



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



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



- OBJETIVOS DEL PROYECTO.
- ANTECEDENTES.
- BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.
- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.
- DIAGNÓSTICO, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN.
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.



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.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.

En el Ecuador la compra de vehículos híbridos va en aumento hasta el 2010 han ingresado 4 507 unidades. A medida que pasa el tiempo la aceptación de los vehículos HV va ganando mercado debido a su eficiencia y rendimiento.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.

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.





BATERÍA DE ALTA TENSION

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.

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.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.





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.

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.





Clavija o jumper de seguridad.

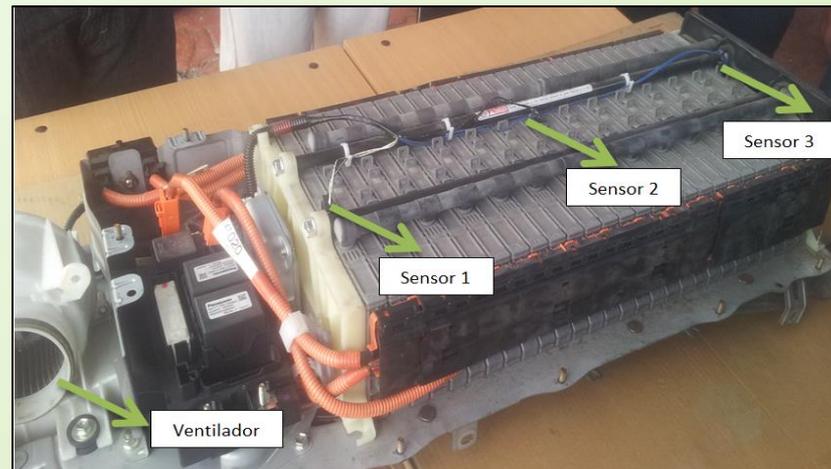
Cuando se desactiva el jumper divide el voltaje de la batería HV para poder realizar los mantenimientos en el vehículo HV es un componente de seguridad. El jumper tiene un circuito en su interior cuando no se enclava correctamente la ECU monitorea el bloque de baterías HV no permite encender el vehículo.





Monitoreo de temperatura.

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.





Sistema de refrigeración de las baterías híbridas.

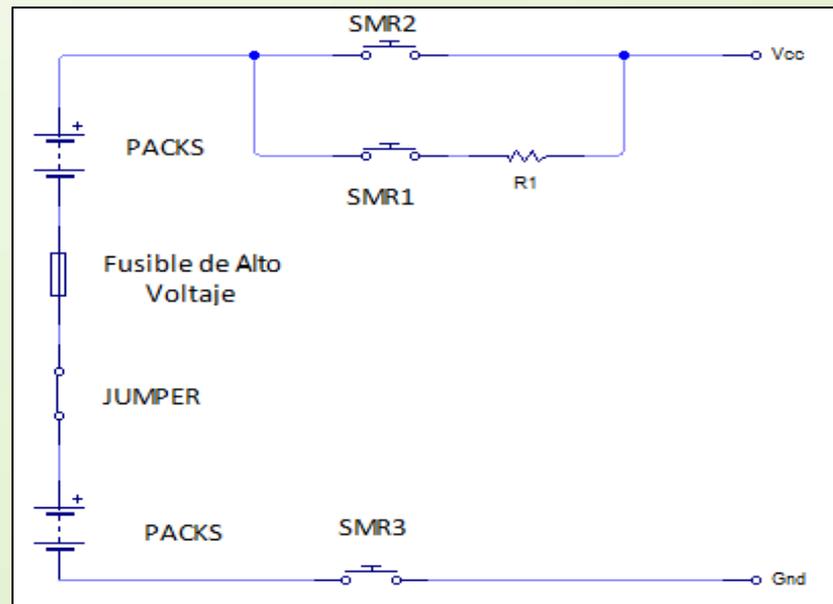
Durante la carga el calor interior aumenta en la batería, para su correcto funcionamiento deben operar dentro de unos rangos de temperatura determinados. Así por ejemplo, las baterías Ni-MH son capaces de operar en descarga con temperaturas desde 20 °C hasta 50 °C y en carga desde 0 °C hasta 45 °C aproximadamente





Control de alimentación de alta tensión.

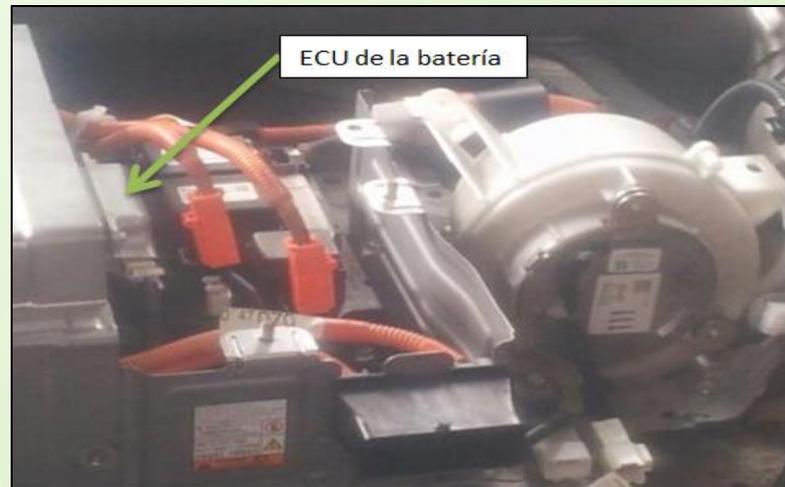
Para controlar la alimentación tenemos tres relés los cuales realizan diferentes funciones, dos de ellos tenemos a la salida de la batería es decir un positivo y un negativo llamados SMR2, SMR3 y un tercero SMR1 que sirve de protección para la conexión del negativo





ECU de la batería Híbrida.

