros van estar conectados en serie utilizando conductores de alambre cableado de color negro, en cada inicio y final de los mismo conductores van instalados terminales de ojo que facilitan la conexión, en un orden de izquierda a derecha de cada voltímetro sale un conductor del positivo de color rojo, del negativo del voltímetro 10 un conductor de color negro, estos

conductores son guiados por chapas de plástico hasta llegar a la bornera, como se puede observar en la figura 3.27.

En la bornera X12 cada conductor tiene su color, empezando por el negro que va conectado al negativo de la batería HV donde el verde, el blanco, el amarillo, el negro, el rojo, el verde, el blanco, el negro, el amarillo y el rojo que van a estar conectados a cada uno de los packs de la batería HV respectivamente como se nombre.

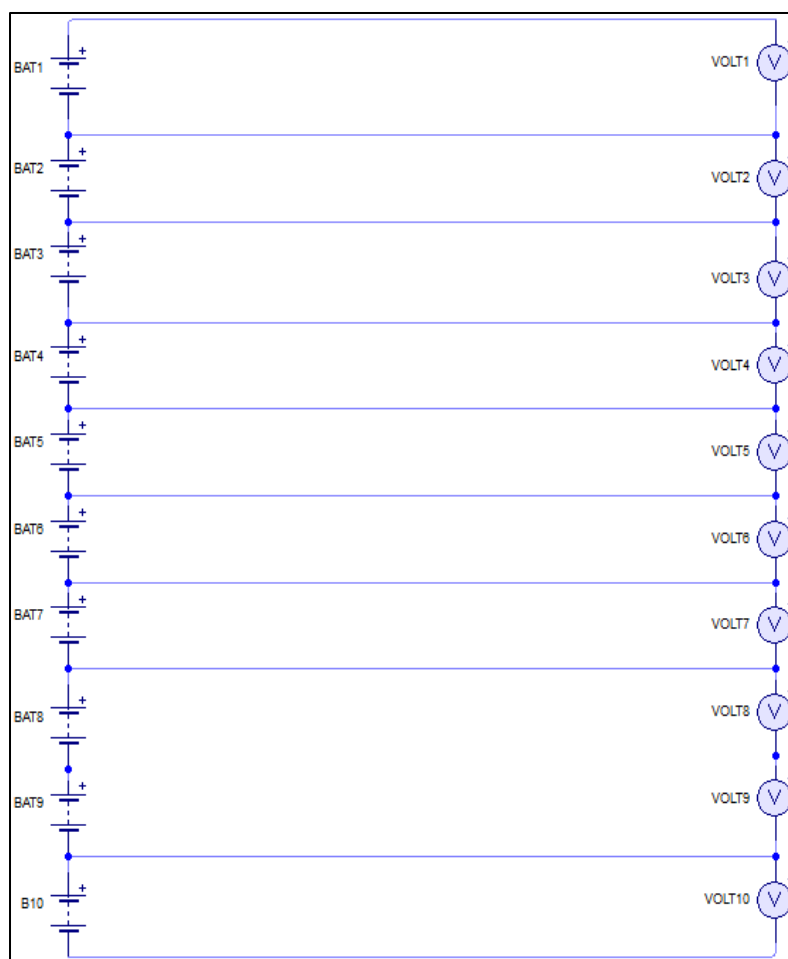


Figura 3. 27 Conexión eléctrica de los voltímetros.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.



Figura 3. 28 Orden de colores de los conductores.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

3.5.2. Conexión de los amperímetros de carga y descarga.

El amperímetro de carga va medir la corriente que pasa por el circuito, está conectado en serie a un foco halógeno limitador de corriente, un diodo de protección y a un interruptor de control para activar o desactivar el sistema dependiendo de la práctica.

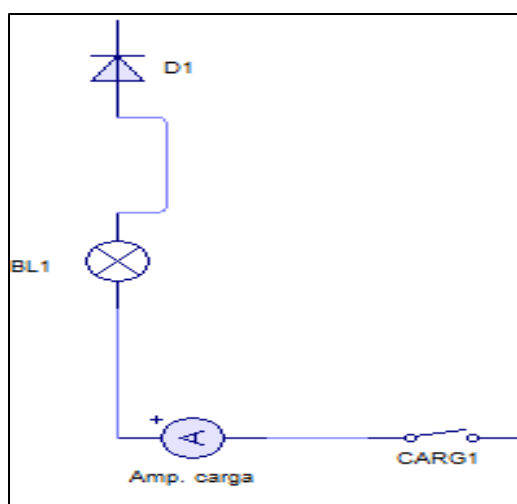


Figura 3. 29 Amperímetro de carga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El amperímetro de descarga va medir la corriente que absorben los focos halógenos para descargar la batería, va estar conectado a tres condensadores poliéster de 0,22 microfaradios, cada uno va estar en serie con dos focos halógenos de 500 watt y en el otro extremo va estar conectado a un interruptor de control para activar o desactivar el circuito de descarga.

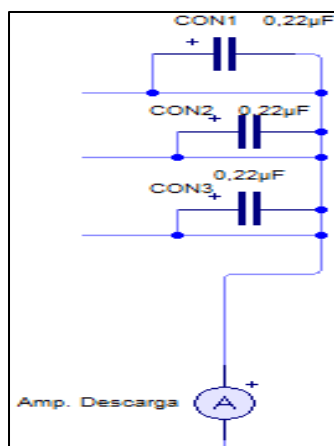


Figura 3. 30 Amperímetro de descarga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

3.5.3. Conexión del circuito de carga.

El circuito de carga inicia con un selector de voltaje de 110 ó 220 VAC, un puente para controlar la corriente en el sistema. La alimentación de 110 ó 220 VAC, pasa por un puente rectificar KBPC1506W, las salidas del mismo se conectan en paralelo a un condensador electrolítico de 470 microfaradios-350 voltios, que se encuentra en serie con un interruptor de control del sistema, un foco halógeno de 500 watt, un amperímetro 10 amperios y un diodo protector P600M.

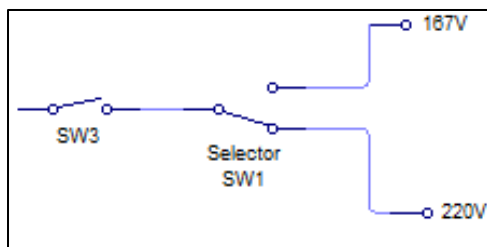


Figura 3. 31 Conexión del selector de voltaje y el puente de control.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

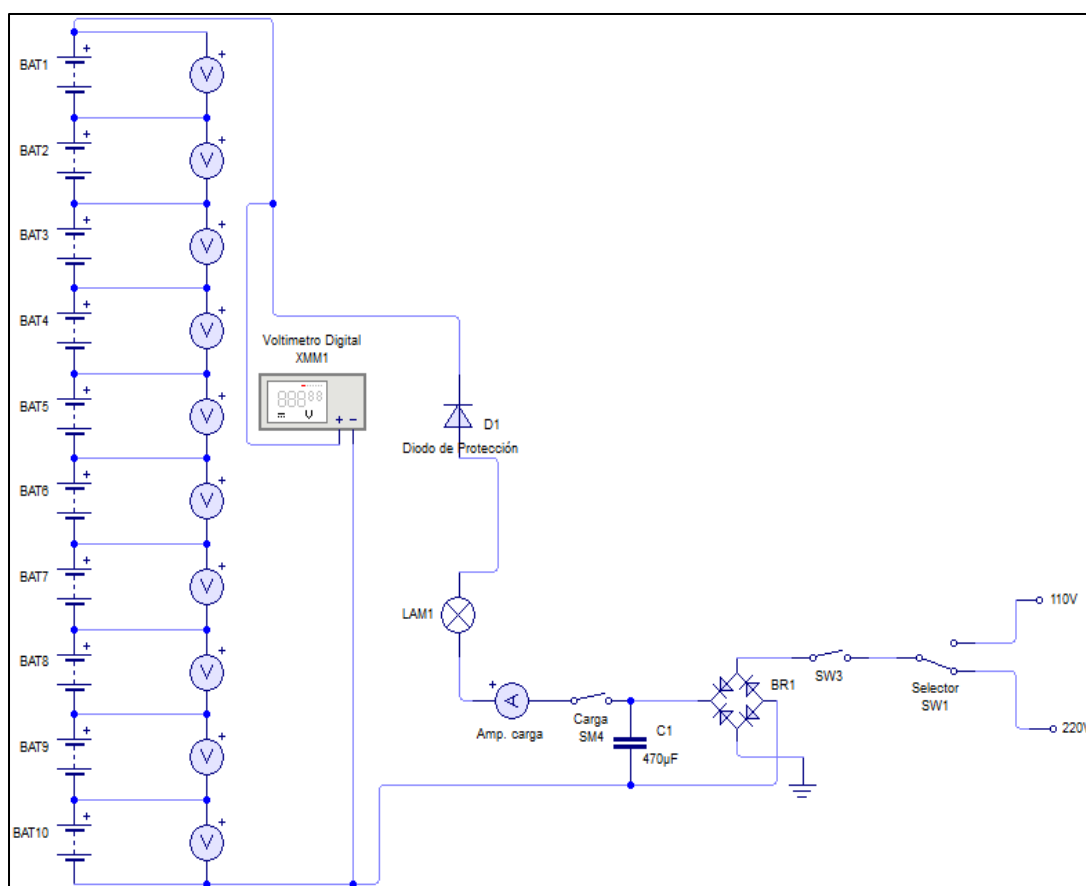


Figura 3. 32 Conexión del circuito de carga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

3.5.4. Conexión del circuito de descarga.

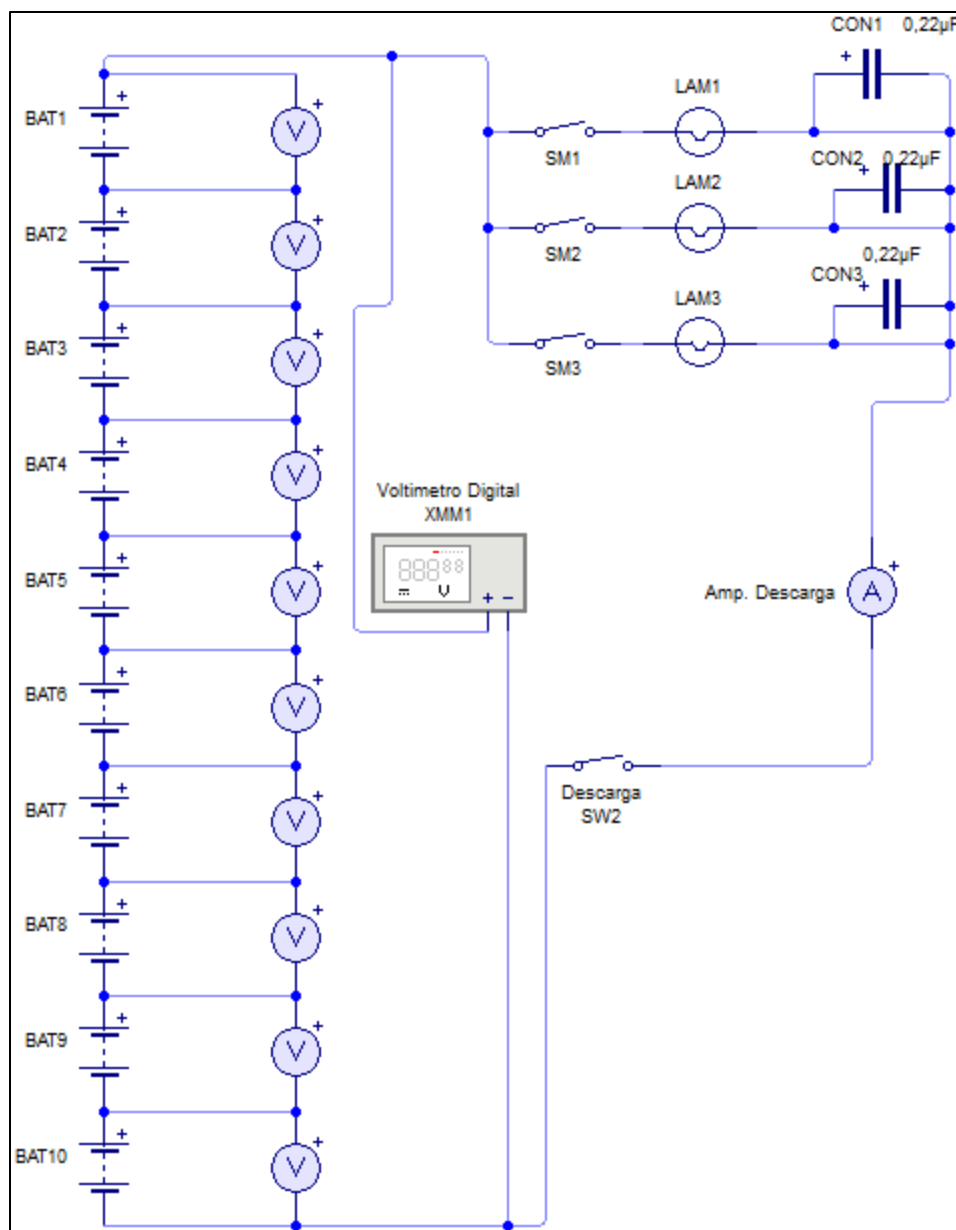


Figura 3. 33 Circuito de descarga.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El circuito de descarga va estar controlado por dos interruptores, el primero para seleccionar la opción de descarga y el segundo que se divide en S1, S2, S3.

S1 va estar conectado en serie a dos focos halógenos de 500 Watt-110 voltios con un condensador poliéster de 0,22 microfaradios y 400 voltios que controla el paso de corriente al circuito, S2 y S3 realizan la mismo función pero en circuitos independientes con su propios focos halógenos y sus condensadores poliéster. Va estar conectado en serie un amperímetro para medir la corriente que se necesita para encender los focos halógenos de la descarga.

3.5.5. Circuito eléctrico de carga y descarga.

La carga de la batería híbrida se la realiza por medio del circuito eléctrico, el equipo va estar conectado a 110 VAC, la corriente inicia su recorrido por un puente de diodos rectificador que realiza el cambio de corriente alterna en corriente continua, va estar en paralelo a un condensador el cual va filtrar la señal de salida, va estar en serie un amperímetro con un foco alógeno que nos va limitar la corriente, mediante un diodo que será la protección del sistema.

