

# Estudio del Mantenimiento y Reparación de Baterías Híbridas

Por Fernando Augeri

[faugeri@cise.com](mailto:faugeri@cise.com)

Fecha de publicación 5 de Marzo de 2010

**Resumen**—En el siguiente trabajo se presentan los diversos procedimientos para poder realizar la reparación de una batería de alta tensión presente en un automóvil híbrido y varias formas de mantenimiento que se deben utilizar en baterías de este tipo.

## I. NOMENCLATURA

DC: Corriente Directa.

SOC: State Of Charge Estado de Carga

## II. INTRODUCCIÓN

La batería constituye uno de los elementos principales del sistema híbrido, por su continuo trabajo de aporte al sistema es uno de los principales elementos que en la actualidad presenta inconvenientes. A continuación se presentan los inconvenientes más comunes y cómo afrontar una reparación de la misma [1].

La batería de alta tensión para el caso de un Toyota Prius provee un voltaje nominal de 201.6 V en las versiones más modernas, y voltajes mayores para versiones anteriores del Prius. Este valor de voltaje puede llegar hasta un 20% más alto cuando el SOC de la batería es alto. Lógicamente estos valores cambian dependiendo del fabricante.

Este voltaje en el caso del Prius proviene de un paquete de 14 bloques de baterías en serie dispuestos en el siguiente orden: existen 28 celdas pequeñas de 7,2 V cada una y están conectadas en serie de dos en dos para formar 14 paquetes de baterías de 14,4 V cada una y a su vez están conectadas todos estos 14 paquetes en serie para generar un total de 201.6 Voltios nominales.

$$V_{\text{nominal}} = V_{\text{celda}} * 28 = 7.2 \text{ V} * 28 = 201.6 \text{ V}$$

En este trabajo se propone realizar un estudio completo del sistema de batería híbrida y analizar diferentes formas y síntomas que pueden llevar a una falla, así como la manera de dar un mantenimiento preventivo del sistema, de igual manera se analizan todos los elementos que conforman el conjunto de batería híbrida.

## III. DESARROLLO DEL PROYECTO.

En una batería híbrida existe un bloque en donde se encuentran presentes los relays de alta tensión SMR1, SMR2, SMR3 junto con el sensor de corriente al igual que la resistencia eléctrica a

este bloque conocido como conjunto de juntura le han acoplado el blower o enfriador en la batería de tercera generación al igual que la ECU del sistema híbrido es más pequeña que las anteriores figura 1.

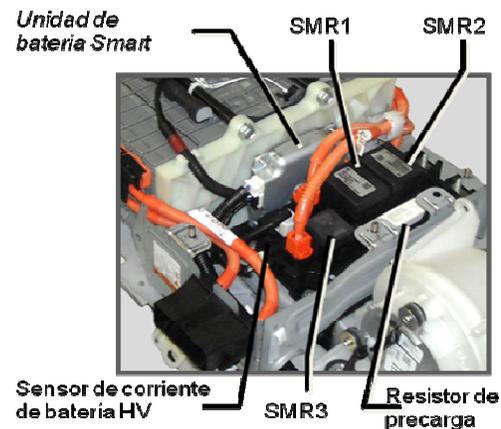


Figura. 1. Conjunto de Relays.

A la salida de la batería se dispone de dos relés SMR3 en el negativo y SMR2 en el positivo para realizar la conexión al sistema, un relé para cada polo y adicionalmente posee un relé (SMR1) que lleva conectado en serie una resistencia de 20 ohm. Este Relay SMR1 sirve para protección del sistema ya que primero actúa el relé SMR3 de conexión a negativo y luego SMR1 que conecta al sistema intercalando en el circuito una resistencia de 20 ohm. De esta forma se protege al sistema en general ya que le es posible detectar midiendo la corriente que pasa si existe un corto circuito o algún problema que implique un mayor pasaje de corriente. Si todo está bien se conectará SMR2 colocando el positivo en forma directa. Si algo llegara a estar mal se bloqueará el sistema y no se aplicará corriente en forma directa.

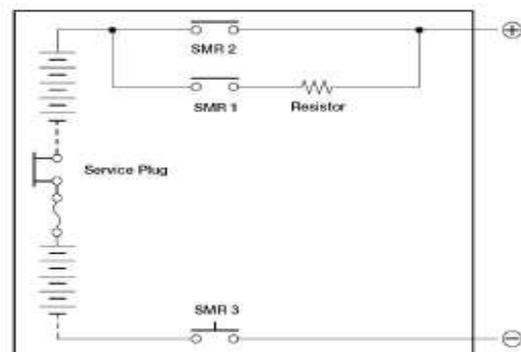


Figura. 2. Circuito de activación de los SMR.

El sistema híbrido todo el tiempo tiene un monitoreo sobre el consumo de corriente, incluso desde el momento en que se coloca la ignición tiene en serie a SMR1 un sensor de corriente del tipo Hall para determinar posibles cortos circuitos o consumos excesivos para bloquear el accionamiento de los relés de activación.