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

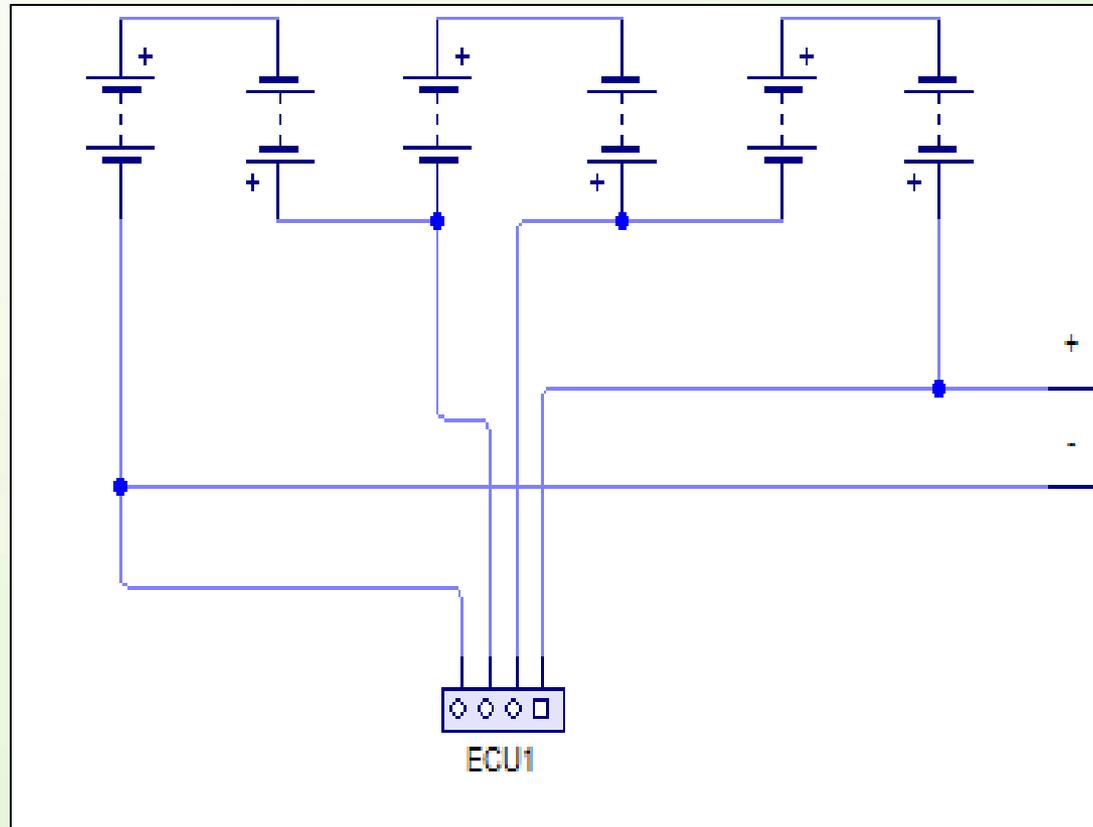




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

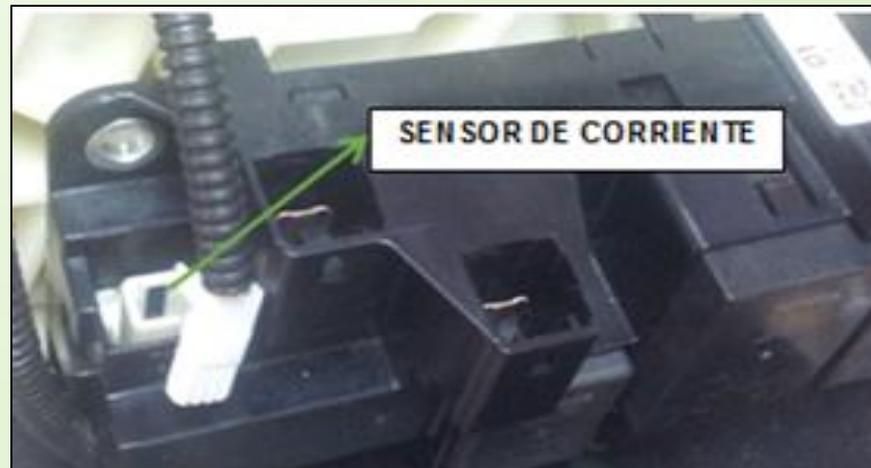
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA





Sensor de corriente de la batería HV.

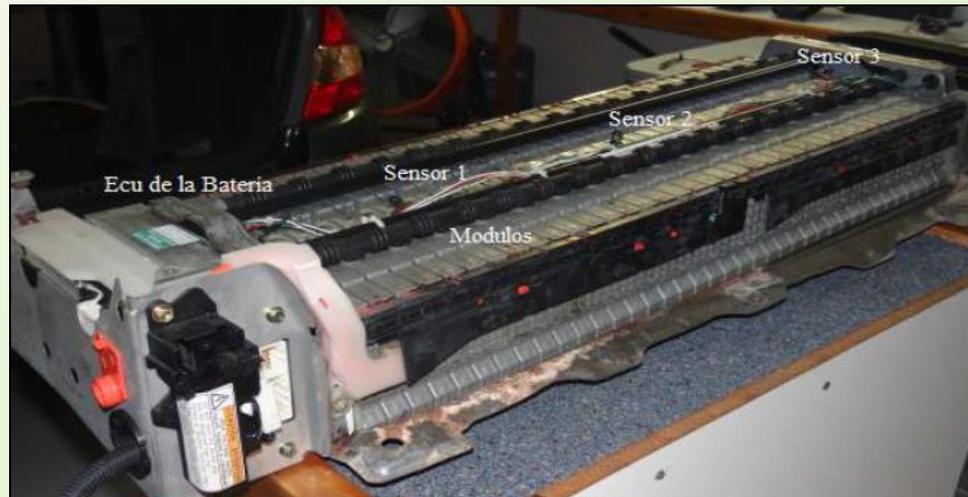
El sensor de corriente de la batería, que está montado en el lado del cable negativo del conjunto de la batería HV, detecta el amperaje que fluye hacia la batería HV. El sensor de corriente de la batería introduce una tensión (que varía de 0 a 5 V en proporción al amperaje).





