



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA BATERÍA HÍBRIDA
DE UN VEHÍCULO TOYOTA PRIUS CON UNA GUÍA DE ESTUDIO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

JONATHAN VLADIMIR ESPINOSA ZAPATA

DIRECTOR: ING. DIEGO LÓPEZ

Quito, mayo 2015

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2015

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **JONATHAN VLADIMIR ESPINOSA ZAPATA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jonathan Vladimir Espinosa Zapata

C.I. 1722968946

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Análisis del funcionamiento de una batería híbrida de un vehículo Toyota Prius con una guía de estudio**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Jonathan Espinosa**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Diego López

DIRECTOR DEL TRABAJO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padres que me dieron la oportunidad de estudiar esta carrera que me gustó mucho, por haber confiado en mí y demostrarles que eh logrado el objetivo de culminar mi carrera universitaria, por haber invertido su dinero en mis estudios y a dios por haberme guiado en el camino del bien y haberme bendecido siempre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco el apoyo dado por parte de mis padres Roció Zapata y Fernando Espinosa ya que con su tolerancia y sabiduría han forjado en mí muchos valores y a ser responsable en mis actividades, a mi hermana, mis tíos, primos y mis abuelitos por haber estado ahí apoyándome en todo momento, también doy un agradecimiento a los miembros de Cise Electronics por haberme abierto las puertas de su establecimiento con la información y herramientas adecuadas para la realización de las pruebas que me correspondía para la realización de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. La batería híbrida	2
2.1.1. Conceptualización	2
2.1.2. Tipos de baterías	2
2.1.2.1 Batería de plomo	3
2.1.2.2 Batería de vrla	3
2.1.2.3 Batería de gel	3
2.1.2.4 Batería de agm	3
2.1.2.5 Batería de níquel-cadmio	4
2.1.2.6 Batería toyota prius 2001-2004 segunda generación	4
2.1.2.7 Batería toyota prius 2004-2009 tercera generación	5
2.1.2.8 Batería toyota prius 2010 cuarta generación	6
2.1.2.9 Batería toyota prius c	7
2.1.3. Partes de la batería de alto voltaje	8
2.1.4. Jumper de seguridad	10
2.1.5. Ubicación de la batería en el vehículo	11
2.1.6. Funcionamiento de la batería híbrida	11
2.1.7. Funcionamiento de la batería hidruro metálico de níquel del toyota prius 1.600 cc	13
2.2. La batería híbrida en el toyota prius 1.600 cc tercera	i

generación 2010	14
2.2.1 Diseño y construcción	17
2.2.2 Distribución física de la batería híbrida (layout)	18
2.2.3 Cable de poder	19
2.2.4 Batería HV	19
2.2.5 ECU batería	20
2.2.6 Sistema principal de relays	20
2.2.7 Sistema de enfriamiento de la batería HV del toyota prius	22
2.2.8 Batería auxiliar	23
3. METODOLOGÍA	25
3.1. Equipos utilizados para la comprobación de datos	25
3.1.1. Scanner automotriz g-scan	25
3.1.2. Software de diagnóstico techstream	26
3.1.3. Cargador de batería hv	27
3.2. Desmontaje de la batería híbrida del toyota prius	28
3.3. Características de la batería híbrida previo su análisis	35
3.4. Análisis de las celdas	35
3.5. Funcionamiento de refrigeración	40
3.6. Temperaturas normales de funcionamiento de los sensores	42
3.7. Tablas de voltajes de la batería HV	43
3.7.1. Consideración de celdas en buen estado	43
3.7.2. Valores de voltaje de descarga del pack de la batería HV	44
3.7.3. Valores de voltaje de descarga de las celdas de la batería HV	44
3.7.4. Gráficos estadísticos de comparación de voltajes	46
3.7.5. Voltaje de descarga de cada celda de la batería HV	
Realizado el mantenimiento correctivo.	47