Inicialmente el sistema conecta SM3, luego SMR 1 que es cuando pasa la corriente a través de la resistencia de 20 ohm y se verifica que no hay consumos de corriente figura 3.



Figura 3. Verificación de consumo de corriente.

Una vez detecte que no hay consumos fuera de rango, deja activado SMR2 y SMR3 y procede a desconectar SMR1 pues ya hizo la respectiva verificación figura 4.



Figura 4. Datos posteriores a la verificación.

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. Una tensión de salida del sensor de corriente de la batería por debajo de 2.5 V indica que el conjunto de la batería HV se está cargando, y si es superior a 2.5 V indica que se está descargando figura 5.

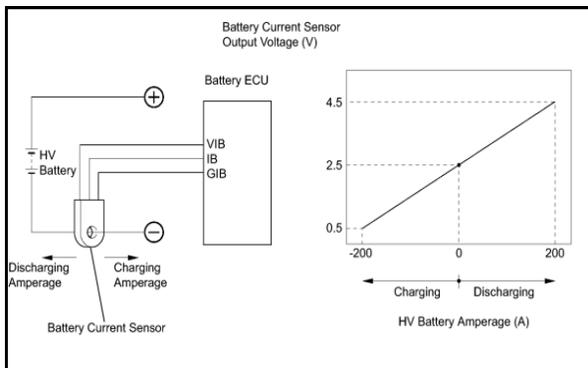


Figura 5. Sensor de corriente

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

IV. MONITOREO DE LA TEMPERATURA.

El paquete completo de batería posee 3 o 4 sensores de temperatura (termistores) que llevan información a la ECU de la Batería de la temperatura a la que se encuentra la batería (un sensor superior y dos inferiores). Adicionalmente las baterías poseen un sistema de desfogue de vapores para evitar que los vapores de la batería salgan y formen depósitos en las partes eléctricas y electrónicas cercanas, y también un sistema de ventilación que circula alrededor de la batería completa envolviéndola con aire y posibilitando su enfriamiento Figura 6.

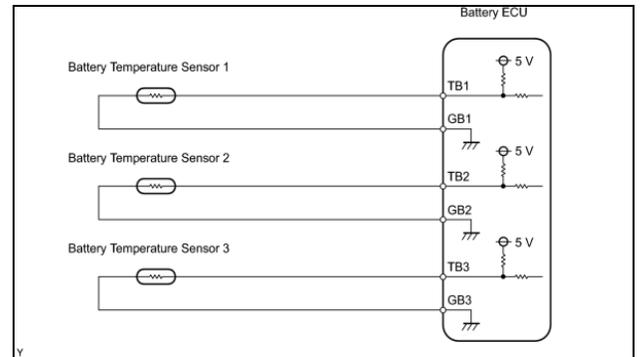


Figura 6. Sensores de Temperatura.

La ECU de la batería utiliza sensores de temperatura de la batería para detectar la temperatura del conjunto de la batería HV. En función de los resultados de esta detección, la ECU de la batería regula el soplador de la batería. Así, el ventilador del soplador se pone en marcha cuando la temperatura de la batería HV alcanza un nivel previamente determinado. Figura 7.

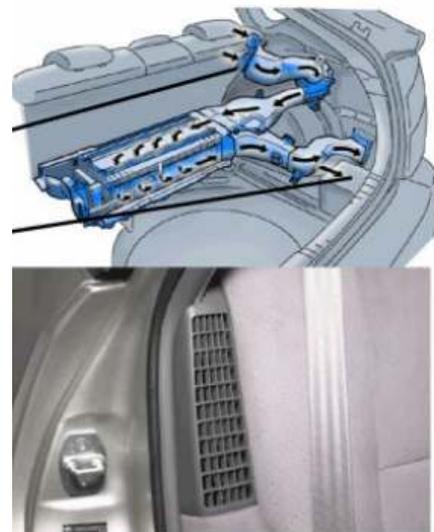


Figura 7. Sistema de enfriamiento.

## V. PROBLEMA DE DESCARGA EN LAS BATERÍAS HÍBRIDAS.

Uno de los principales inconvenientes que se están produciendo es la descarga de las celdas de las baterías híbridas, que se pueden producir por los malos consumos de corriente que en algunas ocasiones hacen que estos muestren fallas visibles en los packs. Estos consumos ocurren cuando la resistencia interna de dichos packs aumenta, de tal forma que la potencia de disipación en estos aumenta notablemente. Figura 8.



Figura 8. Módulos o packs en mal estado.

Una de las causas para que la resistencia aumente es la presencia de elementos contaminantes químicos entre las uniones series de cada pack como se muestran en la figura 9.



Figura 9. Puntos sulfatados.

Se puede observar la presencia de oxido que es uno de los causantes de que se produzca un fallo en los packs.



Figura 9. Presencia de Oxido

Una de las varias formas de poder diagnosticar esta falla es midiendo la carga que tiene cada pack, para de esta forma identificar los que están en mal estado para proceder a cargarlos o cambiarlos.