Para la descarga la corriente inicia su recorrido del positivo de la batería híbrida, el cual va tener tres interruptores que van a controlar los seis focos halógenos que están en paralelo de dos en dos para aumentar el tiempo de descarga, van estar tres condensadores en paralelo y un amperímetro que va medir la corriente que va descargar a los packs de la batería híbrida, donde el otro extremos va estar conectado al negativo de la batería híbrida.

La batería híbrida va ser cargada y descargada a su máximo rendimiento por varias veces, con un mismo amperaje dependiendo de la necesidad en que se encuentre, nos va proporcionar valores de voltajes, amperaje y tiempo, de forma individual para cada pack, la idea de la carga y descarga es que la calcificación existente en la batería se abra y se regenere de nuevo el sistema. Mediante los valores obtenidos realizamos las gráficas analizando su máxima tensión, caída

de tensión, su tiempo de carga y descarga, la diferencia de voltaje tiene que ser menor a 1,5 voltios entre todos los pack, con estos valores verificamos cual se encuentra en deterioro o se encuentra dañado, para ser cambiado y volver a realizar las mismas pruebas, la batería híbrida antes de ser montada se la debe cargar a su máximo rendimiento, logrando que la ECU del sistema híbrido no produzca un código DTC.

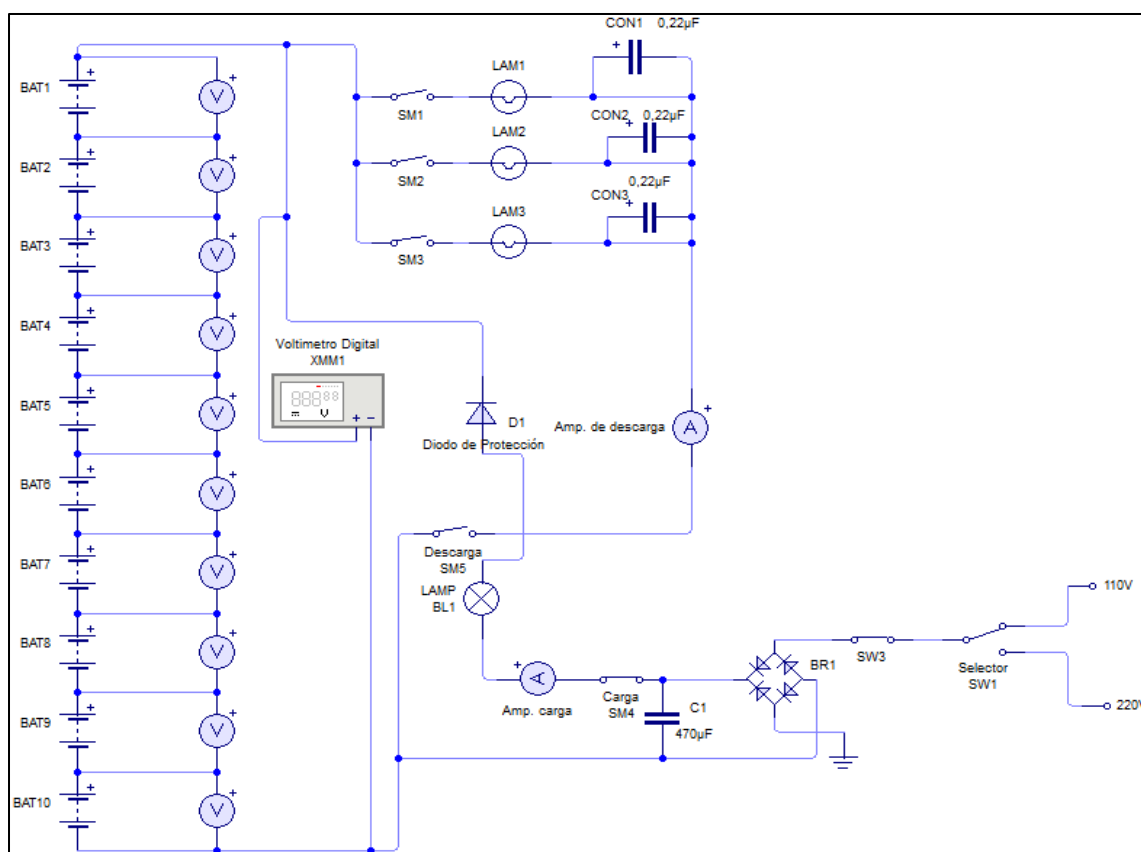


Figura 3. 34 Circuito eléctrico de carga y descarga de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN.

4.1. DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA HÍBRIDA.

En el diagnóstico de la batería HV, debemos de utilizar diferentes métodos, como el monitoreo de voltaje de los packs con el uso del escáner automotriz G-SCAN GIT, el uso del osciloscopio automotriz OTC para el análisis de las gráficas del ventilador, el diseño de un programa para verificar el estado en que se encuentra la batería HV, donde se detalla a continuación cada uno de ellos.

El Toyota Highlander del 2010 que tiene una cilindrada de 3 300 centímetros cúbicos, con una disposición de 6 cilindros en V y dirección hidráulica, que se puede observar en la figura 4.1.



Figura 4. 1 TOYOTA Highlander 2010.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Para el diagnóstico se utilizó un escáner especializado G-SCAN GIT para realizar el monitoreo de los pack de la batería HV, se lo conecto a los pines del

vehículo que se encuentra en la parte inferior del volante del conductor, se encendió el mismo y se escogió la opción de TOYOTA- HÍBRIDOS y se realizó el proceso.

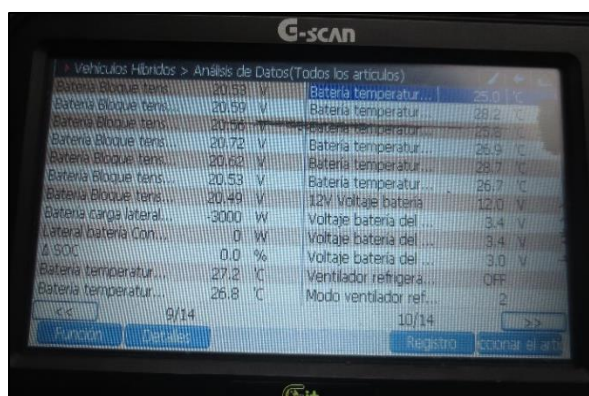


Figura 4. 2 Escáner G-SCAN GIT.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Seleccionamos buscar DTC donde el vehículo tenía dos códigos de falla P0AA6 defecto de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida y P0AFA tensiones bajas en los packs, se borró los códigos que se podía observar en el tablero del mismo, procedemos a dejar el vehículo encendido por un tiempo de 30 minutos para verificar si el código aparecía.

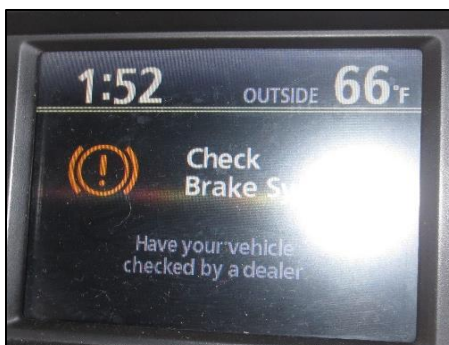


Figura 4. 3 Mal funcionamiento en el tablero.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Aparecieron de nuevo los códigos de mal funcionamiento DTC se borró los códigos y se puso en funcionamiento al vehículo realizamos el monitoreo a su máximo rendimiento verificando la diferencia de tensión que existe en los pack de la batería HV y su carga, donde tres pack tenían una mayor diferencia de tensión y después de un tiempo determinado el vehículo presentaba un mal funcionamiento, relacionamos los valores de voltaje con sus respectivos pack que se presentan a continuación.

TABLA 4. 1 Mediciones de voltaje de la batería HV del HIGHLANDER.

No.	BLOQUE	PACKS	VOLTAJE
1	1	1	20,46
2	1	2	20,53
2	1	3	20,43
3	1	4	20,46
4	1	5	20,46
5	1.	6	20,46
6	2	7	20,85
7	2	8	20,75
8	2	9	21,05
9	2	10	21,14
10	2	11	20,98
11	2	12	20,95
12	3	13	19,74
13	3	14	19,48
14	3	15	19,55

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como podemos observar los tres últimos pack presentan una diferencia de tensión de casi 1,5 voltios en el análisis es bastante la diferencia y por ese motivo anotamos los voltajes para ser comparados, verificando la ubicación de cada uno por medio del banco de pruebas para realizar el mantenimiento y en su lugar su reparación.

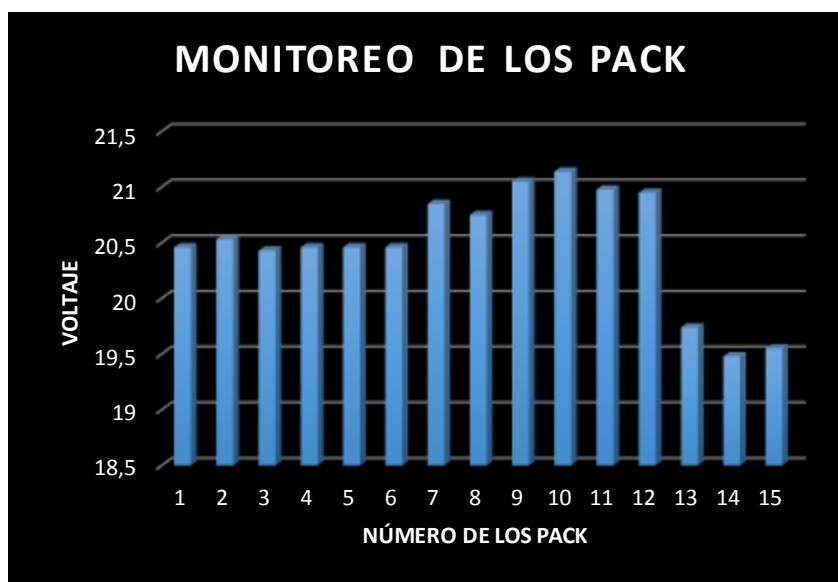


Figura 4. 4 Voltaje de los packs.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En la Figura 4.4 se puede observar la gran diferencia de tensión que existe en los tres últimos pack con los otros, esta diferencia de tensión de 1,66 voltios nos está generando los dos códigos de fallas DTC para lo cual debemos de desmontar la batería HV y realizar las pruebas en el banco de pruebas.

Debemos de encontrar el problema, uno de los factores que nos pueden ocasionar que los pack no funcionen correctamente es el mal funcionamiento del sistema de refrigeración y ventilación, verificando los ventiladores de cada bloque para el diagnóstico debemos de utilizar un osciloscopio OTC que es común en nuestro campo, para realizar el análisis de la gráfica.

Los ventiladores usan un motor eléctrico BRUSHLESS sin escobillas, es un elemento importante, el variador electrónico pondrá en funcionamiento de giro variable al rotor dependiendo de la necesidad que la ECU de la batería HV le pida verificando la temperatura de trabajo de carga y descarga, esto se debe gracias a unos sensores en el motor.

Conectamos el osciloscopio OTC a la corriente eléctrica, el conector tiene cuatro cables blanco, negro, amarillo y verde. Los conductores verde, amarillo y blanco son los cables de las tres bobinas que conectan al motor con el variador electrónico que determinan la posición del rotor y el conductor negro que es la masa, primero analizamos los cables amarillo y verde, pinchamos los cables con unas agujas flexibles como se puede observar en la siguiente figura 4.5.



Figura 4. 5. Conector del ventilador de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En la palanca automática de cambios colocamos el modo de parking (estacionamiento).



Figura 4. 6 Tablero de funcionamiento del vehículo híbrido.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Le damos una pequeña fuerza en el pedal de freno y por ultimo seleccionamos POWER verificando que en el tablero este visible la palabra READY.

Encendemos el osciloscopio, procedemos a buscar la escala indicada que podamos observar con facilidad, realizado este proceso encontramos la gráfica de funcionamiento del ventilador que va tener una escala de 2 V- 2 ms.

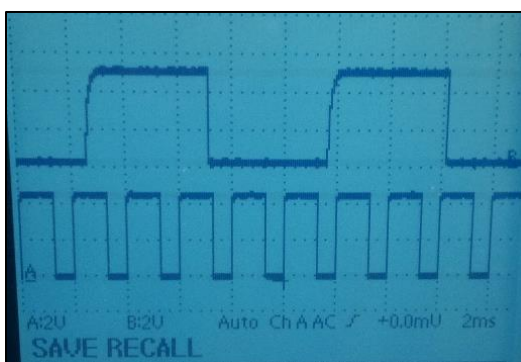


Figura 4. 7 Funcionamiento de las bobinas L1, L2.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Podemos observar en la figura anterior las dos graficas de las bobinas L1, L2 respectivamente que están siendo alimentadas por tensiones a cada una, dependiendo del funcionamiento del vehículo y de la temperatura que tenga la batería HV el ventilador va subiendo o bajando sus revoluciones, en el análisis de las gráficas los ventiladores se encuentran funcionando correctamente.

Una herramienta importante en el diagnóstico es la utilización de un programa en Excel que se elaboró para diagnosticar por medio de cálculos el estado en que se encuentra las baterías HV de cualquier vehículo híbrido, en nuestro caso vamos a realizar el análisis del TOYOTA HIGHLANDER que se describe a continuación.

Se debe de utilizar un programa TECHSTREAM si no contamos con este programa se puede utilizar el escáner G-SCAN GIT que se puede encontrar en el mercado con mayor facilidad.

Debemos monitorear el estado de arranque del SOC que es el estado donde se realiza el cambio del motor eléctrico por el motor de combustión interna y el estado de apagado del SOC que sería el cambio del motor de combustión por el motor eléctrico, nuestro primer resultado va ser la diferencia de los dos valores.

SOC ARRANQUE	39,6
SOC APAGADO	45
Δ SOC	5,4

Figura 4. 8 Estado de arranque y apagado del vehículo HIGHLANDER.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Se controla el tiempo cuando el estado de arranque SOC llega a 39,6% y se lo ingresa en el programa, el motor de combustión interna se enciende y se verifica el estado de corriente cuando llega a 45%, el motor eléctrico comienza con su funcionamiento, se verifica la corriente de descarga para ingresar en el programa, para realizar la conversión de las unidades para amperios-hora se encuentra en la Tabla 1.1 CONVERSIÓN AMPERIOS-HORA.