3.8. Imágenes del scanner de la batería híbrida	49
3.8.1. Voltajes de la batería en su carga máxima	49
3.8.2. Temperaturas de la batería HV	51
3.8.3. Resistencias de la batería HV	52
3.8.4. Voltajes en aceleración a fondo	52
3.8.5. Voltajes a plena carga de la batería HV	53
3.8.6. Simulación de fallas para la generación de códigos	53
3.8.6.1 Código de falla del sensor de temperatura	53
3.8.6.2. Descarga rápida (total) de la batería hv	55
3.9. Códigos de falla de la batería híbrida	56
3.9.1 DTC – P0A7F: deterioro del conjunto de batería	56
3.9.2. Procedimiento de corrección del código DTC - P0A7F (deterioro del conjunto de baterías)	57
3.9.3. DTC-P0A84: ventilador de refrigeración del conjunto de baterías híbridas	58
3.9.4. Procedimiento de corrección del código DTC - P0A84: ventilador de refrigeración del conjunto de baterías híbridas	59
3.9.5. DTC-P0ADC: circuito alto en el sistema de control del contacto positivo de la batería híbrida	60
3.9.6. DTC-U029A: pérdida de comunicación con el módulo del sensor del conjunto de baterías híbridas	60
3.9.7. DTC P0A0D: circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión	61
3.9.8. Procedimiento de corrección del código DTC - P0A0D: circuito alto de interbloqueo del sistema de alta tensión	62
3.9.9. DTC-U029A: pérdida de comunicación con el módulo del	

sensor del conjunto de baterías híbridas	63
3.9.10. Procedimiento del diagnóstico y corrección del DTC-U029A: pérdida de comunicación con el módulo del sensor del conjunto de baterías híbridas	64
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	65
4.1. Análisis de cada tabla realizada	65
4.1.1. Análisis de descarga del pack de la batería	65
4.1.2. Análisis de sensores de temperatura en el bloque de batería	65
4.1.3. Análisis de descarga de cada celda.	66
4.1.4. Análisis de las celdas de la batería	66
4.1.5. Carga y descarga del bloque de baterías	66
4.1.6. Análisis del conjunto de baterías realizado el mantenimiento correctivo	67
4.1.7. Código de falla de temperatura de la batería	67
4.1.8. Código de falla por bajo voltaje en el pack de la batería	68
4.1.9. Comportamiento del fan de la batería híbrida	68
4.1.10. Sistema de enfriamiento de la batería hv	68
4.1.11. Análisis de diferencia de voltajes del pack de baterías	69
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1. Conclusiones	70
5.2. Recomendaciones	72
NOMENCLATURA O GLOSARIO	74
BIBLIOGRAFÍA	75

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Composición batería Toyota Prius segunda generación.	4
Tabla 2. Composición batería Toyota Prius tercera generación.	5
Tabla 3. Composición batería Toyota Prius cuarta generación.	6
Tabla 4. Composición batería Toyota Prius C.	8
Tabla 5. Disposición de la batería híbrida del Toyota Prius tercera generación.	17
Tabla 6. Toyota Prius tercera generación 2010.	20
Tabla 7. Cálculos realizados para la batería HV del Toyota Prius.	40
Tabla 8. Temperatura de cada sensor en el bloque de batería	42
Tabla 9. Relación para cada pack de celdas	43
Tabla 10. Relación para cada celda.	43
Tabla 11. Valores de voltaje de descarga del pack de la batería.	44
Tabla 12. Valores de voltaje de descarga de las celdas de la batería HV	45
Tabla 13. Voltaje de descarga de cada celda de la batería HV realizado el mantenimiento correctivo.	48
Tabla 14. Voltajes de la batería HV en prueba activa.	58
Tabla 15. Resistencia del soplador de refrigeración de la batería HV	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Batería Toyota Prius Híbrido gasolina-eléctrico.	2
Figura 2. Batería Híbrida Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.	5
Figura 3. Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación.	6
Figura 4. Batería Toyota Prius Cuarta Generación.	7
Figura 5. Batería Toyota Prius C.	8
Figura 6. Elementos de la Batería.	9
Figura 7. Jumper de seguridad.	11
Figura 8. Ubicación de la batería.	11
Figura 9. Componentes de la Batería HV del Toyota Prius.	13
Figura 10. Modulo ECU de la Batería HV del Toyota Prius.	14
Figura 11. Distribución de la batería híbrida.	18
Figura 12. Sistema principal de relés.	21
Figura 13. Conductos de enfriamiento.	22
Figura 14. Sistema de enfriamiento.	22
Figura 15. Batería auxiliar.	23
Figura 16. Scanner Automotriz G-Scan.	26
Figura 17. Software de Diagnóstico Automotriz Techstream de Toyota al momento de conectar con el vehículo.	27
Figura 18. Cable interfaz Mongoose.	27
Figura 19. Cargador de batería HV.	28
Figura 20. Batería auxiliar desconectada.	28
Figura 21. Cajuela del vehículo.	29
Figura 22. Batería híbrida descubierta en el habitáculo.	29
Figura 23. Jumper conectado.	30
Figura 24. Jumper desconectado.	30
Figura 25. Batería híbrida desmontada de la carrocería.	31
Figura 26. Batería híbrida sin el protector.	31
Figura 27. Conductos de ventilación de celdas.	32

