

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

Marcelo Gómez, Diego Hidalgo, Germán Erazo, José Quiroz

Universidad De Fuerzas Armadas ESPE

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

fredd251990@hotmail.com, diegohach@hotmail.com, wgerazo@espe.edu.ec,

jlquiroz@espe.edu.ec

RESUMEN.

En la siguiente investigación se detalla el funcionamiento del banco de pruebas genérico para cargar y descargar baterías de vehículos híbridos y realizar el mantenimiento preventivo que permitirá alargar la vida útil de las mismas, el proceso de manipulación de las baterías HV junto con las debidas precauciones a considerar ya que superan los 220 voltios de corriente directa.

Palabras Claves:

Vehículo híbrido, genérico, alta tensión, manipulación, preventivo.

ABSTRACT.

In the following investigation the operation of the generic bank of tests is detailed to load and to discharge batteries of hybrid vehicles and to carry out the preventive maintenance that will

allow to lengthen the useful life of the same ones, the process of manipulation of the batteries of high tension together with the due cautions to consider since they overcome the 220 volts of direct current.

Keywords:

Vehicle hybrid, generic, high tension, manipulation, preventive.

I. INTRODUCCIÓN.

Debido a las necesidades de reducir las emisiones contaminante que los vehículos ocasionan y a los elevados costos de 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 la condición de propulsión del vehículo.

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.

II. UBICACIÓN DE LA BATERÍA DE ALTA TENSIÓN.

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



Fuente: Gómez, Hidalgo y Erazo
Figura. 1. Ubicación de la batería de alta tensión.

III. 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 mantenimiento 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 permitiendo encender el vehículo.

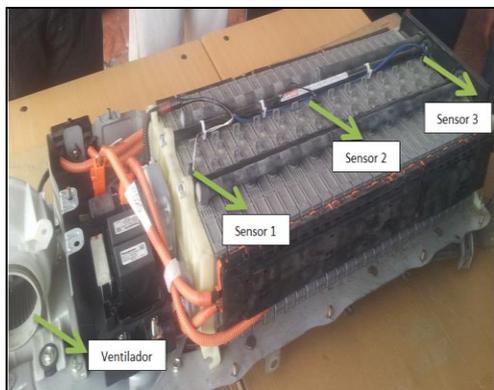


Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo
Figura. 2. Jumper de seguridad.

IV. MONITOREO DE LA 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 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 varia la cantidad de aire que debe enviar el soplador.



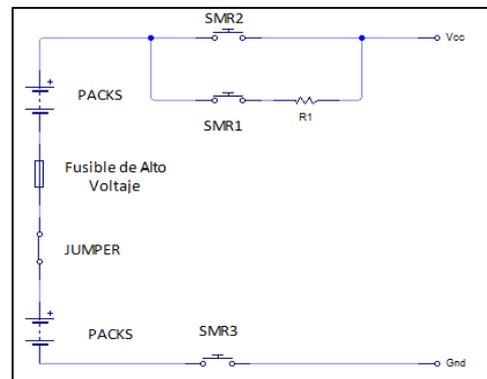
Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo

Figura. 3. Sensores de temperatura y ventilador.

V. 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 SMR 2 y SMR3 y un tercero SMR1 que sirve de protección para la conexión del negativo ya que actúa primero el

SMR 3 una vez detectado midiendo la corriente que pasa no existe un corto circuito o pasa mayor cantidad de corriente se conecta al SMR 2 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.



Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo.

Figura. 4. Diagrama de control de alimentación de alta tensión.

VI. 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.



Fuente: Gómez, Hidalgo y Erazo

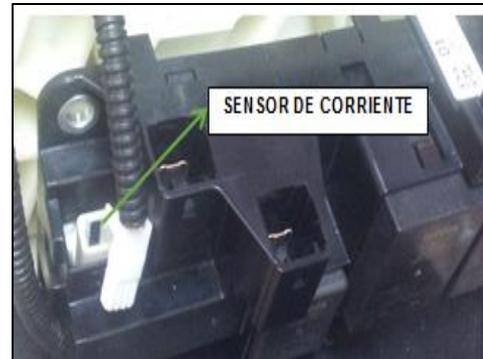
Figura. 5. ECU de la batería HV

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 están constan de tres ubicados en los extremo y en el medio de la misma.

VII. SENSOR DE CORRIENTE DE LA BATERÍA.

Es un sensor de corriente tipo Hall montado en el lado del cable negativo de la batería el cual mediante sus tres cables uno de alimentación al sensor de 5 voltios, señal y masa, este sensor informa a la ECU por señal de voltaje

detecta el amperaje que fluye hacia la batería HV.



Fuente: Gómez, Hidalgo, Erazo

Figura. 6. Sensor de corriente.

VIII. CONTROL DEL ESTADO DE CARGA O SOC.

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 es 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%.

IX. CARGA.

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

Primero debemos encontrar el valor del voltaje pico o voltaje máximo, calculando en la ecuación 1 que se muestra a continuación.

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

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

Ecuación. 1. Voltaje pico en la carga.

Donde.