TIEMPO	6
conversión	0,0167
CORRIENTE DESCARGA	2,36
descarga A/H	0,236472

Figura 4. 9 Descarga de la batería HV en amperios-hora

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Teniendo los dos resultados relacionamos la diferencia del estado de carga SOC y la descarga en amperios-hora, para encontrar cual es el valor de descarga cuando se encuentra en un 100% el estado de corriente utilizando una regla de tres.

	5,40%	0,236472
	100% X	
x 100%		4,37911111

Figura 4. 10 Estado de descarga amperios- hora al 100%.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Teniendo el resultado de la corriente de descarga al 100% del Toyota HIGHLANDER, relacionamos con la corriente de 6,5 A-H que es un dato general de los vehículos HV de la marca TOYOTA cuando su batería híbrida se encuentra en buen estado, donde vamos a tener.

6,5	100%
4,379111111	X
SALUD DE LA BATERIA	67,37094

Figura 4. 11 Estado de salud de la batería HV del HIGHLANDER.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El estado de salud de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER se encuentra en un 67,37 %, relacionando casi llega a la mitad de su vida de trabajo en este porcentaje se genera códigos de falla y se necesita que se le realice el mantenimiento y monitoreo de los packs de la batería HV.

4.1.1. Desmontaje de la batería híbrida.

Para el desmontaje de la batería híbrida debemos de tener en cuenta las normas de seguridad que se debe seguir para realizar este proceso.



Figura 4. 12 Guantes de nitrilo o aislantes

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Antes del desmontaje se debe usar guantes de protección de nitrilo para realiza el trabajo.



Figura 4. 13 asientos posteriores.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Verificamos el lugar donde está ubicada la batería HV y procedemos a desarmar todas las partes o componentes que se encuentren encima de ella, como son los asientos posteriores, Figura 4.13.

Los asientos están asegurados con tornillos que tienen una base de metal, se recorrió los asientos a su lado delantero, por medio de una llave mixta número 14 aflojamos todas las tuercas que se podía observar en ese lado de la misma forma recorrimos los asientos al lado trasero y realizamos el mismo proceso para los demás componentes que se encontraban en las mismas situación.

Ejecutando todo el proceso desmontamos los asientos colocándolos en la parte del baúl del mismo vehículo evitando anomalías de ralladuras y para tener una mejor comodidad del trabajo.



Figura 4. 14 Desmontaje de los asientos posteriores.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En este instante ya podemos observar la ubicación de la batería Híbrida, con cuidado sacamos el protector de un material de caucho y posteriormente los protectores de plástico que tiene cada bloque.



Figura 4. 15 Protectores de la batería HV

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

La siguiente norma de seguridad es desenclavar el JUMPER de seguridad que se encuentra ubicado en la parte izquierda de la batería HV, la oreja del mismo se debe poner en la posición recta formando un ángulo de 90° con su cuerpo, aplicando una pequeña fuerza hacia fuera, si existe algún impedimento se lo vuelva a enclavar y realizar el mismo proceso dando pequeños movimientos, es un proceso importante para poder seguir con la operación.



Figura 4. 16 Jumper de seguridad.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Con el JUMPER retirado ya podemos trabajar, empezando a aflojar todos los pernos que se encuentran en los laterales para después aflojar los pernos de la

parte del centro, en la parte delantera encontramos la ventilación de cada bloque que va tener cinco pernos donde se va realizar el mismo proceso. En el centro tenemos un asegurador de plástico, vamos a darle una pequeña fuerza hacia fuera donde se va soltar con normalidad.



Figura 4. 17 Protector de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.



Figura 4. 18 Ventilación delanteras de los bloques.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Con todas las tuercas desmontadas, procedemos a quitar con cuidado la cubierta de metal por cualquiera de los dos lados que estén dispuestas, evitando

que el vehículo HV tenga ralladuras y verificando que los cables de conexión no se perforen o sean forzados.



Figura 4. 19 Desmontaje de la cubierta de protección.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Por cualquier percance procedemos a desconectar los conectores de los tres ventiladores que se encuentran ubicados en el compartimiento.



Figura 4. 20 Ventilador de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Empezamos a verificar todas las conexiones que puede existir en el compartimiento de la batería HV, como los controles de corriente hacia la ECU HV, el monitoreo de voltaje, la disposición de los sensores de temperatura y la conexión en serie de los tres bloques.

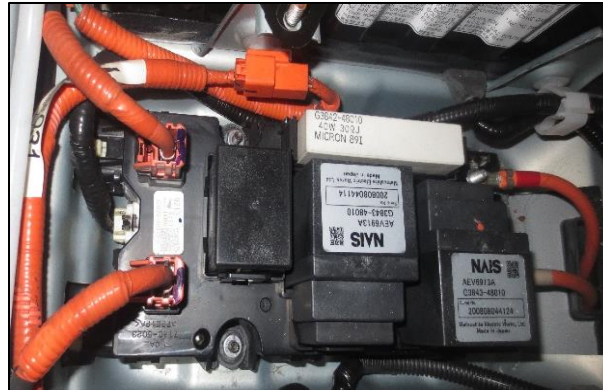


Figura 4. 21 Control de voltaje.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

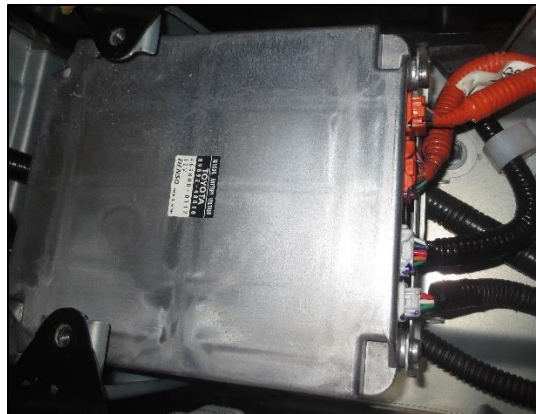


Figura 4. 22 ECU de la batería híbrido.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Cuando realizamos la verificación procedemos a desconectar cada cable y en su lugar el desmontaje completo de cada bloque para su posterior análisis en el banco de pruebas.

4.1.2. Parámetros de funcionamiento del banco de pruebas.

Para realizar la carga y descarga primero inspeccionamos que todo el equipo se encuentre conectado correctamente a la red eléctrica, seleccionando el voltaje de 110 ó 220 VAC que le vamos a proporcionar al bloque o a la batería HV que viene en un solo componente en algunos casos.

Seleccionamos la función de carga en el interruptor de control, verificando en el interruptor de descarga S1, S2 y S3 se encuentren desactivados, evitando que el puente rectificador no sufra problemas en su circuito, como se observa en la figura 4.23.



Figura 4. 23 Selección de carga en el banco de pruebas.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El foco halógeno limitador de corriente se enciende, empezando con una mayor intensidad cuando tiene menor voltaje y va perdiendo su intensidad dependiendo del aumento de la tensión en los bloques, por medio del foco halógeno tenemos una referencia del estado de carga SOC que va teniendo los bloques, relacionando el tiempo y el amperaje de carga.



Figura 4. 24 Funcionamiento del foco halógeno.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Para realizar la descarga en el sistema debemos de seleccionar en el interruptor de control la opción de descarga y activar S1, S2 o S3 dependiendo del modo como se quiere realizar la descarga de una manera prolongada o lenta, se puede observar en la Figura 4.25.



Figura 4. 25 Opción de descarga y S1, S2 activados

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Los focos halógenos de descarga se encienden con gran intensidad cuando la batería HV se encuentra cargada, dependiendo del consumo de voltaje con la corriente que le están proporcionando a los mismos, se va disminuyendo la intensidad hasta que los focos halógenos se apaguen, donde se puede observar

que los voltímetros de medición caen a un 1 voltio y en el multímetro digital que mide todo los packs llega a 3 voltios, en esos valores la batería HV se encuentra descargada.



Figura 4. 26 Focos halógenos de descarga activados.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

a. Monitoreo de los packs.

La batería del TOYOTA HIGHLANDER tiene tres bloques, vamos a calcular el voltaje máximo que se puede suministrar a cada uno.

El bloque 1 y bloque 2 tienen 16 celdas por cada pack, con un voltaje de 1,2 V por celda, los bloques tienen 12 packs en total, con dichos valores vamos a utilizar la siguiente ecuación para saber el voltaje máximo de carga del bloque.

$$V_{\text{nominal}} = N_c \times V_c \times N_b \quad 2.3$$

Donde.

$N_c = 8$

$V_c = 1,2 \text{ V}$

$N_b = 12$

Calculando.

$$V_{\text{nominal}} = 8 \times 1,2V \times 12$$

El resultado es.

$$V_{\text{nominal}} = 115,2 \text{ V}$$

A este valor se le suma el 20% para tener el valor máximo de voltaje.

$$V_{\text{max}} = V_{\text{nominal}} + V_{\text{nominal}} \times 20\% \quad 2.4$$

Donde.

$$V_{\text{max}} = 115,2 \text{ V} + 115,2 \times 20\%$$

Calculando.

$$V_{\text{max}} = 115,2 \text{ V} + 23,04 \text{ V}$$

El resultado es.

$$V_{\text{max}} = 138,24 \text{ V}$$

El voltaje que puede alcanzar el bloque 1 y bloque 2 es de 138,24 V por cada uno, debemos de tener en cuenta que no sobre pase esta tensión.

El bloque 3 va tener 8 celdas teniendo un voltaje por celda de 1,2 V, dispone de 6 módulos, calculamos el voltaje nominal del bloque con la ecuación 2.3.

$$V_{\text{nominal}} = N_c \times V_c \times N_b \quad 2.3$$

Calculando.

$$V_{\text{nominal}} = 8 \times 1,2V \times 6$$

El resultado es.

$$V_{\text{nominal}} = 57,6 V$$

A este valor se le suma el 20% para tener el valor máximo de voltaje.

$$V_{\text{max}} = V_{\text{nominal}} + V_{\text{nominal}} \times 20\% \quad 2.4$$

Donde.

$$V_{\text{max}} = 57,6 V + 57,6 V \times 0,20$$

Calculando.

$$V_{\text{max}} = 57,6 V + 11,52 V$$

El resultado es.

$$V_{\text{max}} = 69,12 V$$

El voltaje máximo de almacenamiento del bloque 3 es de 69,12 V se debe de tomar en cuenta este cálculo, por la razón que el banco de pruebas puede proporcionar un voltaje de hasta 155,5634 V.

Para saber el voltaje total que tiene la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER debemos sumar todos los resultados que se calculó.

$$V_{\text{total}} = V_{\text{bloque 1}} + V_{\text{bloque 2}} + V_{\text{bloque 3}} \quad 2.4$$

Entonces.

$$V_{\text{total}} = 138,24 \text{ V} + 138,24 \text{ V} + 69,12 \text{ V}$$

El resultado es.

$$V_{\text{total}} = 345,6 \text{ V}$$

El voltaje total de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER va tener una capacidad de almacenamiento de 345,6 V.

Las baterías híbridas tienen 6,5 Amper/hora, tenemos que relacionar con que amperaje se está cargando o descargando la batería HV, por cada amperio se va cargar o descargar en 6 horas.

Para el monitoreo del bloque 1 y 2 que se encuentra ubicado en la parte derecha e izquierda respectivamente, debemos realizar la conexión de todos los cables de conducción eléctrica en orden.

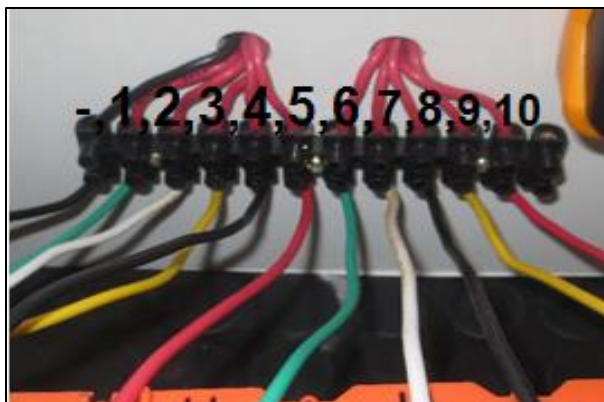


Figura 4. 27 Conexión de los cables de medición de los voltímetros.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

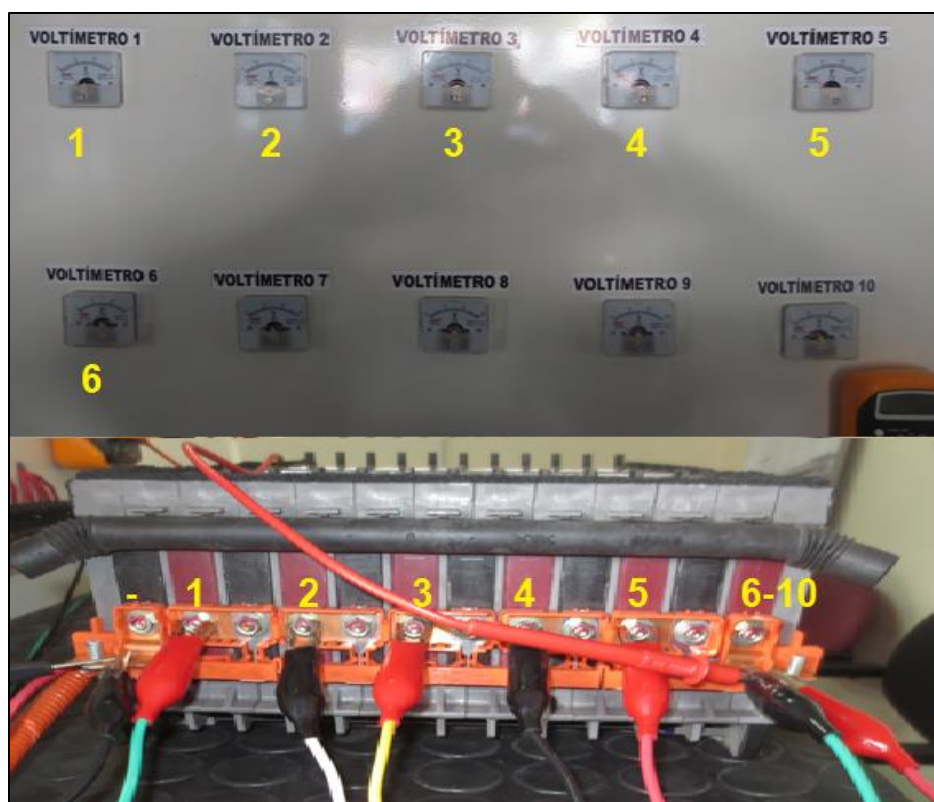


Figura 4. 28 Conexión en los packs de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como se puede observar en las dos figuras los cables del monitoreo se van a colocar desde el negativo del bloque hasta el pack número 6, desde ese mismo orden podemos verificar los voltajes de cada pack en el tablero del banco de pruebas.