BATERÍA HV DEL PRIUS 2001-2004 SEGUNDA GENERACIÓN.

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 276.6 V nominal. Se proporciona electricidad al motor y recibe la carga de energía desde el generador.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Control del estado de carga o SOC.

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%.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



BATERÍA HV DEL PRIUS 2004-2009 TERCERA GENERACIÓN.

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.





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.

Comunicación CAN.

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.



BATERÍA HV DEL TOYOTA PRIUS 2010 O CUARTA GENERACIÓN.

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.

Además incorpora 4 sensores de temperatura 3 en la batería y uno para el aire en la entrada y un ventilador con la característica que es un motor sin escobilla.





BATERÍA HV DEL TOYOTA PRIUS C.

Esta batería está compuesto de 20 módulos de 6 celdas cada una, proporciona 1.2 y sumando un total de 7.2 voltios en cada celda y en total 144 voltios de toda la batería HV.





BATERÍA HV DEL TOYOTA HIGHLANDER.

Esta batería está formado por tres bloques dos de 12 módulos y uno de 6 módulos 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.





BATERÍA HÍBRIDA DEL FORD ESCAPE.

Es fabricada por Sanyo del componente Hidruro de Níquel con un total de 50 módulos 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.





Sistema de refrigeración de la BATERÍA HV.

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.

Conector de Servicio o Jumper de Seguridad.

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





CÁLCULOS DE SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS

Para los cálculos se relaciona el voltaje de 110 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.

CARGA.

- **Voltaje pico de entrada, de salida y tensión inversa de pico.**

Encontrar el valor del voltaje pico o voltaje máximo, calculando en la ecuación.

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

Donde.

V_{rms} = Voltaje de alimentación.

V_p = Voltaje pico de carga.



El voltaje V_{rms} es la alimentación de 110 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.

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

El voltaje pico de salida, restando el voltaje pico de entrada con la tensión de salida de continua en puente

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

Para un voltaje pico inicial de 155,56 V.

$$V_{p\text{ sal } 110\text{V}} = 155,56 \text{ V} - 1,4\text{V}$$

El resultado es.

$$V_{p\text{ sal } 110\text{V}} = 154,16 \text{ V.}$$



La capacidad que debe tener el rectificador de onda completa y filtro con condensador

$$PIV = V_p$$

Donde.

PIV= Tensión inversa de pico (V)

V_p= Voltaje de pico de salida (V)

Para 110VAC, el resultado es.

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

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.



- **Energía almacenada y potencia del condensador electrolítico.**

La energía que puede almacenar el condensador electrolítico debemos utilizar la siguiente ecuación.

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

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.

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

El resultado es.

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



- **Energía almacenada y potencia del condensador electrolítico.**

La energía que puede almacenar el condensador electrolítico debemos utilizar la siguiente ecuación.

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

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.

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

El resultado es.

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



- **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.

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

El voltaje de 154,16 voltios, la intensidad máxima de ingreso es de 8.1 amperios.

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

$$P_D = 1\,248,69 \text{ Watt}$$



La potencia que el diodo va a tener es de 1248,69 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 a tener el circuito de la subida de tensión.

Intensidad de carga.

Para la corriente de carga que va a encender la lámpara halógena.

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



El voltaje de 110 VAC 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.

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

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

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.

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.



DESCARGA.

- **Intensidad de descarga**

Los focos halógenos 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, calculamos los amperios para la descarga.

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

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

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

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



- **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.

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

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.

La constante dieléctrica aislante tiene un valor de 3.



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

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

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

La capacidad del condensador poliéster es de $3,97\ 10^{-8}\text{F}$ 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.



Capacidad del voltímetro.

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

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

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

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

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.



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.

Transformador de voltaje.

Como la intensidad 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.

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

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.



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

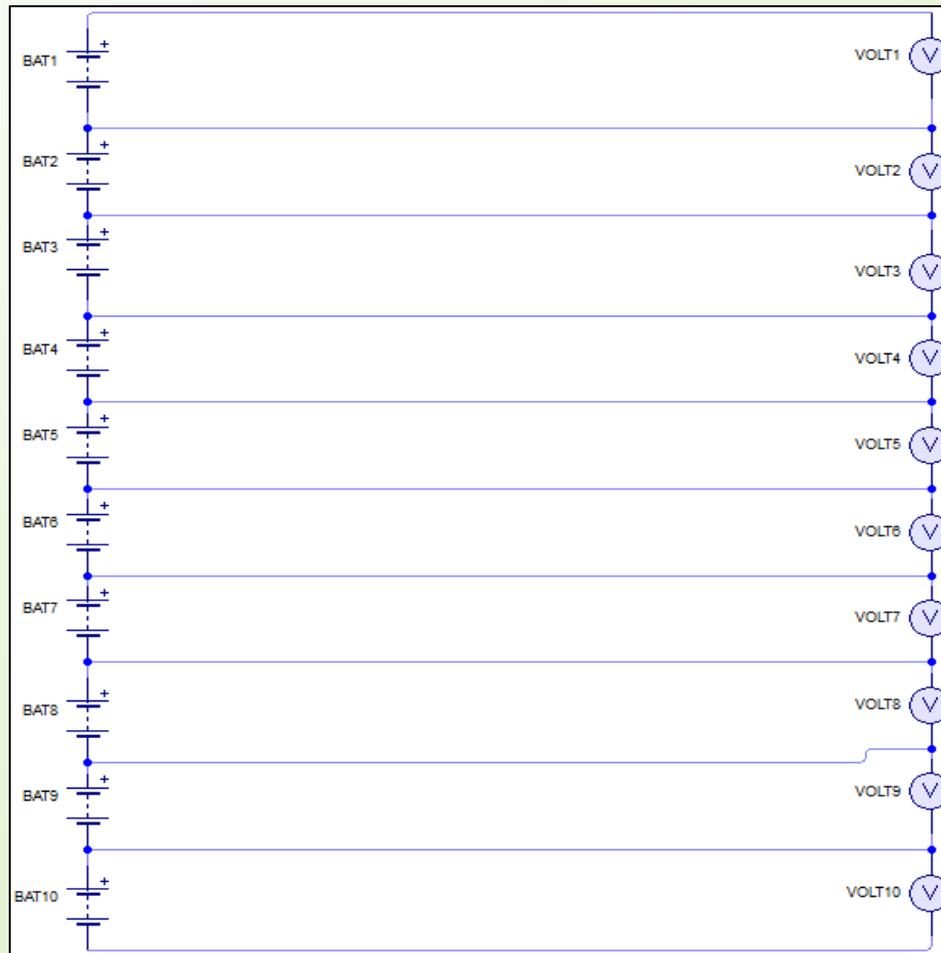
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{220}{9}$$