Figura 28.	Sensores de temperatura.	32
Figura 29.	Conectores conectados en serie.	33
Figura 30.	Desmontando bloque de celdas con la prensa.	33
Figura 31.	Desmontaje del bloque celdas.	34
Figura 32.	Disposición del ventilador en la carcasa de la batería.	34
Figura 33.	Módulos o packs en mal estado.	36
Figura 34.	Conectores en mal estado.	36
Figura 35.	Conectores limpias.	37
Figura 36.	Medición de celda.	37
Figura 37.	Medición de la mitad de pack de celdas.	38
Figura 38.	Recarga de la mitad del bloque de celdas.	38
Figura 39.	Cargador de baterías del sistema híbrido.	39
Figura 40.	Compartición para el enfriamiento de la batería híbrida.	40
Figura 41.	Obstrucción del soplador de refrigeración de la batería HV.	41
Figura 42.	Componentes del módulo ECU de la Batería del Toyota Prius.	42
Figura 43.	Comparación de voltajes de cada celda.	46
Figura 44.	Comparación de voltajes de cada celda realizada el mantenimiento correctivo.	47
Figura 45.	Scanner flujo de datos de la batería híbrida completamente cargada.	49
Figura 46.	Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 10 minutos.	50
Figura 47.	Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 20 minutos.	50
Figura 48.	Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 30 minutos.	51
Figura 49.	Scanner flujo de datos de la temperatura del bloque de batería.	52
Figura 50.	Flujo de datos de las resistencias internas de la batería híbrida.	52
Figura 51.	Voltaje del pack de celdas con aceleración a fondo.	53

Figura 52.	Voltaje del pack de baterías con carga normal del vehículo.	53
Figura 53.	Temperatura del sensor de la batería híbrida.	54
Figura 54.	Código de falla de sensor de temperatura de la batería híbrida.	55
Figura 55.	Batería a la máxima descarga.	55
Figura 56.	Código de falla por el bajo voltaje de cada pack de batería.	56
Figura 57.	Código de falla P0A7F.	57
Figura 58.	Código de falla P0A84 Teschtream.	59
Figura 59.	Código de falla P0A0D Teschtream.	62
Figura 60.	Jumper de seguridad limpiado.	63
Figura 61.	Código de falla U029A Techstream.	63
Figura 62.	Unidad Inteligente de la Batería HV.	64