Como se debe de realizar las conexiones se describen a continuación.

1. Conexión del cable negativo de color negro al negativo de la batería HV.
2. Conexión del cable número 1 de color verde al primer pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 1.
3. Conexión del cable número 2 de color blanco al segundo pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 2.
4. Conexión del cable número 3 de color amarillo al tercer pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 3.
5. Conexión del cable número 4 de color negro al cuarto pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 4.
6. Conexión del cable número 5 de color rojo al quinto pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 5.
7. Conexión del cable número 6 de color verde al sexto pack, se puede verificar el valor de voltaje en el voltímetro 6.
8. Conexión del cable número 10 de color rojo al sexto pack, esta conexión nos permite cerrar el circuito en el banco de pruebas.

Verificamos en los voltímetros como se encuentra cada voltaje de los packs, descargamos el bloque hasta que se pueda observar en el multímetro digital un voltaje de 3 voltios.

Realizamos la carga del bloque 1 y bloque 2 siguiendo los pasos anteriores, monitoreamos cada uno de los packs, verificamos si la batería HV se descalcifico

internamente volviendo a su estado normal de trabajo, relacionando los valores que se pueden observar en la tabla 4.2.

El bloque 1 va empezar con un voltaje de 2 V en el pack 6 en los demás pack con un voltaje cercano a cero, donde el voltaje máximo de carga que puede alcanzar es de 138,24 voltios.

Tabla 4. 2 Proceso de carga del bloque 1 de la batería HV.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
2,7	2	15,4	9,5	9,7	10,4	14,9	16,5
2,01	4	16,4	13,4	14,1	14,2	16,1	17,1
1,92	6	16,7	14,1	15,3	14,8	16,8	17,5
1,83	8	17,6	16,8	16,5	15,7	17,1	17,7
1,79	10	17,8	17,2	17,1	16,5	17,09	17,73
1,6	12	17,9	17,4	17,5	16,8	17,1	17,79
1,55	14	18,01	17,5	17,6	17,1	17,2	17,8
1,4	16	19	18,5	18,9	18,1	18,3	18,4
1,36	18	19,5	18,6	19,3	18,7	18,97	18,8
1,25	20	19,7	18,9	19,5	19,01	19,1	19,2
1,17	22	19,8	19,2	19,7	19,5	19,8	19,9
1,15	24	20,01	19,7	20,1	20,4	20,58	20,3
1,1	26	20,6	19,9	20,7	20,9	20,87	20,6
0,8	30	20,67	20,1	20,9	21,01	20,9	20,7
0,78	36	20,77	20,4	21,1	21,2	21,01	20,87
0,73	40	20,8	20,8	21,4	21,3	21,3	20,95
0,7	46	20,96	20,98	21,7	21,6	21,6	21,01
0,63	60	21,87	21,66	21,9	21,87	21,8	22,54
0,60	66	22,75	22,54	22,87	23,65	22,79	23,23

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El bloque 1 se cargó hasta un voltaje de 137,83 haciendo una comparación con el voltaje máximo calculado de 138,24 V, existe una diferencia de 0,41 voltios con este valor diagnosticamos que el bloque se encuentra en buen estado, pero es necesario que se siga realizando las pruebas de carga y descarga por algunas ocasiones.

El bloque 2 va tener una capacidad máxima de carga de 138,24 voltios se debe de tener en consideración este valor debido a que el banco de pruebas prueba llegar a cargar hasta 155 voltios, donde el bloque 2 puede explotarse internamente.

Tabla 4. 3 Proceso de carga del bloque 2 de la batería HV.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
2,8	2	15,1	8,8	9,2	11,7	15,5	17,5
1,9	4	16,1	14,2	15,1	13,2	17,1	18,1
1,8	6	16,5	15,1	15,3	14,1	17,2	18,15
1,7	8	18,1	15,8	16,1	14,2	18,1	18,2
1,6	10	18,2	16,5	16,9	15,3	19,09	18,3
1,5	12	18,8	16,9	17,5	16,01	19,5	19,1
1,4	14	18,9	17,5	17,6	16,4	19,7	19,13
1,38	16	19	17,9	19	16,5	19,9	19,15
1,3	18	19,1	18,01	19,1	17,01	20,01	19,17
1,2	20	19,15	18,1	19,16	17,15	20,1	19,2
1,1	22	19,4	18,5	19,5	17,5	20,5	19,5
1,05	24	19,5	18,6	20	17,7	20,58	19,58
1,01	26	19,6	18,7	20,1	17,9	20,6	19,6
0,97	28	19,8	18,9	20,2	17,98	20,7	19,7
0,9	30	19,9	19,01	20,3	18,1	20,9	19,9
0,8	32	20,01	19,1	20,7	18,5	20,98	19,95
0,75	34	20,04	19,15	20,71	18,56	20,99	19,96
0,74	36	20,06	19,18	21	18,71	21,01	19,97
0,71	38	20,08	19,2	21,07	18,9	21,07	19,98
0,7	40	20,1	19,4	21,11	19,01	21,1	19,99
0,69	42	20,3	19,8	21,7	19,3	21,7	20,01
0,67	44	20,7	20,01	21,8	19,4	21,8	20,02
0,66	46	20,8	20,1	21,9	19,7	21,9	20,4
0,66	50	20,88	20,3	21,95	19,8	21,92	20,5
0,6	56	20,99	20,57	22,22	20,2	22,1	20,88
0,59	60	21,87	21,7	22,81	21,3	22,3	21,78
0,51	66	22,77	22,56	23,76	22,3	23,12	22,75

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo

Como se puede observar en la Tabla 4.3 el bloque 2 se cargó hasta un voltaje de 137,26 haciendo una comparación con el voltaje máximo calculado de 138,24

V, existe una diferencia de 0,98 voltios con este valor tenemos una referencia que el bloque se encuentra funcionando correctamente, pero es necesario que se siga realizando las pruebas de carga y descarga por algunas ocasiones.

Para realizar la descarga del bloque 1 y del bloque 2 debemos seleccionar en el interruptor la opción de descarga, activando S1, S2, S3 para que comience el funcionamiento del banco de pruebas descargando la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER en un tiempo determinado dependiendo de los amperios.

El bloque 1 tiene una carga de 137,83 voltios para lo cual se va realizar la descarga verificando la caída de tensión existente en cada pack.

Tabla 4. 4 Proceso de descarga del bloque 1 de la batería HV.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
8,3	1	22,75	22,54	22,87	23,65	22,79	23,23
8,2	2	21,98	21,43	21,67	22,35	21,56	21,98
7,9	4	20,90	19,98	19,77	21,12	19,98	19,89
5,9	6	19,91	18,6	18,78	19,98	18,56	18,75
5,7	8	19,1	17,9	17,89	18,12	17,67	17,89
5,5	10	18,3	16,98	16,76	17,43	16,55	16,76
4,8	12	17,12	16,8	16,12	16,30	15,98	15,45
3,9	14	16,22	15,56	15,2	14,98	15,10	14,77
3,7	16	15,2	14,9	13,9	13,78	13,98	14,22
3,5	18	13,9	13,77	13,2	13,02	12,83	13,11
3,3	20	12,98	12,6	12,5	12,1	11,95	12,63
2,5	22	11,78	11,7	11,6	11,4	11,10	11,61
2,3	24	10,56	10,3	10,7	10,42	10,21	10,56
2,21	26	9,67	9,1	9,8	9,4	9,3	9,66
1,9	30	8,55	8,2	8,9	8,3	8,2	8,19
1,7	32	7,32	7,4	8,1	7,47	7,34	7,14
1,5	34	5,98	6,3	7,5	6,56	6,65	6,9
1,3	36	4,88	5,4	6,6	5,65	5,7	5,9
1,1	38	3,89	4,65	5,7	4,55	4,8	4,98
0,4	40	2,98	3,2	4,87	3,48	3,89	3,98
0,1	42	2,12	2,3	3,78	2,55	2,98	2,1

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como se puede observar en la Tabla 4.4 el pack 1 tiene una mayor caída de tensión de 1,30 V y el pack 3 tiene una menor caída de tensión de 1,20 V voltios. El bloque 1 se encuentra funcionando correctamente por encontrarse en los rangos de voltaje teniendo una caída de tensión menor a 1,50 voltios.

El bloque 2 va a empezar con una carga de 137,26 voltios debemos de observar cuál de los packs tiene una mayor caída de tensión.

Tabla 4. 5 Proceso de descarga del bloque 2 de la batería HV

Amper.	T(min)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
8,3	1	22,77	22,56	23,76	22,3	23,12	22,75
8,2	2	21,56	21,90	22,56	21,43	22,33	21,66
7,9	4	20,46	20,80	21,44	20,55	21,30	20,46
5,9	6	18,98	19,86	20,55	19,49	20,47	19,78
5,7	8	18,45	18,79	19,44	18,67	19,50	18,84
5,5	10	17,34	17,45	18,38	17,77	18,44	17,98
4,8	12	16,56	16,56	17,50	16,78	17,32	16,87
3,9	14	15,67	15,77	16,66	15,69	16,88	15,88
3,7	16	14,56	14,67	15,54	14,76	15,60	14,67
3,5	18	13,70	13,77	14,54	13,78	14,66	13,65
3,3	20	12,87	12,87	13,47	12,67	13,45	12,54
2,5	22	11,38	11,44	12,33	11,57	12,23	11,61
2,3	24	10,45	10,3	11,45	10,67	10,98	10,52
2,21	26	9,39	9,56	10,25	9,55	9,79	9,41
1,9	30	8,47	8,66	8,94	8,65	8,57	8,56
1,7	32	7,58	7,78	7,89	7,92	7,45	7,14
1,5	34	6,32	6,68	6,78	6,98	6,28	5,9
1,3	36	5,4	5,56	5,84	5,88	5,67	4,95
1,1	38	4,56	4,56	4,97	4,71	4,77	4,1
0,9	40	3,68	3,44	4,12	3,70	3,82	3,16
0,6	42	2,45	2,66	3,3	2,77	2,77	2,33
0,56	44	1,34	1,78	2,34	1,88	1,98	1,67
0,50	47	0,5	0,88	0,56	1,1	1,34	0,78
0,40	50	0,1	0,5	0,23	0,5	0,45	0,10
0,30	52	0	0,12	0,2	0,16	0,23	0

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como podemos observar los valores de la Tabla 4.5 la caída de tensión se mantiene en 1,21 voltios en casi todos los packs del mismo y tiene una diferencia de tensión máxima entre el pack 1 y el pack 2 de 1,06 voltios.

Realizamos el monitoreo del bloque 3, este bloque sufre demasiado daño debido a su ubicación en lo que respecta a este modelo de vehículos híbridos. Para el análisis realizamos el monitoreo y verificamos el estado en que se encuentra mediante el uso del banco de pruebas realizando de manera practica el mantenimiento. Con el resultado del voltaje máximo de 69,12 V podemos realizar la carga, evitando que se sobrecargue la batería HV.

Tabla 4. 6 Proceso de carga del bloque 3 de la batería HV.

Amper.	T (min)	V1	V2	V3
0	0	1,5	0	1,01
2,9	1	17,4	16,5	17,8
2,8	2	19,01	18,04	19,01
2,7	3	19,1	18,4	19,4
2,6	4	20,01	19,01	20,1
2,5	5	20,2	19,1	20,2
2,4	6	20,2	19,18	20,3
2,39	7	20,28	19,2	20,36
2,38	8	20,4	19,28	20,41
2,38	9	20,45	19,28	20,43
2,37	10	20,48	19,29	20,44
2,35	11	20,51	19,3	20,46
2,3	12	20,6	19,7	20,81
2,25	13	20,6	19,8	21,1
2,2	14	21,1	20,1	21,5
2,19	15	21,3	20,4	21,6
2,19	16	21,45	20,48	21,72
2,18	17	21,6	20,51	21,78
2,19	18	21,68	20,6	21,8
2,2	19	21,7	20,75	21,88

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El bloque 3 tiene una carga máxima de 64,33 voltios comparando con el voltaje máximo calculado de 69, 12 voltios, el bloque está perdiendo 4,79 voltios este valor nos está generando el código de falla P0AFA baja tensión en los packs.

Desde este análisis podemos diagnosticar que el bloque 3 no se encuentra funcionando normalmente existe una gran diferencia en la carga del mismo, para lo cual se requiere realizar el proceso de carga y descarga alguna veces para que el bloque se regenere o proceder a repararlo.

El bloque 3 tiene una carga de 64,33 voltios, ahora procedemos a seleccionar en el interruptor la descarga, activando S1, S2, S3 que son los focos halógenos que van a descargar el mismo y ya podemos verificar cuales son los valores que nos va proporcionando dependiendo el tiempo, amperaje y la intensidad de los focos de descarga.

Tabla 4. 7 Proceso de descarga del bloque 3 de la batería HV.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3
5,8	1	21,7	20,75	21,88
5,7	2	18,9	19,1	19,8
5,6	3	18,6	18,8	19,2
5,1	4	18,1	17,8	18,3
4,9	5	17,8	17,2	18,01
4,5	6	10,2	16,2	17,2
4,1	7	6,1	15,2	14,7
2,5	8	4,2	8,7	10,8
2,4	9	2,5	0	2,7
1,7	10	2,01	0	2,5
0,8	11	1,5	0	1,01

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como podemos observar en la Tabla 4,7 el bloque 3 tiene una caída de tensión máxima de 8,1 voltios en el pack 3, en el pack 1 y pack 2 tiene una caída

de tensión de 5,6 voltios, los valores no se encuentran en los rangos de funcionamiento.

Se diagnostica que todos los packs del bloque 3 no mantienen el voltaje en la descarga, encontrándose internamente deteriorados generando códigos de falla DTC P0AA6 defecto de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida y P0AFA tensiones bajas en los packs.