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.



CONEXIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS.

- **Conexión de los voltímetros.**





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

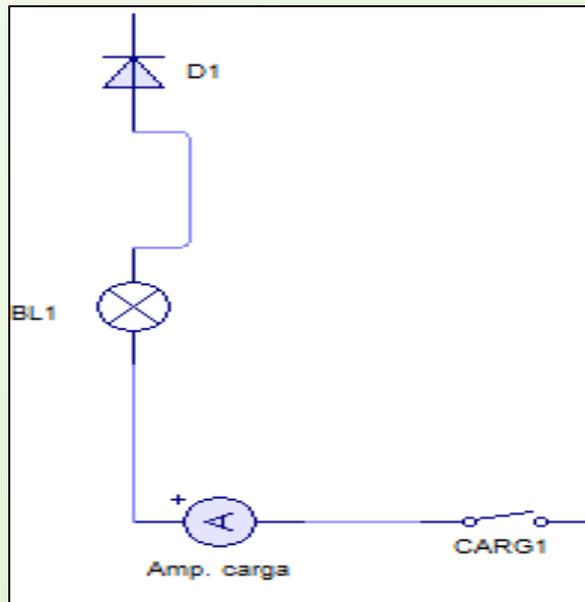


DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS DE LA
ENERGÍA Y MECÁNICA



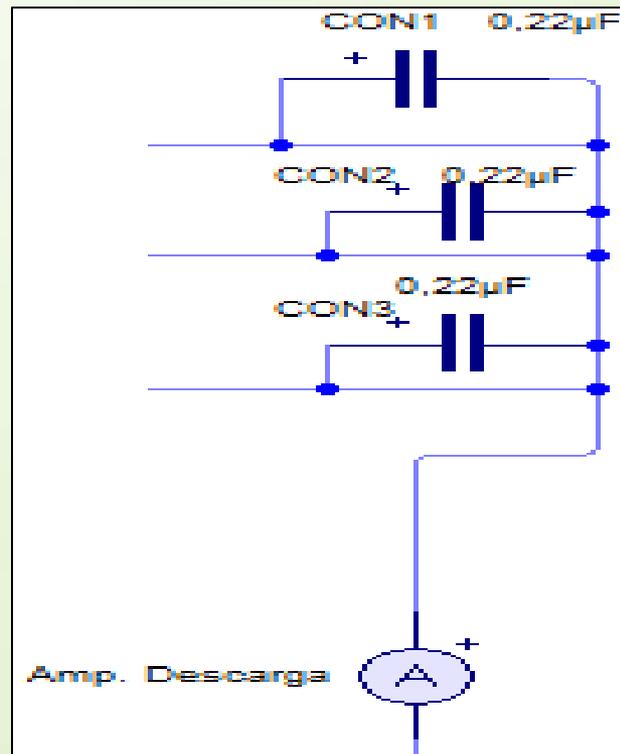


- **Conexión de los amperímetros de carga.**

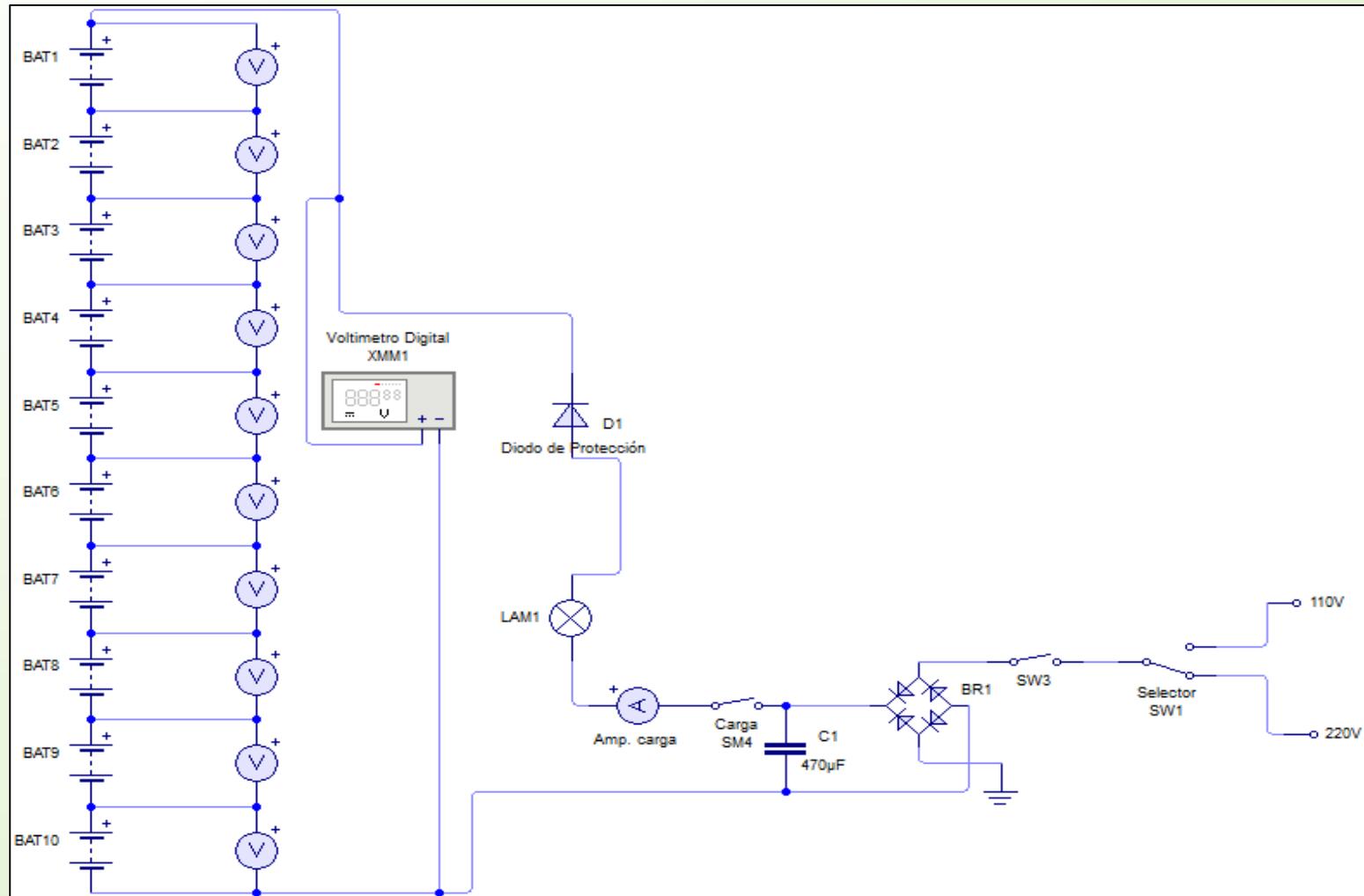




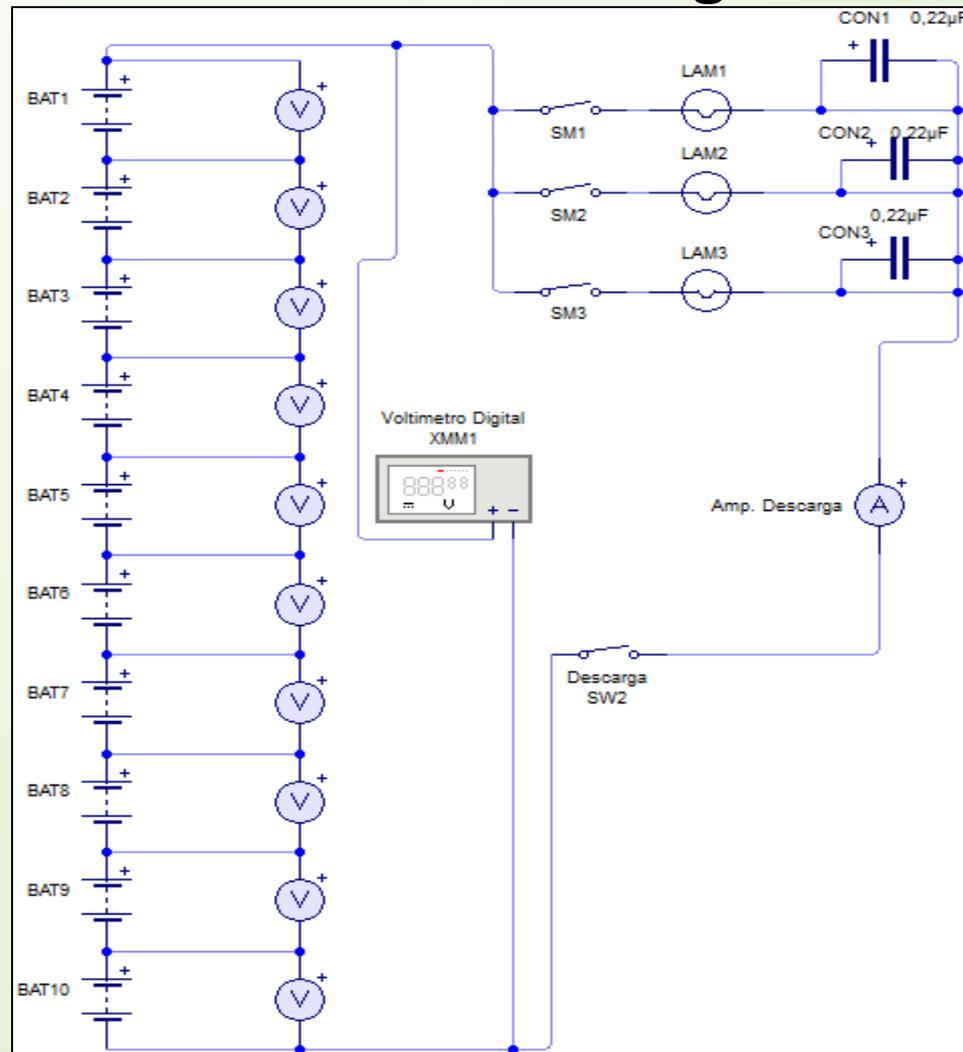
- **Conexión de los amperímetros de descarga.**