RESUMEN

Se realizó una investigación para conocer el funcionamiento de la batería híbrida, sus posibles fallas y como realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de cada elemento que conforma la batería híbrida del Toyota Prius, también la importancia de cómo se utilizó los equipo de protección personal para la manipulación de la batería híbrida y como se utilizó herramientas de diagnóstico automotriz especializadas de la marca Toyota, y se describe los códigos más frecuentes que genera la batería híbrida cuando esta comienza a tener problemas de funcionamiento y se solucionó las mismas con la utilización de las herramientas especializadas para la verificación de los datos de la batería HV, se analizó porque una batería llega a sufrir recalentamiento en el centro del pack de celdas y llega a tener una temperatura de hasta 53.5 °C. Con ayuda del software techstream se realizó un análisis del flujo de datos del voltaje de cada pack de celdas, concluyendo que si el resultado es mayor a 0.3 voltios se genera un problema de voltaje en las celdas y se realizó un mantenimiento preventivo, un fallo en el sistema de enfriamiento en la batería HV el ventilador será la primera opción ya que permite que ingrese el aire suficiente al bloque de celdas de la batería híbrida, un problema en el cierre de circuito de alto voltaje se tomará en cuenta el Jumper de seguridad, a su vez las conexiones de alto voltaje que estén bien conectadas y su estado.

ABSTRACT

An investigation was conducted to know the operation of the hybrid battery, possible faults and how to perform preventive and corrective maintenance of each element that makes up the battery hybrid Toyota Prius, also the importance of how the personal protective equipment used for the manipulation of the hybrid battery as specialized automotive diagnostic tools of the Toyota brand was used, and the most common codes generated by the hybrid battery when it is beginning to have problems operating and the same was solved with the use of the tools described. It specialized for verifying data HV battery, because a battery analyzed suffer overheating reaches the center of the cell pack and comes to have a temperature up to 53.5 ° C. Using software techstream flow analysis data voltage of each cell pack was made, concluding that if the result is greater than 0.3 volts voltage problem is generated in the cells and performed preventive maintenance, failure the cooling system fan HV battery is the first choice because it allows enough air to enter the cell block of the hybrid battery, a problem in closing high voltage circuit will take into account the security Jumper, turn the high voltage connections are properly connected and status.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la realización de esta investigación radica en el motivo que, los vehículos híbridos tienen componentes muchos más complejos de lo que es un motor convencional y se necesita de técnicos especializados en vehículos híbridos con conocimientos acordes para realizar un diagnóstico previo a los mantenimientos ya sean preventivos o correctivos.

En la Universidad Tecnológica Equinoccial hace falta una investigación de nuevas tecnologías ya que estas bases serán una herramienta para el futuro puesto que actualmente se vive en nuestro País un cambio tecnológico significativo y en la carrera de Ingeniería Automotriz estos estudios serían de gran aceptación para los estudiantes que surcan la carrera, también permitirá investigar nuevas tecnologías híbridas y brindará conocimientos para los futuros profesionales de la universidad. Permitiendo un mayor conocimiento de tecnologías híbridas y como poder realizar mantenimientos así estos sean preventivos o correctivos.

Por este motivo se realizó una investigación con respecto a la batería híbrida del Toyota Prius de cómo realizar un mantenimiento del bloque de baterías preventivo o correctivo, verificación de códigos de fallas que puedan presentarse en el vehículo híbrido con sus correcciones y cómo actuar ante cada diagnóstico, así los futuros profesionales tendrán la obligación de investigar y actualizarse ante las nuevas fuentes tecnológicas híbridas que se están dando en la industria automotriz.

En este trabajo se planteó una investigación para conocer más sobre las baterías híbridas específicamente del Toyota Prius, los códigos de fallas más frecuentes que se llega a tener en el vehículo y cómo proceder ante cada diagnóstico realizado con la herramienta especializada en este caso techstream de Toyota para proceder a realizar un mantenimiento de la batería híbrida, bajo esos criterios se podrá analizar si el mismo puede ser preventivo o correctivo de acuerdo al daño que presente el conjunto de baterías del Toyota Prius.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. LA BATERÍA HÍBRIDA

2.1.1. CONCEPTUALIZACIÓN

Una batería de automóvil híbrido es como cualquier otra batería excepto que es recargable y tiene suficiente energía, como para mover un gran vehículo pesado por la carretera durante unos pies o unas pocas millas. Las baterías híbridas son “acumuladores con sistemas electroquímicos, los cuales condensan grandes cantidades de energía, con la función de movilizar un vehículo híbrido, a través de sus sistema de control de tracción eléctrico, soportando ciclos de descargas importantes y constantes”.