Debido a su caída de tensión del bloque 3 realizamos la carga en el banco de pruebas hasta un voltaje de 55 voltios para proceder a realizar la descargar de una forma manual con un foco de 12 voltios-55 watt a cada módulo.



Figura 4. 29 Prueba con el foco de 12 V-55 Watt.

Fuente: Gómez, Hidalgo y Erazo.

Conectamos un multímetro en paralelo al positivo y negativo del módulo que va ser monitoreada y un amperímetro en serio con el foco, relacionamos el tiempo, voltaje y amperaje de cada una.

Tabla 4. 8 Descarga de los módulos con un foco de 12 voltios-55watt.

AMP/ HOR A	TIEMP O	Módul o 1 (V)	Módul o 2 (V)	Módulo 3 (V)	Módulo 4 (V)	Módulo 5 (V)	Módul o 6 (V)
2,89	0	10,84	10,9	11,1	11	10,7	11,3
2,8	1	10,53	10,7	10,8	10,7	10,4	10,9
2,76	2	10,46	10,6	10,7	10,6	10,4	10,8
2,76	3	10,42	10,5	10,6	10,6	10,3	10,7
2,76	4	10,38	10,5	10,5	10,5	10,3	10,7
2,75	5	10,36	10,4	10,5	10,5	10,2	10,6
2,74	6	10,23	10,4	10,5	10,4	10,2	10,6
2,74	7	10,3	10,4	10,4	10,3	10,2	10,5
2,73	8	10,27	10,3	10,4	10,2	10,1	10,5
2,72	9	10,24	10,3	10,3	10,2	10,1	10,5
2,71	10	10,21	10,2	10,3	10,1	10	10,5
2,71	11	10,18	10,2	10,2	10,1	10	10,4
2,7	12	10,15	10,2	10,2	10	10	10,4
2,69	13	10,11	10,1	10,1	9,9	9,9	10,4
2,67	14	10,08	10,1	10,1	9,8	9,8	10,3
2,67	15	10,04	10	10	9,6	9,7	10,3
2,67	16	10,01	10	10	9,3	9,5	10,2
2,66	17	9,96	9,9	9,9	9	9,1	10,2
2,65	18	9,91	9,8	9,8	8,2	8,5	10,1
2,64	19	9,84	9,7	9,7	3,7	4,9	10,1
2,63	20	9,76	9,5	9,5	2,9	3,3	10
2,6	21	9,61	9,2	9,3	2,6	1,9	9,9
2,56	22	9,4	8,9	9	2,3	1,6	9,6
2,52	23	9,1	8	8,5	1,7	0	9,3
2,42	24	8,48	4,3	6	0	0	8,8
1,81	25	5,46	2,8	3,5	0	0	6,2
1,52	26	4	2,1	2,5	0	0	4,9
1,41	27	3,67	2	0	0	0	4,8
1,18	28	2,72	0	0	0	0	4,6
1,15	29	2,59	0	0	0	0	3,4
1,1	30	2,4	0	0	0	0	3,3
1,08	31	2,31	0	0	0	0	2,2
1,06	32	2,23	0	0	0	0	2,1
							2

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como se puede observar en la tabla 4.8 el bloque 3 tiene una mayor caída de tensión de 4,5 voltios en relación a los dos bloques, en el diagnostica el bloque 3 se encuentra en mal estado internamente, mediante las dos pruebas de comprobación que se le realizó al bloque.

4.2. MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA BATERÍA HÍBRIDA.

Para el mantenimiento y reparación de la batería HV debemos de relacionar las caídas de tensión que sufre cada pack con los valores de las pruebas que se efectuó en el banco, en este proceso analizamos si la batería HV se descalcifico internamente, obteniendo que vuelva a su mismo estado de carga (SOC) y estado de descarga (DOC) en la mayoría de los casos se debe realizar la limpieza de la chapas metálicas, el cambio de los cables de conducción eléctrica y los cables para el monitoreo de los sensores de temperatura que son un componente esencial que pueden emitir un código de falla P0AA6 defecto de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida. Debido a la diferencia de tensión que existe en los pack se generó el código de falla P0AFA baja tensión en los pack para cual debemos de realizar la reparación del bloque 3 de la batería HV.

En el análisis de monitoreo por medio del escáner y del banco de pruebas que se realizó a los bloques de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER, se pudo verificar que el bloque 3 está generando dos códigos de falla P0AA6 y P0AFA, por tal razón procedemos a realizar el mantenimiento y reparación del mismo.

Como el bloque 3 tiene una caída de tensión mayor a 1,5 voltios, eso nos quiere decir que tiene daños en las celdas, para lo cual utilizamos un taladro que nos sirve para perforar los remaches que son hechos de una material de acero.

Se recomienda que se realice la perforación en un solo lado del bloque derecho o izquierdo en nuestro caso sería el lado derecho, como podemos observar en la siguiente figura.

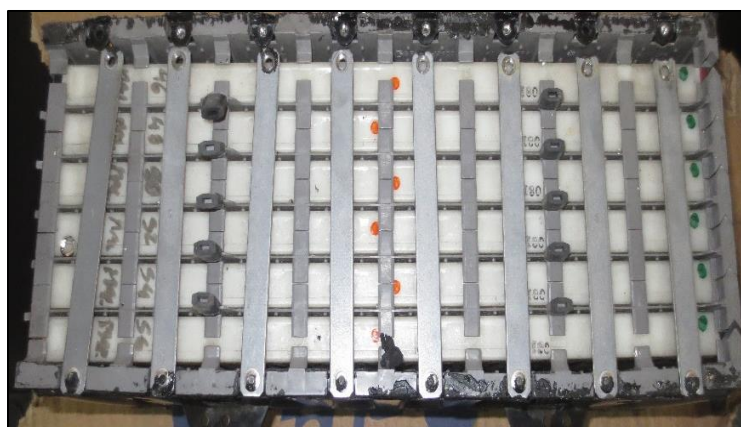


Figura 4. 30 Perforación de los remaches de acero del bloque.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Cuando ya se han perforado todos los remaches, le damos una fuerza en el extremo para que los módulos del bloque se extiendan, verificamos el negativo y positivo de los módulos.



Figura 4. 31 Separación de los módulos del bloque.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Extraemos cada módulo con sus separadores de plástico poniendo en orden en una mesa de trabajo que no contenga ningún elemento evitando que sean movidos para tener una referencia en el momento del cambio de los módulos.

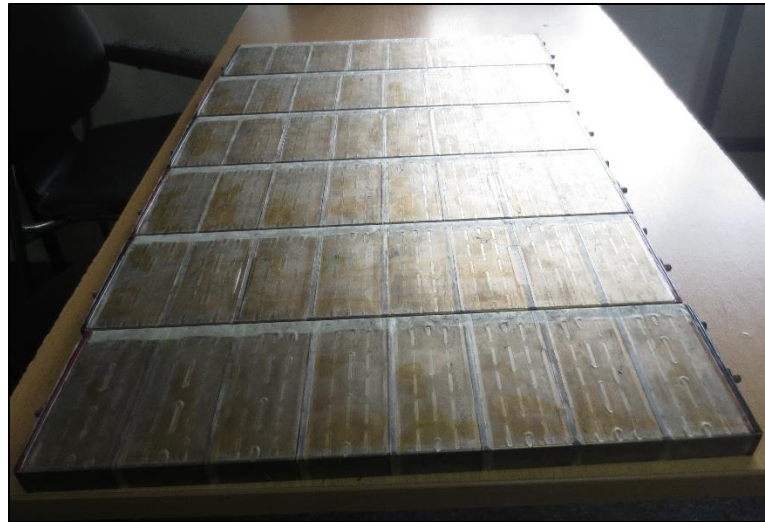


Figura 4. 32 Ubicaciones de los módulos.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Los módulos defectuosos ya se encuentran separados de la carcasa, ahora realizamos el monitoreo en el banco de pruebas de un bloque que perteneció a una batería HV que fue cambiada anteriormente en otro vehículo de la misma marca y modelo.

Verificamos cuales módulos se encuentran en buen estado, realizamos la carga hasta un voltaje de 114 V y procedemos a descargar el bloque donde podemos verificar cuales bloques tienen una menor caída de tensión, los valores los podemos analizar en la siguiente tabla

Tabla 4. 9 Proceso de descarga de un bloque que ya fue cambiado.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3	V4	V5	V6
8,9	1	19,7	20,1	19,1	16,3	19,1	19,7
8,6	2	19,2	19,8	18,6	15,1	18,7	19,3
8,3	4	18,4	19,1	18,1	14,6	18,12	18,6
8,1	6	18,1	18,5	17,8	14,1	17,56	17,89
7,3	8	17,5	17,9	17,1	13,6	17,01	17,23
6,7	10	17,2	16,97	15,4	13,23	16,34	16,45
5,3	12	16,7	16,11	14,8	12,5	15,78	15,87
4,4	14	15,3	15,8	13,7	12,01	14,89	15,12
3,9	16	14,9	14,9	10,12	11,87	14,1	14,9
3,6	18	13,2	14,23	9,6	10,1	13,23	13,97
3,1	20	12,1	13,3	8,32	9,78	12,3	13,45
2,8	22	9,3	12,44	7,22	7,1	11,79	12,89
2,6	24	8,1	11,66	5,34	6,34	10,78	11,9
2,4	26	7,9	10,88	3,2	5,56	9,89	11,1
2,1	30	7,4	10,12	2,2	3,78	9,34	10,4
1,8	32	7,1	9,24	1,01	2,34	8,45	9,56
1,6	34	5,3	8,1	0,67	1,45	7,5	8,78
1,1	36	4,2	7,01	0,1	0,89	6,23	7,9
0,8	38	2,2	6,1		0,5	5,4	7,12
0,5	40	1,9	4,9		0,01	4,5	6,64
0,2	42	1,1	3,78			3,1	5,78

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Por medio del banco de pruebas los packs 2, 5 y 6 tienen una caída de tensión de 1,14 voltios, es un valor memorable que se encuentra en los rangos normales según el análisis que se realizó a todos los packs.

Seleccionados los packs 2, 5 y 6 que van hacer ensamblados en la carcasa del bloque 3, procedemos a utilizar un taladro para perforar los remaches de acero, removiendo los módulos de la carcasa en forma ordenada como se vaya sustrayendo cada uno.



Figura 4. 33 Módulos utilizados para el ensamblaje del bloque 3

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Se sustrajo los packs 2,5 y 6 procedemos a ubicarlos en forma ordenada, en una mesa de trabajo, teniendo como referencia el orificio de respiración de los gases de cada módulo, colocamos cada uno de forma alternada como ejemplo negativo y positivo.

Debido a que cada módulo tiene tensión almacenada, se debe descargarlos utilizando un foco 12 V - 55 Watt hasta que el foco pierda su intensidad de iluminación, porque el voltaje que tienen en su interior hacen que se hinchen teniendo problemas en el momento de ensamblarlos.



Figura 4. 34 Descarga de los módulos.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Procedemos a ensamblar en la carcasa del bloque 3 los módulos con sus separadores de plásticos que seleccionamos en el análisis que se realizó por medio del banco de pruebas.



Figura 4. 35 Ubicación de los módulos y separadores.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Utilizamos una prensa manual ubicándola en el lado inferior del ensamble del bloque 3, se utilizó unos tornillos como seguros para que soporten presiones en el momento de la carga y descarga, donde los módulos permanezcan estables, realizamos el mismo proceso para el lado superior del bloque.



Figura 4. 36 Centrado de los módulos del bloque 3.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

En este instante el bloque 3 ya tiene sus módulos y separadores ubicados, ahora realizamos un proceso importante verificar el estado en que se encuentran las chapas metálicas.



Figura 4. 37 Chapas metálicas del bloque 3.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como podemos observar en la figura 4.37 las chapas metálicas se encuentran con óxido, esto se debe al trabajo de resistir altos voltajes y altas temperaturas, para lo cual utilizamos una lija número 600, dando movimientos de una forma uniforme evitamos que las chapas sufran algún daño, sacamos todo el óxido como se puede observar en la figura 4.38.



Figura 4. 38 Limpieza de las chapas metálicas.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Las chapas metálicas se encuentran listas para ser ubicadas en el nuevo bloque, con un multímetro automotriz seleccionamos continuidad, verificando si los conductores de los sensores de temperatura, de voltaje y para el control en el relé no tienen alguna falla o están en circuito abierto.

Realizado este proceso ubicamos todos los cables conductores en su lugar de origen en el bloque, verificamos que no exista algún cable movido que pueda realizar contacto con algún metal, lo podemos observar en la figura 4.39.



Figura 4. 39 Ubicación de las chapas metálicas y sus cables.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Ya se encuentran ubicados todos los componentes del bloque 3, pero debemos de realizar una pequeña inspección en todo el nuevo bloque. Con el banco de pruebas lo cargamos hasta un voltaje de 57,01 V y los descargamos verificando si existe una diferencia de tensión mayor a 1,5 voltios.

Tabla 4. 10 Descarga del bloque 3 reparado.

Amper.	T(min)	V1	V2	V3
5,8	1	19,1	18,9	19,01
5,7	2	18,6	18,5	18,3
5,6	3	18,01	18,13	17,86
5,1	4	17,41	17,7	17,1
4,9	5	16,7	17,1	16,89
4,5	6	16,1	16,6	16,53
4,1	7	15,4	15,89	15,78
3,9	8	14,7	15,12	14,98
3,8	9	13,8	14,56	13,89
3,7	10	13,1	13,78	13,12
3,4	11	12,4	13,34	12,76
3,1	12	11,7	12,45	11,78
2,8	13	10,9	11,56	10,89
2,4	14	10,01	10,89	10,12
2,1	15	9,2	10,23	9,45
1,9	16	8,7	9,43	8,56
1,8	17	7,89	8,67	7,91
1,67	18	7,12	7,98	6,97
1,54	19	6,5	7,23	6,34
1,43	20	5,9	6,58	5,78
1,2	21	4,81	4,89	4,67
1,01	22	3,93	4,34	3,87
0,8	23	2,88	3,67	3,45
0,6	24	2,13	2,94	2,6
0,4	25	1,67	2,45	1,75
0,34	26	1,23	1,67	0,89

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo

Realizando el monitoreo de los packs, tienen una caída de tensión de 1,09 voltios, ese voltaje nos da como referencia que los packs del nuevo bloque 3 se encuentran funcionando correctamente.