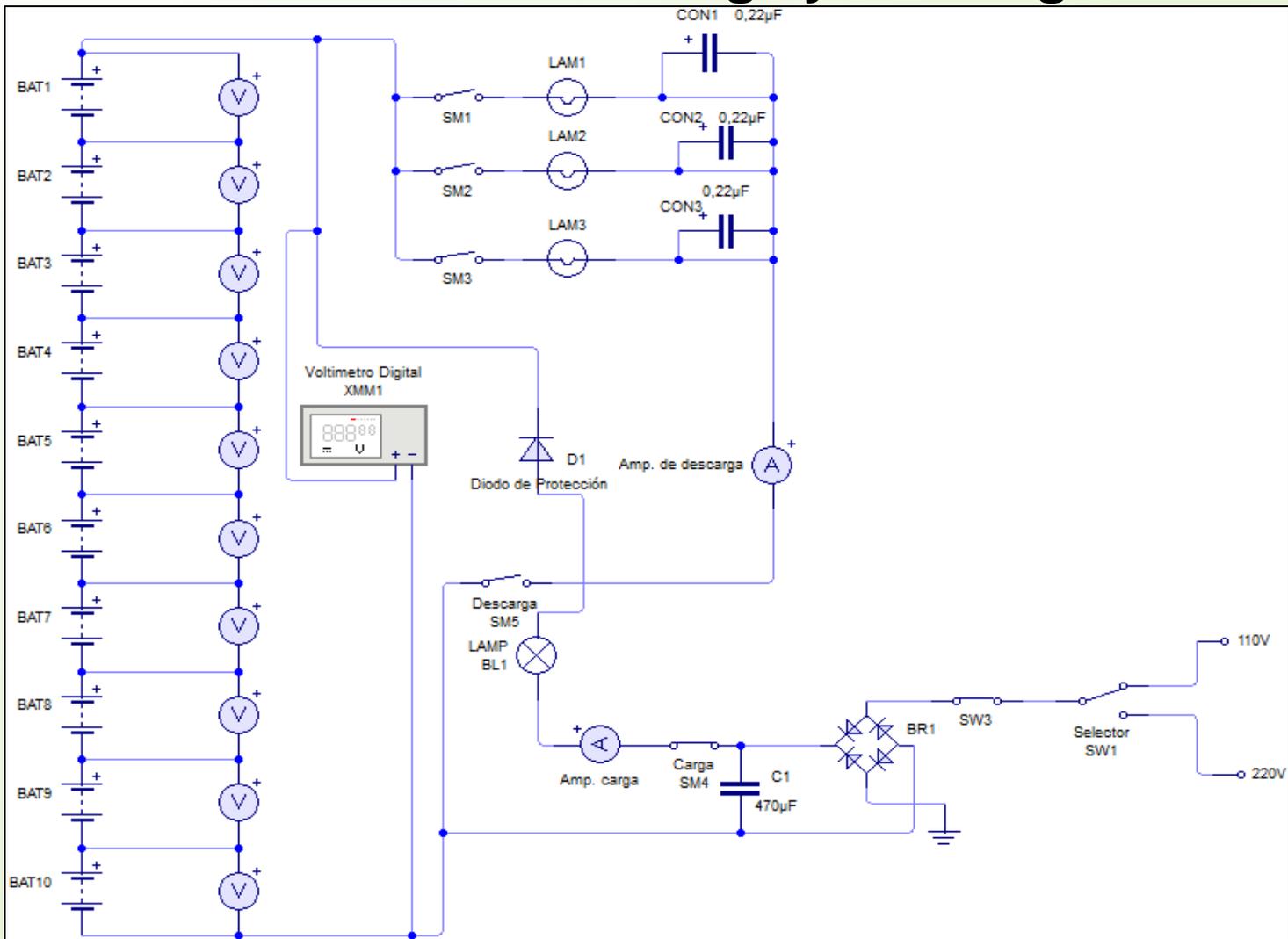
- **Conexión del circuito de carga.**



- **Conexión del circuito de descarga.**



- **Conexión del circuito de carga y descarga.**





DIAGNÓSTICO DE LA BATERÍA HÍBRIDA.

En el diagnóstico de la batería HV del Toyota Highlander del 2010 que tiene una cilindrada de 3 300 centímetros cúbicos, con una disposición de 6 cilindros en V y dirección hidráulica





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Con el escáner especializado G-SCAN GIT realizamos el monitoreo de los pack de la batería HV, seleccionando 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 pone en funcionamiento el vehículo realizando el monitoreo a su máximo rendimiento verificando la diferencia de tensión que existe en los pack de la batería HV y su carga.

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



Se observa la diferencia de tensión que existe de 1,66 voltios en los tres últimos pack con los otros, esta diferencia nos está generando los dos códigos de fallas DTC





Utilizamos 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.

Para el monitoreo del funcionamiento del vehículo utilizamos un programa TECHSTREAM si no contamos con este programa se puede utilizar el escáner G-SCAN GIT.

Monitoreo del estado de arranque del SOC.

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



Monitoreo del estado de apagado.

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

Se controla el tiempo cuando el estado de arranque SOC llega a 39,6% y la corriente de descarga.

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



Estado de descarga amperios- hora al 100%.

	5,40%	0,236472
	100% X	
x 100%		4,3791111

El estado de la batería HV es.

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



Desmontaje de la batería híbrida.

- Se debe tomar en consideración las normas de seguridad que se debe seguir para realizar el proceso.
- Verificamos el lugar donde está ubicada la batería HV y procedemos a desarmar todas las partes o componentes que se encuentren encima de ella.
- Desmontamos los asientos colocándolos en la parte del baúl del mismo vehículo.