(Conte, 2006, pág. 78)



Figura 1.Batería Toyota Prius Híbrido gasolina-eléctrico.

2.1.2. TIPOS DE BATERÍAS

Debido a la recarga de las baterías por parte del motor térmico, necesita menos baterías que un vehículo solamente eléctrico, sin embargo las baterías utilizadas son del mismo tipo. Hay muchos tipos distintos de baterías, pero la más utilizadas son las de plomo-ácido y las de níquel-cadmio. (Pellicer, 1997)

2.1.2.1 Batería de plomo

Eran las más utilizadas hasta hace poco. Es bastante eficiente y relativamente barata pero tienen el problema de ser muy pesadas y voluminosas, tienen poca densidad energética, unos 30 Wh/kg y solo se pueden recargar entre 600 y 900 veces. (Pellicer, 1997)

Es compatible con los cargadores de baterías y su principal desventaja es que contiene plomo y ácido el cual daña el medio ambiente por sus químicos, y no permite una rápida carga tarda entre unas 8 y 16 horas.

2.1.2.2 Batería de VRLA

La batería de VRLA es una batería libre de mantenimiento su diseño es totalmente sellado, está compuesto de ácido – plomo regulada por una válvula, por lo tanto es una batería recargable.

Debido a su diseño esta tipo de batería no requiere de ventilación la cual se puede utilizar en cualquier orientación y no requiere de un mantenimiento constante, se puede utilizar en espacios reducidos ya que no necesita de una ventilación. (Chabot)

2.1.2.3 Batería de GEL

Las baterías de gel por tener un ácido gelifico posee una apariencia de masa sólida, que imposibilita el derrame del ácido pero su desventaja es que se debe cargar a una tensión inferior a las baterías de inversión ya que si ocurre lo contrario se pueden producir vacíos en el gel. (Chabot)

2.1.2.4 Batería de AGM

Esta batería su particularidad es que se encuentra sellada y está compuesta de separadores de vidrio absorbente de nominado como (AGM) que puede

soportar varias condiciones de uso, estas placas AGM son capaces de soportar choque y vibraciones. (Chabot)

2.1.2.5 Batería de níquel-cadmio

Estas baterías se están imponiendo actualmente para que este tipo de aplicaciones debido a su menor peso y tamaño que las de plomo-acido. Su densidad energética es más del doble que en las de plomo-acido. Además tienen un tiempo de vida alto se pueden recargar más de 2000 veces y altos niveles de potencia por lo que son más buenas para los vehículos híbridos. El mayor problema es su precio. (Pellicer, 1997)

2.1.2.6 Batería Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación

Tabla 1. Composición batería Toyota Prius segunda generación.

Tipo de batería	Níquel Metal
Numero de módulos	228
Voltaje de cada módulo	1.2 voltios.
Número total de celdas	38
Voltaje total de cada celda	7,2 voltios.
Numero de paquetes conectados en serie	19
Voltaje de cada paquete	14.4
Voltaje total de la batería	273,6
Tipo de conexión entre packs	Conexión en serie.

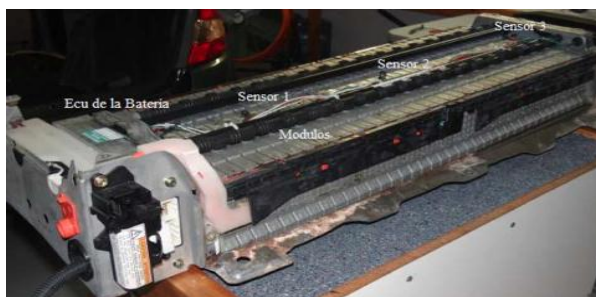


Figura 2. Batería Híbrida Toyota Prius 2001-2004 Segunda Generación.
(Aficionados a la Mecánica, 2012)

La batería que se muestra en la figura 2, es con la que funcionan los vehículos Toyota Prius de segunda generación estos modelos salieron al mercado en los años 2001- 2004, está ubicada en el maletero en la parte posterior del vehículo, cuenta con una ECU de la batería que monitorea el control de temperatura, la carga, problemas en la batería y también cuenta con relés de potencia y conector de servicio o jumper de seguridad. (Fraile, 2006)

2.1.2.7 Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación

Tabla 2. Composición batería Toyota Prius tercera generación.