Como en el análisis los bloques 1, 2 y 3 se encuentran internamente en buen estado, utilizando los guantes de nitrilo volvemos a colocar cada bloque en el

compartimiento de la batería HV, realizamos la conexión de los cables de los sensores de temperatura, los cables que sirven para poner en serie a los tres bloques, la conexión a los relés de control de voltaje y cada conector a la entrada de la ECU de la batería HV.

Como el sistema híbrido detecta a sus componentes, se debe colocar el protector de metal con algunas tuercas para evitar algún código de falla DTC y enclavamos el jumper de seguridad.



Figura 4. 40 Conexión de cables de monitoreo en la ECU de la batería HV.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Realizamos una hoja de ruta donde el camino que se recorrerá tenga curvas, pendiente y caminos cerrados, la vía para la prueba es Quito- calderón, conectamos el escáner G-SCAN GIT verificamos si existe algún código de falla, se presentó el código P0A0D esto se debe por el enclavamiento del Jumper de seguridad, procedemos a borrar el código de falla, poniendo en funcionamiento el vehículo híbrido por un lazo de tiempo de 60 minutos monitoreando los packs.

Aceleramos a su máximo rendimiento, frenando por algunas ocasiones, detenemos el vehículo HV en una pendiente, de nuevo le damos velocidad verificando si existe alguna caída de tensión, después de 30 minutos realizamos

la misma prueba, pero en las curvas se debe acelerar y frenar verificando el voltaje de los pack y si se generó algún código de falla, verificamos que la diferencia de tensión entre packs se mantiene en 0,98 voltios.

Tabla 4. 11 Monitoreo de los packs de la batería HV del HIGHLANDER.

No.	BLOQUE	PACKS	VOLTAJE
1	1	1	21,57
2	1	2	21,70
2	1	3	21,67
3	1	4	21,70
4	1	5	21,67
5	1.	6	21,56
6	2	7	21,60
7	2	8	21,73
8	2	9	21,80
9	2	10	21,93
10	2	11	21,80
11	2	12	21,67
12	3	13	21,14
13	3	14	21,18
14	3	15	20,95

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Los voltajes del bloque 3 se están manteniendo en un rango memorable, donde el pack número 10 tiene un voltaje máximo de 21,93 V y el pack número 15 tiene un voltaje de 20,95 V, teniendo una diferencia de tensión máxima de 0,98 V, en la prueba de ruta que se realizó durante un lapso de 60 minutos no se generó ningún código de falla DTC.

El bloque reparado funciono correctamente, durante toda la prueba que se le realizo.

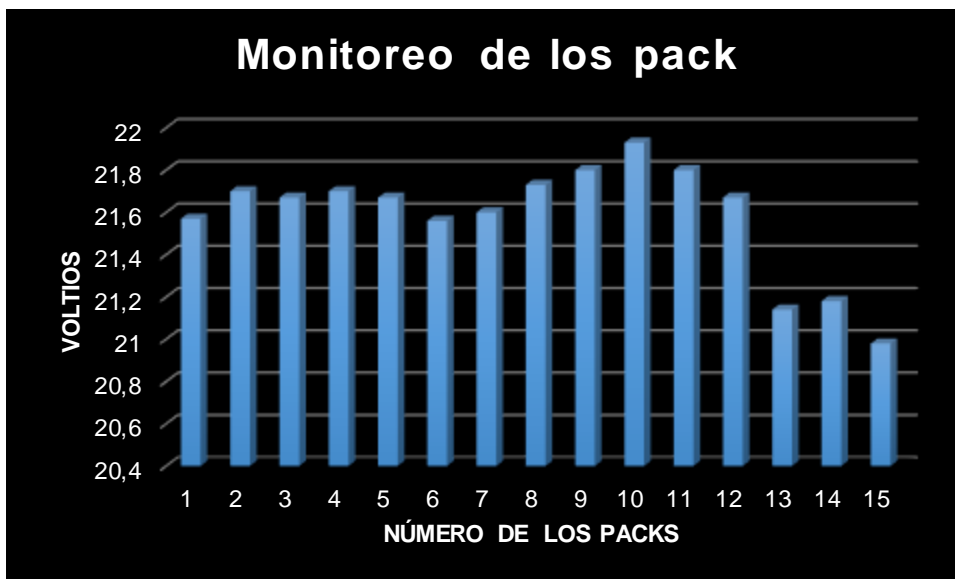


Figura 4. 41 Monitoreo de los packs con el bloque 3 reparado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

La diferencia de tensión que podemos observar es nuestra referencia para verificar el estado en que se encuentra la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER, los packs se encuentran almacenando y descargando la tensión con un rendimiento normal de funcionamiento.

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El análisis se basó en los datos reales que se realizó en el monitoreo de cada uno de los packs de la batería HV utilizando herramientas como el escáner Automotriz, el banco de pruebas genérico y un programa, verificamos la recuperación que tiene la batería HV comprobando si existe igualación de voltaje en los packs.

Realizando el monitoreo de los packs de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER 2010, verificando los datos antes de que se realice algún mantenimiento.

Poniendo como referencia los valores de la **Tabla 4.1** clasificando como bueno o malo dependiendo de la diferencia de tensión que existe en cada uno, lo podemos observar en la Tabla 4.12.

Tabla 4. 12 Funcionamiento inicial de los packs de la batería HV.

No.	BLOQUE	PACKS	VOLTAJE	ESTADO
1	1	1	20,46	Bueno
2	1	2	20,53	Bueno
2	1	3	20,43	Bueno
3	1	4	20,46	Bueno
4	1	5	20,46	Bueno
5	1.	6	20,46	Bueno
6	2	7	20,85	Bueno
7	2	8	20,75	Bueno
8	2	9	21,05	Bueno
9	2	10	21,14	Bueno
10	2	11	20,98	Bueno
11	2	12	20,95	Bueno
12	3	13	19,74	Malo
13	3	14	19,48	Malo
14	3	15	19,55	Malo

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como ya tenemos una referencia inicial del estado de funcionamiento en que se encuentran los bloques de la batería HV, ahora verificamos los valores de cada voltímetro en las pruebas que se realizó en el banco de pruebas genérico.

En los cálculos el voltaje máximo que puede llegar a tener el bloque 1 y bloque 2 es de 138,24 voltios, realizando la carga en el banco de pruebas por un tiempo

de 66 minutos el voltaje que alcanzó el bloque 1 fue de 137,83 V y el bloque 2 un voltaje de 137,26 V.

Comparando el voltaje máximo cálculo con el voltaje de carga, el **bloque 1** está perdiendo 0,41 voltios y el **bloque 2** pierde 0,98 voltios, estos valores son las pérdidas que sufre la batería HV en la carga que le suministra el vehículo HV cuando está en funcionamiento.

El voltaje máximo calculado del bloque 3 es de 69,12 voltios, utilizando el banco de pruebas para realizar la carga por un lazo de 19 minutos la carga almacenada en el bloque es de 64,33 voltios.

Comparando el voltaje máximo calculado con el voltaje de carga, el **bloque 3** no almacena totalmente la tensión que se le suministra teniendo una diferencia de 4,79 voltios, esta diferencia es perdida de voltaje, el cual genera un código de falla DTC P0AFA.

Siguiendo con el diagnostico realizamos la descarga de los bloques verificando la caída de tensión que van a tener y el estado de vida de trabajo en que se encuentran cada pack o el bloque.

Realizando el monitoreo en la descarga del bloque 1, los packs van a tener una caída de tensión máxima de:

Pack 1 = 1, 34 V

Pack 2 = 1, 28 V

Pack 3 = 1, 20 V

Pack 4 = 1, 25 V

Pack 5 = 1, 23 V

Pack 6= 1,25 V

El pack 1 tiene una caída de tensión máxima a comparación de los otros packs de 1,34 V, todos los packs se encuentran en el rango de funcionamiento de mantenerse por debajo de 1,50 voltios en la figura 4.42 podemos observar la caída de tensión del pack1 y pack 3

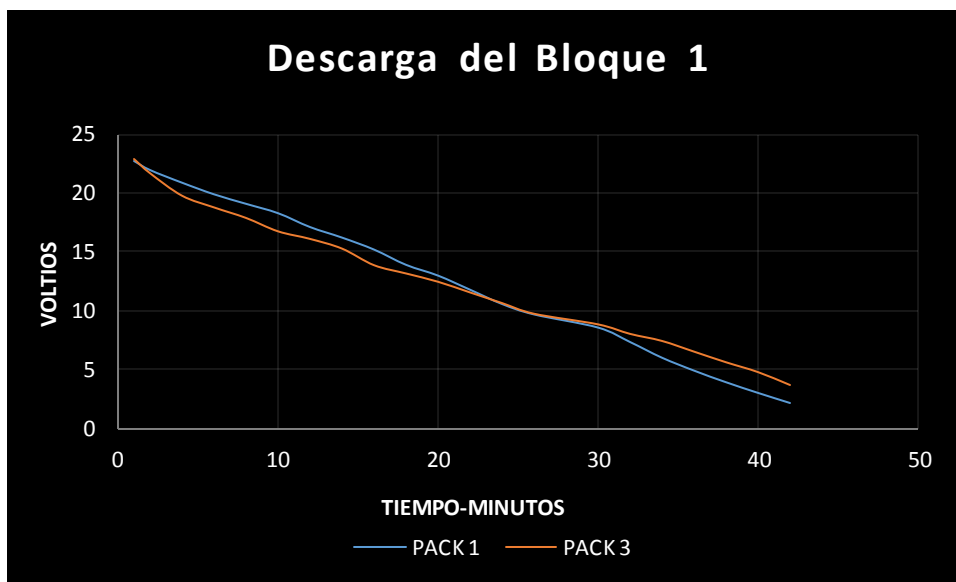


Figura 4. 42 Caída de tensión del pack 1 y pack 2 del bloque 1.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El pack 1 que tiene una caída de tensión máxima de 1,34 voltios y el pack 3 que tiene una caída de tensión mínima de 1,20 voltios del bloque 1, en la descarga los dos packs van perdiendo su voltaje de manera uniforme, en nuestro análisis por medio de la Figura 4.42 el bloque 1 se encuentran en buen estado de funcionamiento.

En la descarga del bloque 2, analizamos los valores de la **Tabla 4.5** donde la caída de tensión se mantiene en 1,21 voltios en casi todos los packs del mismo.

Pack 1= 1,21 V.

Pack 2= 1,34 V.

Pack 3= 1,20 V.

Pack 4= 1,11 V.

Pack 5= 1,28 V.

Pack 6= 1,20 V.

El pack 4 tiene una caída de tensión mínima a comparación de los otros packs de 1,11 V y el pack 2 tiene una caída de tensión máxima de 1,34 V, vamos a realizar el análisis mediante la Figura 4.43 de los dos packs.

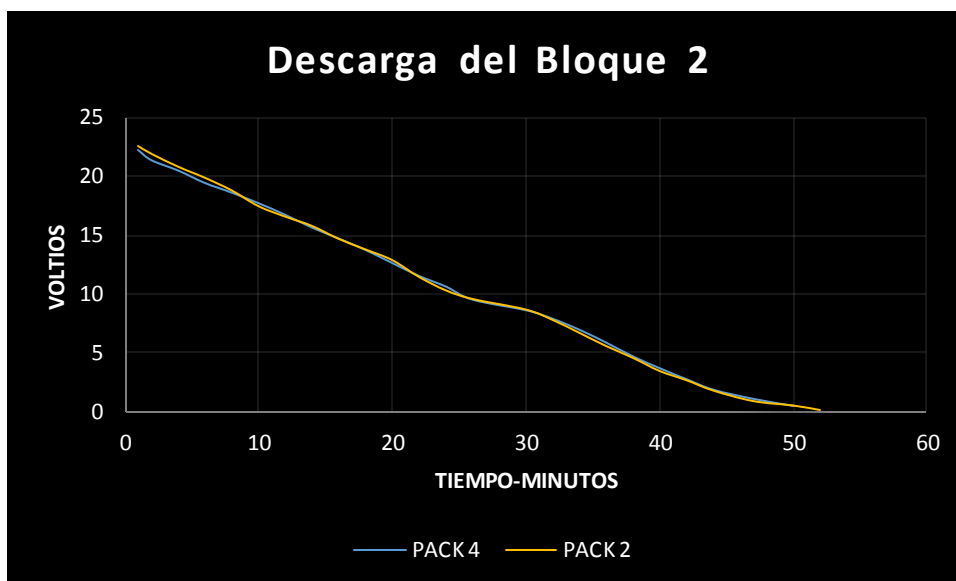


Figura 4. 43 Caída de tensión del bloque 2.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El pack 2 y pack 3 tienen una diferencia de voltaje mínima de 0,47 voltios, teniendo una caída de tensión máxima de 1,34 voltios, pero mantienen el voltaje en el proceso de descarga, para nuestro diagnóstico el bloque 2 se encuentra funcionando correctamente, para lo cual procedemos a ensamblar en el

compartimiento de la batería HV que se encuentra en la parte posterior de la cabina del vehículo TOYOTA HIGHLANDER.

Inicialmente hemos diagnosticado al bloque 3 en mal estado, vamos a analizar las caídas de tensión que tienen sus módulos y la diferencia de voltaje que existe.

Mediante la prueba de descarga utilizando un foco halógeno de 12 V con una potencia de 55 watt, vamos a realizar el análisis de los datos de la **Tabla 4.8**.

Módulo 1 y Módulo 2.