- Se retira el protector de un material de caucho y posteriormente los protectores de plástico que tiene cada bloque.
- 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.





- 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.

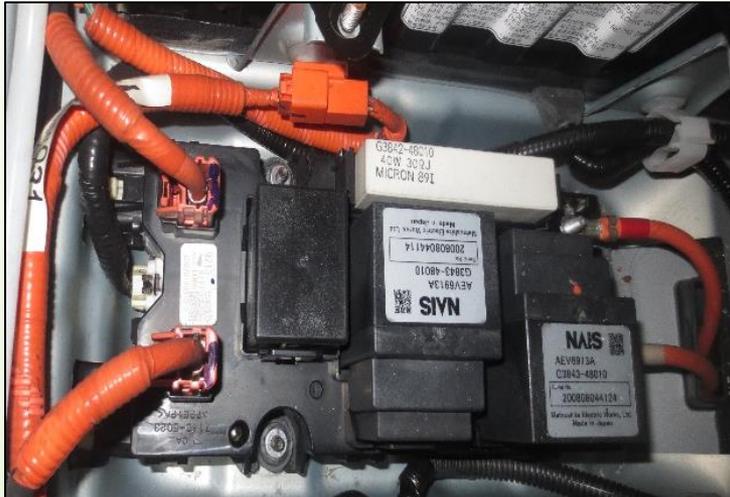


- Procedemos a retirar la cubierta de metal.





- Desconectar los conectores de los tres ventiladores que se encuentran ubicados en el compartimiento.
- 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.



- Desmontaje completo de cada bloque.



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, utilizamos la siguiente ecuación.

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

Donde.

$$N_c = 8$$

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

$$N_b = 12$$

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

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



A 115,2 V se le suma el 20% para tener el valor máximo de voltaje.

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

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

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

El voltaje que puede alcanzar el bloque 1 y bloque 2 es de 138,24 V por cada uno.

El bloque 3 va tener 8 celdas teniendo un voltaje por celda de 1,2 V, dispone de 6 módulos

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

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

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



A 57,6 V se le suma el 20% para tener el valor máximo de voltaje.

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

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

El voltaje máximo de almacenamiento del bloque 3 es de 69,12 V.

El voltaje total que tiene la batería HV del TOYOTA HIGHLANDER

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

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

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



- Con los valores calculados procedemos en el banco de pruebas a seleccionar la opción de carga y el interruptor de control de descarga tiene que estar desactivado.

BLOQUE 1

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.



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



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.

BLOQUE 2

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.



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN



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



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.

BLOQUE 3

El bloque 3 sufre demasiado daño debido a su ubicación en lo que respecta a este modelo de vehículos híbridos. El voltaje máximo de que podemos en la carga es de 69,12 V, evitando que se sobrecargue 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



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.

- Para la descarga en el sistema debemos de seleccionar en el interruptor de control la opción de descarga y activar S1, S2 o S3.

BLOQUE 1

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.



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	15,10	14,98	15,10	14,77
3,7	16	15,24	14,9	13,9	13,78	13,98	14,22
3,5	18	13,9	13,78	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



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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 = 1,32 V

Pack 5 = 1,23 V

Pack 6 = 1,25 V



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





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



BLOQUE 2

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



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



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



En la descarga del bloque 2, 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.





BLOQUE 3

El bloque 3 tiene una carga de 64,33 voltios, verificamos cuales son los valores que nos va proporcionando dependiendo el tiempo, amperaje y la intensidad de los focos de descarga.

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



El bloque 3 tiene una caída de tensión de.

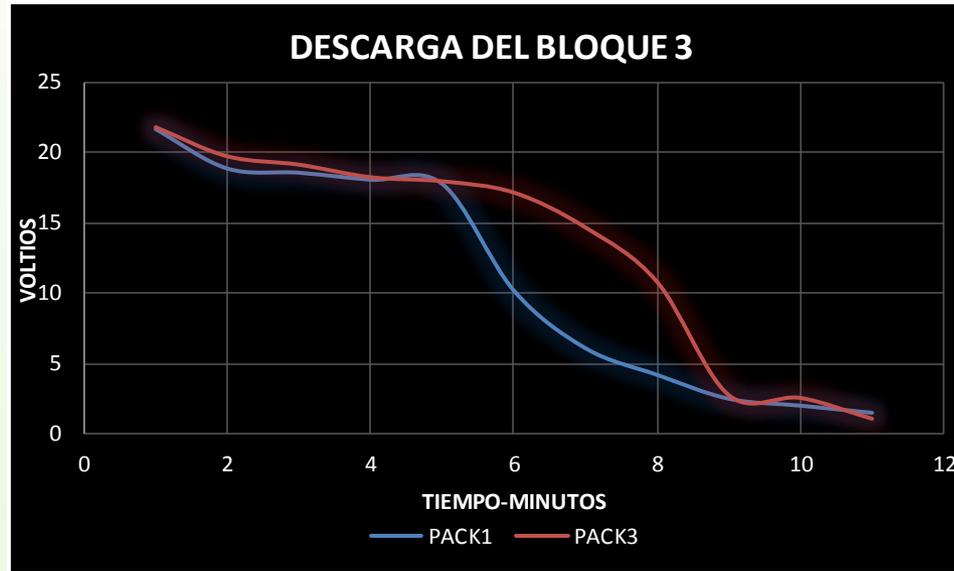
Pack 1= 7,6 V.

Pack 2= 8,7 V.

Pack 3= 8,1 V.

El bloque tiene una caída de tensión máxima de 8,7 voltios en el pack 3, en el pack 1 tiene una caída de tensión mínima de 7,6 voltios, los valores no se encuentran en los rangos de funcionamiento.

En la siguiente figura podemos observar como el bloque varia la caída de tensión en diferentes tiempos.