Obviamente para poder realizar esta prueba la batería debe estar desmontada y verificada, la verificación que se menciona anteriormente se puede hacer midiendo cada pack o en conjunto o también con la verificación del scanner observando el flujo de datos de la batería híbrida montada en el auto.

Otra recomendación que se pueda dar dentro de este apartado es cuando se dispone de un scanner que ingrese al sistema de la batería híbrida y me arroja el DTC P0A7F que significa que un pack está deteriorado y debemos procederlo a cambiarlo.

El valor de voltaje que se debe tener un pack cuando se procede a medirlo es de 8v cuando esta se encuentra totalmente cargada, si en alguno no presenta este voltaje y está muy por debajo es necesario recargarlo figura 10.



Figura 10. Pack descargado.

Para recargar un pack se lo puede hacer de dos formas cargándolos uno por uno mediante una fuente fija a 8 voltios a 3 amperes, pero el único inconveniente que se presenta al aplicar esta técnica es el tiempo que se demora en cargar todos los packs.

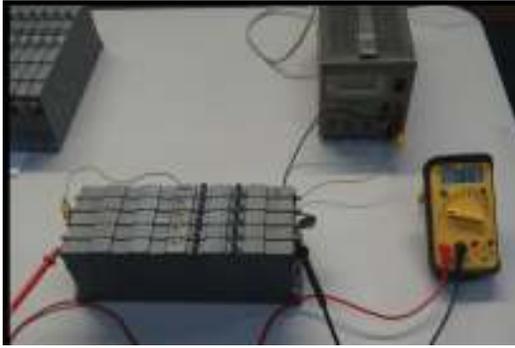


Figura 11. Conjunto de Packs en carga.

Una solución acertada sería la construcción de un cargador que nos permita cargar en 2 bloques todo el conjunto de la batería híbrida de tal manera que nos ahorraríamos mucho tiempo en comparación con la anterior técnica de carga

#### VI. SOLUCIÓN A CONTAMINACIÓN DE ÓXIDO EN LAS PLACAS.

Uno de los inconvenientes que se trató anteriormente era sobre la contaminación en las placas de cobre que servían con conexión en el circuito serie, una de las soluciones más acertadas consiste en levantar todas estas chapitas y someterlas al lavado con bicarbonato y limón de esta manera levantar todo el óxido que estaba contaminado las mismas.



Figura 12. Placas luego del tratamiento.

#### VII. MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA BATERÍA HÍBRIDA.

Para proceder con el desarme una batería híbrida la primero es sacarla del habitáculo y colocarla sobre una mesa de trabajo. Figura 13.



Figura 13. Batería desmontada.

Como siguiente paso destornillamos los pernos laterales de un solo lado para poder levantar una de las placas que sostiene a los packs.

Lo siguiente es levantar los sensores de temperatura que están por la parte superior al igual que los ductos de salida de gases.

Luego retiramos los tornillos que sujetan cada una de las chapitas que unen los packs de baterías por los dos lado figura 14.



Figura 14. Remoción de tornillos

#### VIII. CONCLUSIONES.

La idea principal al realizar este proyecto es el de incentivar al estudio de los diferentes tipos de baterías híbridas existentes en el mercado.

Los resultados obtenidos son los esperados ya que permite tomar en cuenta todas estas recomendaciones generadas para poder llevar un ciclo de mantenimiento y reparación estructurada y menos costosa.

Los problemas que se presentan en la batería híbrida son sin duda uno de los más frecuentes, con estas técnicas de aprendizaje se espera reducir el desconocimiento en este tipo de reparación.

Se deja en claro que este trabajo se lo desarrolla en base a un Vehículo Híbrido Real este trabaja con una batería muy grande en capacidad de carga por lo que sería importante a futuro la construcción de un cargador para minimizar el tiempo de carga.

Se requiere contar con equipos o escáner original para el diagnóstico preciso y en caso que se requiera algún tipo de reprogramación.

## IX. REFERENCIAS.

## Reportes Técnicos:

[1] Fernando Augeri CISE Electrónica "Introducción a los Vehículos Híbridos 2009".

[2] FITSA "Tecnologías de Propulsión Híbridas 2007"

## Libros:

[3] Chee Mun Ong, Dynamic Simulation of Electric Machine Using Matlab Simulink Indiana 1998 Pag 373.

[4] Mohan/Undeland/Robbins, Power Electronics Converts Applications and Desing, Jonh Wiley and Sons, 1989.

[5] Ruiz Juna, Técnicas de mantenimiento híbrido Hella motors 2009.

## Papers:

Power Electronics and Motor Drivers Laboratory Hybrid and Plug-in Hybrid Electric Vehicle Research at Illinois Institute of Technology.

R. Apter , M. Präßler Regeneration of Power in Hybrid Vehicles

K. Sasaki, "Toyota's newly developed electric gasoline engine hybrid powertrain", EVS 14, 1998.

S Ayasun DC Motor Speed Control Methods Using MATLAB/ Simulink and Their Integration into Undergraduate Electric Machinery Courses