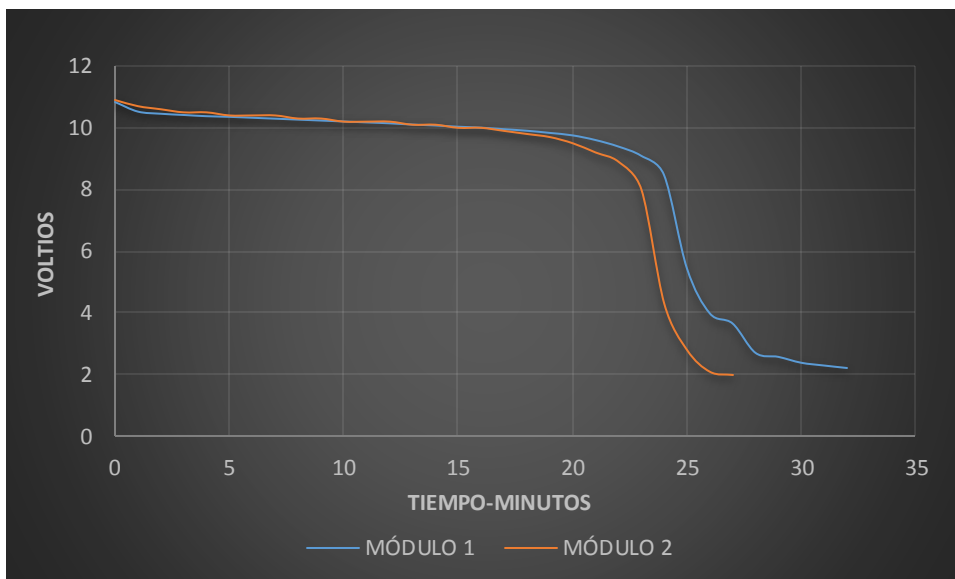


Figura 4. 44 Caída de tensión del módulo 1 y módulo 2

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El módulo 1 empieza con un voltaje de 10,84 V con un amperaje de descarga de 2,89 Amperios, cuando han pasado 20 minutos cae a 9,76 V teniendo una diferencia de 1,08 V. En el minuto 24 al 25 tiene una caída de tensión de 3,02 V como se puede observar en la Figura 4.44.

El módulo 2 empieza con un voltaje de 10,9 V, cuando han pasado 22 minutos el voltaje comienza a caer a 8 V y en el minuto 23 el voltaje se encuentra en 4,3 teniendo una caída de tensión de 3,7 voltios.

Debido a sus caídas de tensión de 3,02 V y 3,7 V los dos módulos se encuentran deteriorados internamente no tienen la suficiente capacidad para mantener el voltaje en sus celdas.

Módulo 3 y 4.

El módulo 3 empieza con un voltaje de 11,1 V con un amperaje de descarga de 2,88 amperios y el módulo 4 con 11 voltios con un amperaje de 3,08 amperios, en la Figura 4.45 podemos observar la caída de tensión que existe en los dos módulos.

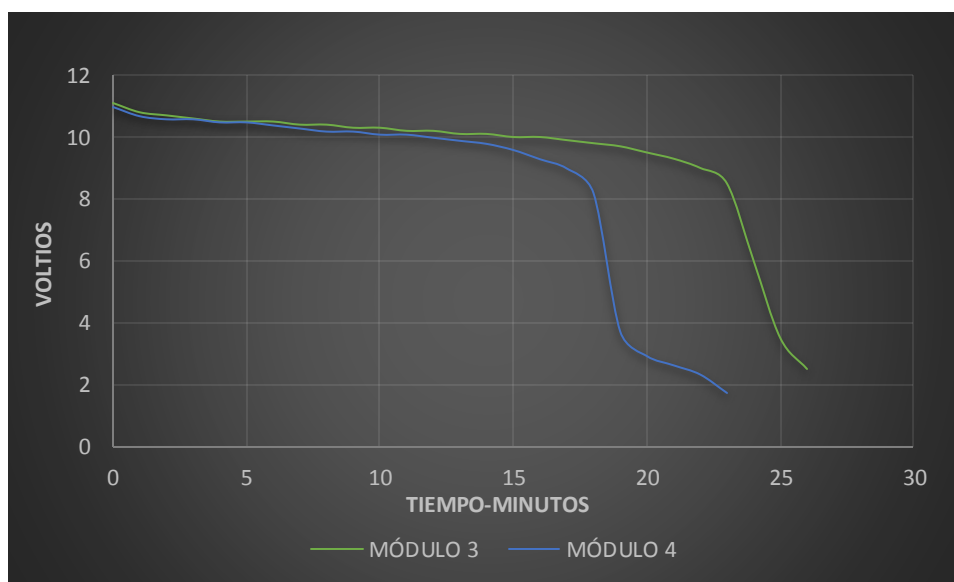


Figura 4. 45 Caída de tensión del módulo 3 y módulo 4.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El módulo 3 tiene una caída de tensión 2,5 voltios en el minuto 23 al 24. El módulo 4 va tiene una caída de tensión de 4,5 voltios descargándose en menor tiempo.

Los módulos se encuentran en mal estado, descargándose rápidamente, se recomienda el cambio de los dos módulos.

Módulo 5 y 6.

El módulo 5 tiene una tensión almacenada de 10,7 voltios al iniciar la descarga el amperaje de consumo va a empezar con 3,44 amperios y se va descargar totalmente en el minuto 22.

El módulo 6 tiene mayor capacidad de almacenamiento de 11,3 voltios que el anterior, teniendo una mayor duración en el proceso de descarga de 33 minutos.

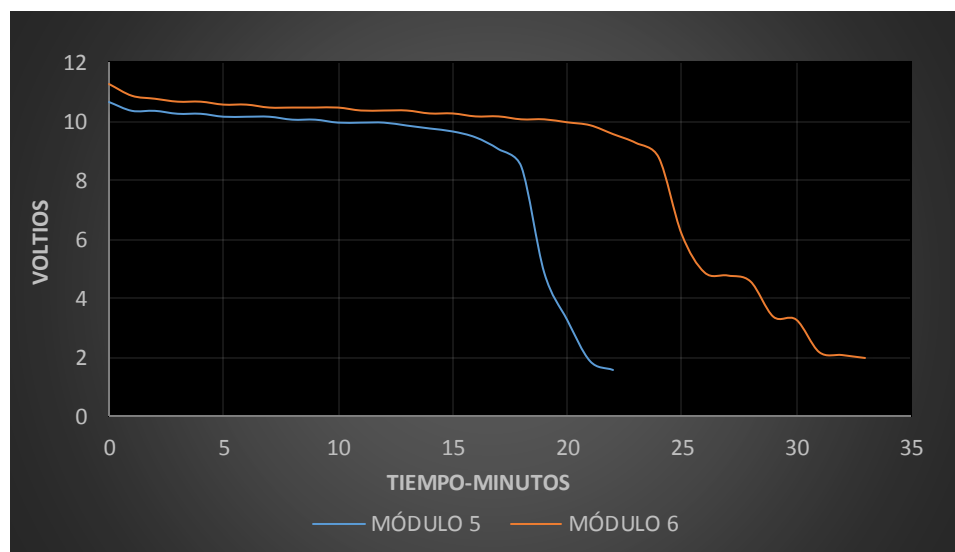


Figura 4. 46 Caída de tensión del módulo 5 y módulo 6.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Vamos analizar la figura 4.46 el módulo 5 se va a descargar en menor tiempo que el módulo 6 es un mal síntoma de funcionamiento, donde su caída de tensión es de 3,6 voltios y 2,6 voltios respectivamente.

Los dos módulos no mantienen la tensión en sus celdas de manera uniforme cuando se está en el proceso de descargando de la batería HV, no se encuentran funcionando correctamente.

Como teníamos un diagnóstico inicial de que todos los packs del bloque 3 se encontraban defectuosos verificamos con las pruebas que se realizó a todos los bloques, donde los módulos del bloque 3 tienen una caída de tensión mayor a 1,5 voltios.

Comprobamos que los códigos de falla **P0AA6** defecto de aislamiento del sistema de voltaje de la batería híbrida y **P0AFA** tensiones bajas en los packs se estaban generando por las altas caídas de tensión que realizaba el bloque 3 para lo cual se necesita la reparación del bloque 3 para que el vehículo HV funcione en su máximo rendimiento y el bloque tenga la capacidad para mantener el voltaje dependiendo la situación en que se encuentre para el consumo de voltaje que se necesite.

Se realizó un nuevo bloque 3 con módulos que tienen capacidad de mantener el voltaje para no recaer, vamos analizar al nuevo bloque con los valores de descarga que tenemos en la **Tabla 4.12** donde verificaremos si se encuentre funcionando en el límite de voltaje.

Al nuevo bloque 3 se lo carga en el banco de pruebas hasta tener un voltaje de 57,01 y se lo descarga verificando la caída de tensión y la diferencia de voltaje que va existir en cada pack.

El pack 2 tiene una caída de tensión mínima de 0,89 voltios y el pack 3 tiene una caída de tensión máxima de 1,09 voltios, en la siguiente Figura 4.47 podemos observar la caída de tensión de estos dos packs.

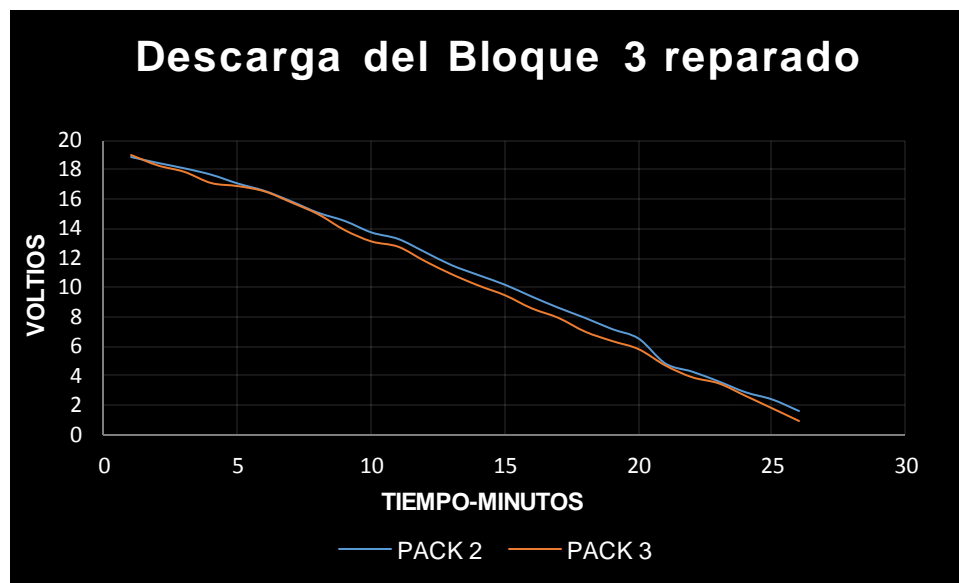


Figura 4. 47 Monitoreo de voltaje del nuevo bloque 3.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El nuevo bloque 3 tiene una diferencia de tensión mínima y manteniéndose uniforme en la descarga entre todos los pack, donde vamos a tener una caída de tensión máxima de:

Pack 1 = 0, 9 V.

Pack 2 = 0, 89 V.

Pack 3 = 1, 09 V.

La caída de tensión máxima que tiene el pack 3 es de 1,09 voltios comparando con el módulo 1 y 2 que están defectuosos vamos a tener una

pérdida de voltaje de 2,61 V, este valor en los vehículos HV significa una gran pérdida de voltaje.

El nuevo bloque 3 se encuentra cargando a su máximo rendimiento y manteniendo la tensión en la descarga, este mantenimiento y reparación ayudo a que el vehículo HV no genere algún código de falla, para que trabaje a su máximo rendimiento.

Como ya se encuentra ubicada la batería HV en el compartimiento, conectamos el escáner automotriz G-SCAN GIT, realizando las pruebas necesarias con el vehículo TOYOTA HIGHLANDER en funcionamiento durante un tiempo de 60 minutos monitoreamos los packs y verificamos la diferencia de tensión que existe entre ellos este voltaje es nuestra referencia.

Realizamos la comparación de voltaje entre un pack del bloque 1, dos pack del bloque 2 y un pack del nuevo bloque 3.

Pack 1= 21, 41 V.

Pack 8= 21, 31 V.

Pack 12= 21, 14 V.

Pack 14= 21, 18 V.

La diferencia de tensión entre los packs del bloque reparado es de 0,23 voltios y de los packs del bloque 3 que se encontraba defectuoso era de 1,66 voltios cuando el vehículo híbrido se encontraba en funcionamiento.

Los packs del bloque 3 reparado están operando a un mismo ritmo teniendo una pérdida de voltaje de 0,22 que es un valor normal para el funcionamiento, la

batería HV se recuperó totalmente y se encuentra funcionando en su máximo rendimiento de carga y manteniendo el voltaje en la descarga.

La batería HV cuando se finalizó el mantenimiento y reparación alcanza un voltaje de 323,7 voltios y cuando presentada el código de falla tenía 286,83 voltios, la diferencia que existe es de 36, 87 voltios, esta diferencia nos garantiza que la batería híbrida mejoro su estado de carga SOC y descarga DOD, nos garantiza que el vehículo híbrido va poder realizar su funcionamiento de rendimiento máximo en cualquier camino o pista que se le presente sin generar algún código de falla.

Analizamos los datos de funcionamiento del vehículo TOYOTA HIGHLANDER 2010 para ingresar en el programa de Excel verificando el estado de la batería HV.

6,5	100%
5,752222222	X
SALUD DE LA BATERIA	88,495726

Figura 4. 48 Estado de salud de la batería HV con el bloque reparado.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Como podemos observar en la figura 4.49 la batería defectuosa tiene un estado de salud 67,37% y la batería HV reparada de 88,49 % de salud tenemos una elevación del rendimiento cuando la batería HV se encuentra reparada, hemos recuperado 21,12 % logrando que el vehículo funcione en su máximo rendimiento.

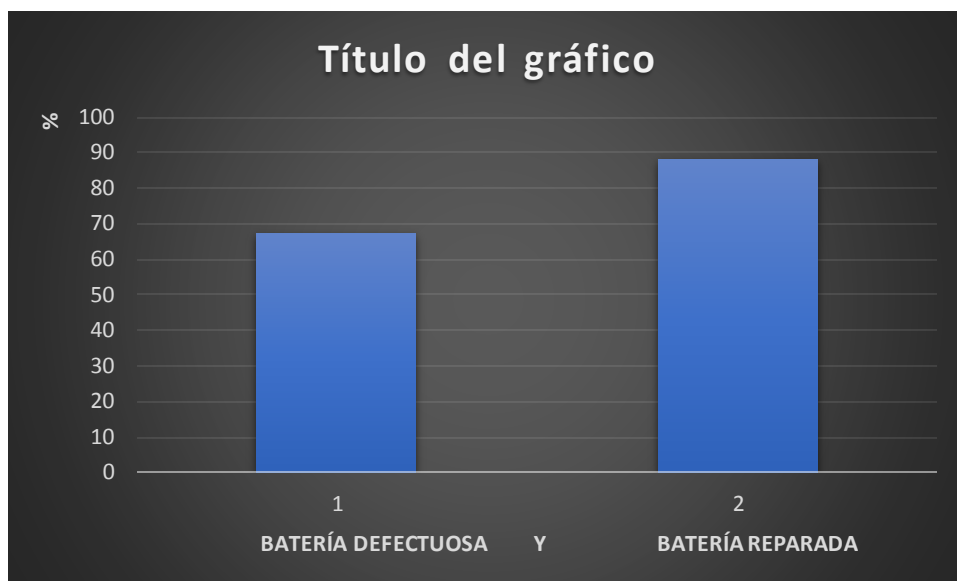


Figura 4. 49 Estado de salud de las baterías defectuosa y reparada.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Debido a diferentes factores que vienen provocando fallas en los vehículos híbridos, se tiene que realizar el mantenimiento cada año o 20 000 kilómetros evitando problemas en la batería de alta tensión, en el inversor y en los motores eléctricos MG1, MG2.