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.



MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE LA BATERÍA HÍBRIDA.

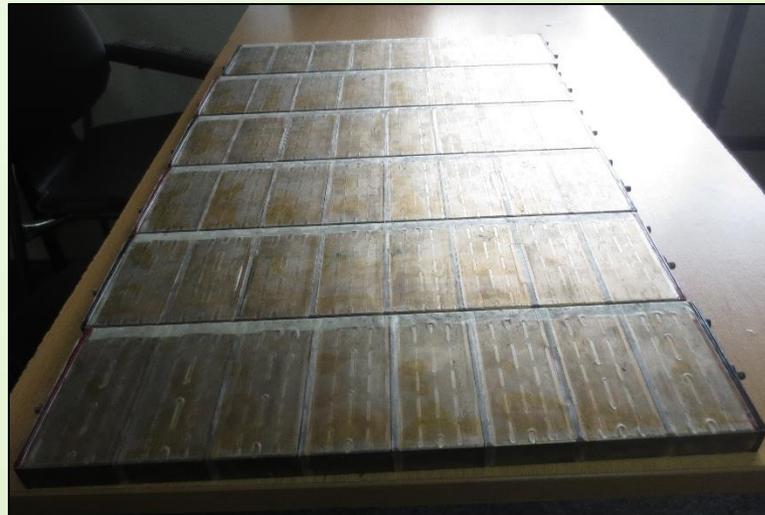
Como el bloque 3 tiene una caída de tensión mayor a 1,5 voltios, eso nos quiere decir que tiene daños en las celdas, retiramos todos los módulos del bloque para reemplazarlos.

- Utilizamos un taladro que nos sirve para perforar los remaches que son hechos de una material de acero.





- Se da una fuerza en el extremo para que los módulos del bloque se extiendan, verificamos el negativo y positivo de los módulos.
- 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.





- Los módulos del bloque ya se encuentran separados de la carcasa.
- 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 la caída de tensión existente.



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



- Por medio del banco de pruebas los packs 2, 5 y 6 tienen una caída de tensión de 1,14 voltios, se encuentra en los rangos normales de funcionamiento menor a 1,5 voltios.
- 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.





- 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.
- Cada módulo tiene tensión almacenada, se debe descargarlos utilizando un foco 12 V - 55 Watt hasta que tenga un voltaje de 1 ó 2 voltios.





- Procedemos a ensamblar en la carcasa del bloque 3 los módulos con sus separadores de plásticos que seleccionamos.





- 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.





- Verificamos el estado en que se encuentran las chapas metálicas.



- Las chapas metálicas se encuentran con óxido, utilizamos una lija número 600.





- 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.



- 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.



Amperios	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



- 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.
- 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.
- 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.
- Ponemos 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



- Verificamos la diferencia de voltaje que tiene el vehículo híbridos después de 60 minutos.

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



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 funciona correctamente, durante toda la prueba que se le realizó.





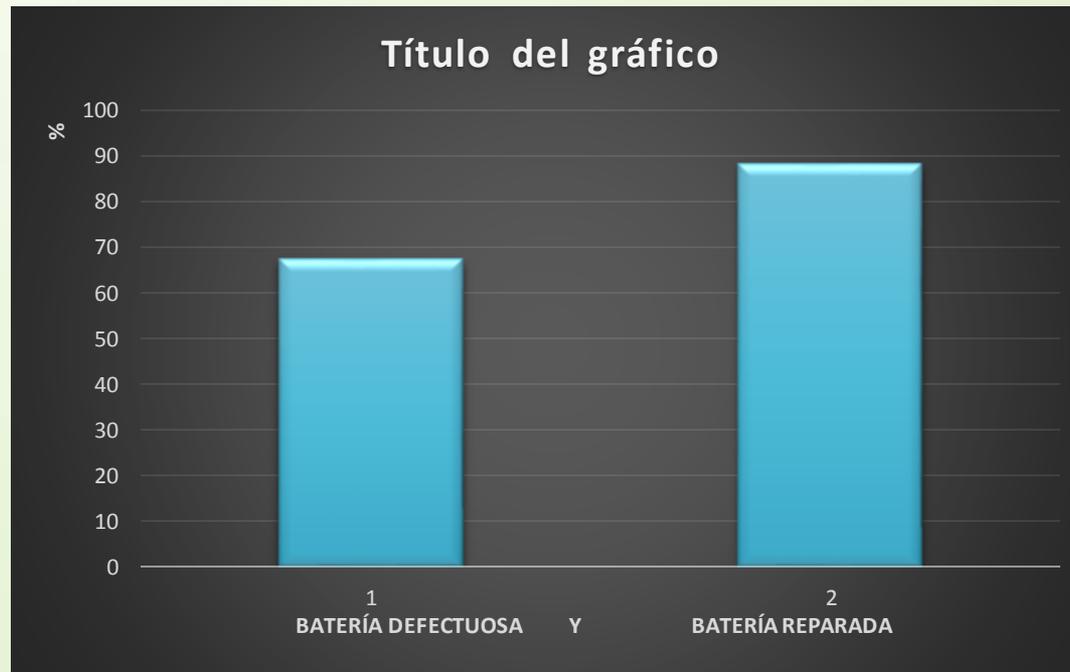
La batería HV cuando se finalizó el mantenimiento y reparación alcanza un voltaje de 323,7 voltios y cuando presentada el código de falla tenía 286,83 voltios, la diferencia que existe es de 36, 87 voltios, esta diferencia nos garantiza que la batería híbrida mejoro su estado de carga SOC y descarga DOD.

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



La batería HV 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.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



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.





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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.



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.



- 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.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**SÓLO UNA COSA CONVIERTE EN
IMPOSIBLE UN SUEÑO: EL MIEDO A
FRACASAR.**

Paulo Coelho