V_{rms} = Voltaje de alimentación.

V_p = Voltaje pico de carga.

El voltaje V_{rms} es la alimentación de 110 V y 220 V 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 110V.

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

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 220V utilizando la ecuación 1.

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

Donde.

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

Donde el voltaje pico de entrada es.

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

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

$$V_{psal} = V_{p\text{ inic}} - 1,4V \quad (2)$$

Ecuación. 2. Tensión pico de salida.

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.

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

El resultado es.

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

X. INTENSIDAD DE CARGA.

Para calcular la intensidad de carga que va a encender la lámpara

halógena, se utilizara la ecuación 3 que se muestra a continuación.

$$P = U \times I$$

$$I = \frac{P}{U} \quad (3)$$

Ecuación 3. Intensidad de carga de la batería HV.

Donde.

I= intensidad

U= 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.

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

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 4 tendremos la intensidad que va cargar la batería híbrida.

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

Ecuación 4. Intensidad de carga del sistema.

Donde.

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

Resultado es.

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

XI. INTENSIDAD DE CARGA.

Para ver la corriente que pasa por el circuito de descarga, que va encender a los focos halógenos se calcular con la ecuación 4 que se muestra a continuación.

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

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.

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

El resulta es.

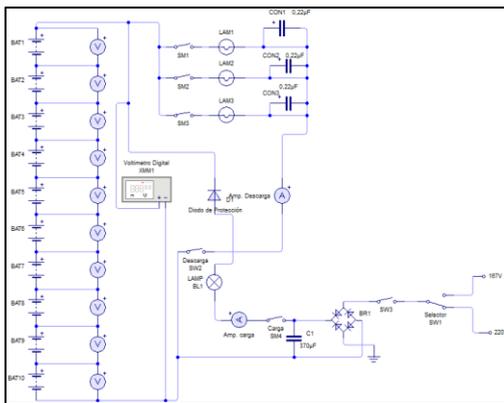
$$I = 7,44 \text{ Amp}$$

XII. 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 van estar 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.



Fuente: Gómez, Hidalgo y Erazo

Figura. 7. Circuito eléctrico de carga y descarga.

XIII. MONITOREO DE LOS PACKS.

En este caso 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.

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

Donde.

$$N_c = 8$$

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

$$N_b = 12$$

Calculando.

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

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.

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

Donde.

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

Calculando.

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

El resultado es.

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

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

$$V_{\max} = N_c \times V_c \times N_b$$

Calculando.

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

El resultado es.

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

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

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

Donde.

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

Calculando.

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

El resultado es.

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

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.

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

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**.

XIV. CONCLUSIONES.

Se seleccionó componentes eléctricos y electrónicos para la construcción del banco de pruebas genérico, para que se realice el monitoreo de los pack que conforman la batería Híbrida.

El circuito de carga nos permite verificar la diferencia de tensión que existe entre los packs de la batería HV, analizando el estado en que se encuentra cada uno, para realizar el mantenimiento y su reparación.

Con la carga que se realizó a los bloques se comprobó que bloque 1 está perdiendo 0,41 voltios, el bloque 2 pierde 0,98 voltios estos voltajes se encuentran en los rango de funcionamiento y el bloque 3 está perdiendo 4,79 voltios este valor nos está generando el código

de falla P0AFA baja tensión en los packs.

BIBLIOGRAFÍA.

[1] Augeri, F. (2012). Lección 1: Batería de alta tensión. Buenos Aires : Cise Electronics corp.

[2] Augeri, F. (2013). Lección 2: Baterías de Vehículos Híbridos. Buenos Aires: Cise Electronics corp.

[3] 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.

[4] Malvino, A. & Bates, D. (2007). Principios de Electrónica. 7a. ed. Madrid: Mc Graw Hill/Interamericana.

[5] 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.

[6] San Miguel, P. A. (2001). Electrotecnia. 7a. ed. Madrid: PARANINFO.

[7] 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>

BIOGRAFÍA



Marcelo Gómez

Nació en Latacunga provincia de Cotopaxi en Ecuador.

En la actualidad está en Noveno Semestre de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE



Diego Hidalgo.

Nació en Zapotillo, provincia de Loja en Ecuador.

Es Ingeniero Automotriz en la

Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Realizado pasantías en ASIAUTO, Freno Seguro, Talleres Santamaría, BIELA-MOTORS.

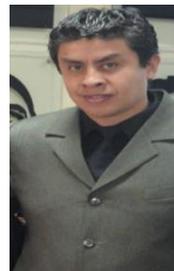


Germán Erazo

Nació en Latacunga Ecuador.

Es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial dispone de estudios de Posgrado en

Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas. Maestría en Gestión de Energías Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1933. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



José Quiroz

Nació en Latacunga, es ingeniero automotriz, Estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión del Aprendizaje, Maestría en Energía.

Director de Carrera Tecnología Automotriz.

Registro de la publicación	
Fecha recepción	17 junio 2014
Fecha aceptación	19 agosto 2014
Revisado por:	Leónidas Quiroz Danilo Zambrano.