CAPÍTULO 5

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. RECURSOS.

Para desarrollar el proyecto que se llevó a cabo de una forma ordenada, debemos de considerar aspectos como son recursos humanos, tecnológicos y recursos materiales que serán de gran ayuda para guiarnos y poder llegar a nuestro objetivo.

Los recursos que utilizamos serán un complemento de ayuda que debemos optimizar para lo cual diseñamos un plan de guía de recursos para llevar en consideración todo lo que se realizara.

5.1.1. RECURSOS HUMANOS.

Los recursos humanos son importante para la realización del trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS.”

Tabla 5. 1 Recursos Humanos.

No.	Nombre	Detalle
1	Diego Hidalgo	Investigador.
2	Marcelo Gómez	Investigador
3	Ing. Germán Erazo	Director
4	Ing. José Quiroz	Codirector

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

El trabajo de la investigación científica en la mayoría fue realizado por nosotros Freddy Marcelo Gómez Calapaqui y Diego Alfredo Hidalgo Chasi, con la designación de dos tutores que son los señores Ingenieros Germán Erazo y José Quiroz quienes guiaron al proyecto en su inicio y terminación del mismo.

5.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS.

Para llevar a cabo el proyecto se utilizaron recursos tecnológicos para las diferentes áreas para el diagnóstico utilizamos un escáner automotriz que fue una herramienta esencial, la utilización del osciloscopio, un multímetro digital, un programa en Excel que se basaron para ver el estado de vida de la batería HV, para tener evidencia se utilizó una cámara digital, una filmadora, para las consultas el uso del internet fue de gran ayuda y para la presentación del proyecto se utilizó una computadora.

Todos los recursos fueron herramientas esenciales para poder realizar el proyecto en el área de la investigación científica.

Tabla 5. 2 Recursos tecnológicos.

No.	Nombre
1	Escáner Automotriz.
2	Osciloscopio.
2	Computadora.
3	Cámara Digital
4	Filmadora
5	Internet.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

5.1.3. RECURSOS MATERIALES.

Los recursos materiales que se utilizó en la realización del proyecto son todos los componentes físicos que fueron necesarios para la construcción del banco de prueba genérico como la batería de alta tensión, equipo de protección, los componentes eléctricos y electrónicos.

Tabla 5. 3 Recursos materiales.

No.	ELEMENTO
1	Voltímetro analógico.
2	Multímetro digital.
3	Amperímetro analógico.
4	Puente rectificador KBP1506W.
5	Puente rectificador RS405
6	Condensador electrolítico.
7	Condensador electrolítico.
8	Condensador poliéster.
9	Diodo P600M.
10	Focos halógenos.
11	Transformador.
12	Ventiladores.
13	Alambre cableado.
14	Interruptores basculantes dobles luminosos
15	Interruptor Conmutador tres posiciones.
16	Batería de alta tensión.
17	Guantes aislantes.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

5.2. PRESUPUESTO.

Para la realización del proyecto titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS GENÉRICO, PARA REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS.”, se necesita de un presupuesto para solventar todos los gastos y llegar a nuestra meta propuesta.

En la tabla 5.1 detallamos el presupuesto que se dividió en diferentes áreas para su utilización, para realizar de una manera eficiente la construcción del proyecto para que pueda cumplir con las expectativas de que sirva como un banco didáctico para nuevos conocimiento de los compañeros estudiantes y para que las personas que tienen vehículos HV tiene un nuevo concepto que si se les pueden realizar mantenimiento y reparación.

Tabla 5. 4 Presupuesto.

No.	DETALLE	VALOR USD.
1	Construcción del banco de pruebas	135,00
2	Voltímetros analógicos.	70,00
3	Multímetro digital.	20,00
3	Amperímetro analógico.	14,00
4	Puente rectificador KBP1506W.	5,60
5	Puente rectificador RS405	4,30
6	Condensador electrolítico.	12
7	Condensador electrolítico.	3,30
8	Condensador poliéster.	1,50
9	Diodo P600M.	0,70
10	Focos halógenos.	36,00
11	Transformador.	9,00
12	Ventiladores.	12,00
13	Alambre cableado.	14,00
14	Interruptores basculantes dobles luminosos	2,50
15	Interruptor Conmutador tres posiciones.	3,20
16	Batería de alta tensión.	1 000,00
	TOTAL	1 348,10

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Para el reemplazo de los pack que se encontraban en mal estado se utilizaron pack de una batería que fue desechada, comprobando en el banco de pruebas genérico cuales pack se encuentran funcionando correctamente y los reemplazamos.

El costo de los pack y el reemplazo en la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER tiene un precio de \$ 1 200.

La batería Híbrida del TOYOTA HIGHLANDER tiene un precio de \$ 4 900, el valor de \$ 1 200 corresponde al 24% del valor que cuesta toda la nueva batería HV, estamos ahorrando un 76% teniendo la satisfacción del cliente.

5.3. FINANCIAMIENTO.

Todo el financiamiento se realizó por parte de nosotros: Freddy Marcelo Gómez Calapaqui y Diego Alfredo Hidalgo Chasi.

5.4. CRONOGRAMA.



Figura 5. 1 Cronograma de actividades del proyecto.

Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- Se construyó un banco de pruebas que pueda generar una tensión de 155,56 V y una intensidad de 3,44 Amperios para la carga de la batería HV y genere 7,44 amperios para descargar a la misma.
- Se diagnosticó que los bloques no almacenan tensión al 100%, bloque 1 está perdiendo 0,41 voltios, el bloque 2 pierde 0,98 voltios y el bloque 3 está perdiendo 4,79 voltios.
- Con los valores de carga y descarga que nos proporciona el banco de pruebas se realizó el estudio de las gráficas diagnosticando que el bloque 3 de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER no se encontraba funcionando correctamente, lo cual estaba generando dos códigos de falla DTC P0AA6 y P0AFA por su caída de tensión que tenía de 3,6 voltios.
- Con el diagnóstico, mantenimiento y reparación de la batería HV se redujo costos en un 76% al cliente.
- Con el mantenimiento y reparación de la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER se recuperó 36,87 voltios.

6.2. RECOMENDACIONES.

- Se tiene que realizar el mantenimiento de las baterías híbridas cada año o 20 000 kilómetros, evitando que las packs sigan perdiendo su capacidad para almacenar voltaje en sus celdas y las chapas metálicas se deterioren por la temperatura.
- Se tiene que usar guantes aislantes y desactivar el Jumper de seguridad para el desmontaje de las baterías de alta tensión, para poder realizar cualquier trabajo de mantenimiento en los vehículos híbrido.
- Antes de activar la opción de carga en el banco de pruebas, el interruptor de control de S1, S2, S3 se encuentre desactivado, evitando que el puente rectificador sufra daños de cortocircuitarse.
- El uso del escáner automotriz es una herramienta principal para realizar el diagnóstico inicial y final de la batería híbrida mediante el monitoreo de todos sus packs.
- Se debe utilizar un osciloscopio OTC, para analizar la gráfica del ventilador verificando su correcto funcionamiento
- Realizar las perforaciones de los remaches del bloque en un solo lado derecho o izquierdo.
- Desarrollar estudios sobre el sistema de refrigeración y ventilación.
- Estudiar acerca del reciclaje de las baterías híbridas.

BIBLIOGRAFÍA

- Augeri, F. (2012). Batería alta tensión Ford Escape Híbrido. Buenos Aires: Cise Electronics Corp.
- Augeri, F. (2012). Lección 1: Batería de alta tensión. Buenos Aires : Cise Electronics corp.
- Augeri, F. (2013). Lección 2: Baterías de Vehículos Híbridos. Buenos Aires: Cise Electronics corp.
- Espinosa, L., & Erazo, G. (Marzo de 2013). "DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO, DIAGNÓSTICO Y REPARACIÓN DEL SISTEMA DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS". 48. Latacunga, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.
- Malvino, A., & Bates, D. (2007). Principios de Electrónica. 7a. ed. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana.
- Murillo, P., & Rojas, A. (Febrero de 2014). "CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE DIAGNÓSTICO Y CARGA PARA MANTENIMIENTO DE BATERÍAS DE AUTOS HÍBRIDOS". 82. Quito, Universidad Tecnológica Equinoccial.
- San Miguel, P. A. (2001). ELECTROTECNIA. 7a. ed. Madrid: PARANINFO

NETGRAFÍA

- Álvarez, M. (2009). Cálculo fácil de transformadores y autotransformadores monofásicos y trifásicos de baja tensión. Citado el 13 de Mayo de 2014, de <http://books.google.com.ec/books?id=ntZ2VkQIXOkC&printsec=frontcover&dq=calculos+de+transformadores&hl=es&sa=X&ei=Ty1yU->

2PG8HmsASUzoGoBQ&ved=0CDQQ6AEwAA#v=onepage&q=calculos%20de%20transformadores&f=false

- Barbadillo, F. (2012). FORMACIÓN DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS II. Citado el 10 de Junio de 2014, de <http://www.tecnomovil.com/Cursos-formacion/Hibridos%20II/Curso-hibridos-II.htm>
- Bueno, D. (2012). Motor Eléctrico BRUSHLESS: Funcionamiento y características. Citado el 01 de Junio de 2014, de <http://1mecanizadoelarenal.files.wordpress.com/2013/11/motores-brushless.pdf>
- Castro, T. (2014). Componentes de Vehículos Híbridos: La Batería. Citado el 9 de Junio de 2014, de <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/184-componentes-de-vehiculos-hibridos-la-bateria-hv>
- DatasheetCatalog.com. (2014). Obtenido de Especificaciones técnicas del puente. Citado el 1 de Junio de 2014, de <http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/dccomponents/KBPC1510.pdf>
- E-CENTRO. (2012). Batería de Hidruro de níquel- metal. Citado el 11 de Junio de 2014, de http://centrodeartigos.com/articulos-educativos/article_10005.html
- ENGINEERING SCIENCE & TECHNOLOGY DIVISION. (2004). EVALUATION OF 2004 TOYOTA PRIUS HYBRID ELECTRIC DRIVE SYSTEM INTERIM REPORT. Citado el 11 de Junio de 2014, de <http://web.ornl.gov/~webworks/cppr/y2001/rpt/121813.pdf>
- Fowler, R. (1992). Electricidad: principios y aplicaciones. (Reverte, Ed.) Citado el 6 de Mayo de 2014, de [http://books.google.com.ec/books?id=LdzhG3XZd2IC&pg=PA268&dq=EJEMPLOS+DE+COMO+calcular++la+capacidad+de+un+condensador+electrolitico&hl=es&sa=X&ei=Ja9pU-SJE8GnyAT26oCoAQ&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q=EJEMPLO%20DE%20COMO%20calcular%20%20la%20capacidad%20de%](http://books.google.com.ec/books?id=LdzhG3XZd2IC&pg=PA268&dq=EJEMPLOS+DE+COMO+calcular++la+capacidad+de+un+condensador+electrolitico&hl=es&sa=X&ei=Ja9pU-SJE8GnyAT26oCoAQ&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q=EJEMPLO%20DE%20COMO%20calcular%20%20la%20capacidad%20de%20)

- Meganeboy, D. (2014). Vehículos Híbridos. Citado el 10 de Junio de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Online Unit Converter, P. (2012). Factores de conversión de Amperio-hora- carga eléctrica. Citado el 16 de Junio de 2014, de <http://online.unitconverterpro.com/es/tablas-de-conversion/conversor-alpha/factors.php?cat=charge&unidad=amperio-hora&categoria=Carga+el%C3%A9ctrica&unit=1&val>
- Multicomp. (2014). P600 Series. Citado el 18 de Junio de 2014, de <http://www.farnell.com/datasheets/78843.pdf>
- ESPACIO TOYOTA. (2012). La refrigeración del sistema de baterías. Citado el 01 de Junio de 2014, de <http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-refrigeracion-del-sistema-de-baterias-que-es-y-como-funciona>
- Toyota Motor Corporation. (2009). TOYOTA PRIUS HYBRID 2010 Model 3rd Generation. Citado el 8 de Junio de 2014, de <http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/ERG/EN/Prius%20ZVW30%20ERG.pdf>
- Toyota Motor Corporation. (2009). MANUAL DE DESMANTELACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO. Citado el 4 de MAYO de 2014, de <https://techinfo.toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prlogin/docs/priusdisman3rd-ES.pdf>
- Toyota Motor, Corporation. (2004). MANUAL DE DESGUACE DE LA BATERÍA DEL HV. Citado el 8 de Junio de 2014, de http://www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/ES/Prius_ES.pdf
- Verni, F. (2011). SRI plantea cobrar IVA e ICE a vehículos híbridos. Diaro El Universo. Citado el 14 de Enero de 2014, de <http://www.eluniverso.com/2011/06/11/1/1356/sri-plantea-cobrar-iva-ice-vehiculos-hibridos.html>
- Villareal, D. (2012). TECNOLOGÍA Y COCHES DE NUEVA GENERACIÓN. Recuperado el 29 de Mayo de 2014, de TECMOVIA:

<http://www.tecmovia.com/2012/01/02/el-ciclo-de-la-vida-y-las-baterias-del-toyota-prius/>

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Freddy Marcelo Gómez Calapaqui y Diego Alfredo Hidalgo Chasi bajo mi supervisión.

ING. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JOSÉ QUIROZ
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JUAN CASTRO
DIRECTOR DE LA CARRERA

DR. FREDDY JARAMILLO
SECRETARIO ACADÉMICO