Tipo de batería	Níquel Metal.
Numero de módulos	196
Voltaje de cada módulo	1.12 voltios.
Numero de celdas	28.
Voltaje de cada celda	7,89 voltios.
Numero de paquetes conectados en serie	14.
Voltaje de cada paquete	15,78 voltios.
Voltaje total de la batería	220.98 voltios.
Tipo de conexión entre packs	Conexión en serie.



Figura 3. Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación.

En la figura 3, se muestra la batería del Toyota Prius de tercera generación, en relación a las anteriores este modelo tiene menor tamaño y peso, es un modelo más avanzado, con más tecnología en los componentes que controlan el sistema lo que se refleja en la gran demanda que han tenido los vehículos que traen este componente sobre todo en países como Estados Unidos, se encuentra ubicada en el maletero parte posterior del vehículo. (NISSAN, 2009)

2.1.2.8 Batería Toyota Prius 2010 Cuarta Generación

Tabla 3. Composición batería Toyota Prius cuarta generación.

Tipo de batería	Níquel Metal.
Numero de módulos	168.
Voltaje de cada módulo	1.2 voltios.
Numero de celdas	28.
Voltaje de cada celda	7,2 voltios.
Numero de paquetes conectados en serie	14.
Voltaje de cada paquete	14,4 voltios.
Voltaje nominal de la batería	201,6 voltios.
Tipo de conexión entre packs	Conexión en serie.



Figura 4. Batería Toyota Prius Cuarta Generación.

(Augeri, 2010)

En la figura 4, se muestra la batería del Toyota Prius de cuarta generación la misma que está compuesta por cuatro sensores de temperatura, tres se encuentran en la batería y uno para la entrada de aire, un ventilador que es controlado por ancho de pulso el mismo que es un motor sin escobilla y es más pequeño que los de anteriores generaciones. (Toyota Motor , 2009)

Los elementos de esta batería son más compactos y en caso del bloque de junta híbrido que está compuesto por el sensor de corriente de tipo hall, los relés de activación y la unidad de control de la batería (ECU de la batería) sufra un daño se tiene que cambiar todo el conjunto puesto que tiene una placa impresa de alto voltaje a diferencia de las baterías anteriores que se podía sustituir estos elementos individualmente. (Toyota Motor , 2009)

2.1.2.9 Batería Toyota Prius C

Esta batería se encuentra ubicada bajo el asiento posterior del vehículo y es más pequeña que las anteriormente mencionadas, salió al mercado a partir del año 2012 , la ECU de la batería está monitoreando el estado de los voltajes en 10 lugares diferentes, en esta caso los elementos cambian de posición el bloque de junta a los relés, el sensor de corriente, la resistencia de limitación están adheridos al ventilador de enfriamiento y la ECU híbrida

está compartiendo comunicación CAN con la ECU de la batería para comandar el sistema. (Toyota, 2013)

Tabla 4. Composición batería Toyota Prius C.

Tipo de batería	Níquel Metal.
Numero de módulos	120.
Voltaje de cada módulo	1.2 voltios.
Numero de celdas	40.
Voltaje de cada celda	3.6 voltios.
Numero de paquetes conectados en serie	20.
Voltaje de cada paquete conectados en serie	7.2 voltios.
Voltaje nominal de la batería	144 voltios.
Tipo de conexión entre packs	Conexión en serie.



Figura 5. Batería Toyota Prius C.

2.1.3. PARTES DE LA BATERÍA DE ALTO VOLTAJE

- Sensores de temperatura.
- Unidad de control de la batería (ECU de la batería).

- Ventilador.
- Conector tapón de servicio.
- Módulos de la batería.
- Conjunto de reles de activacion.

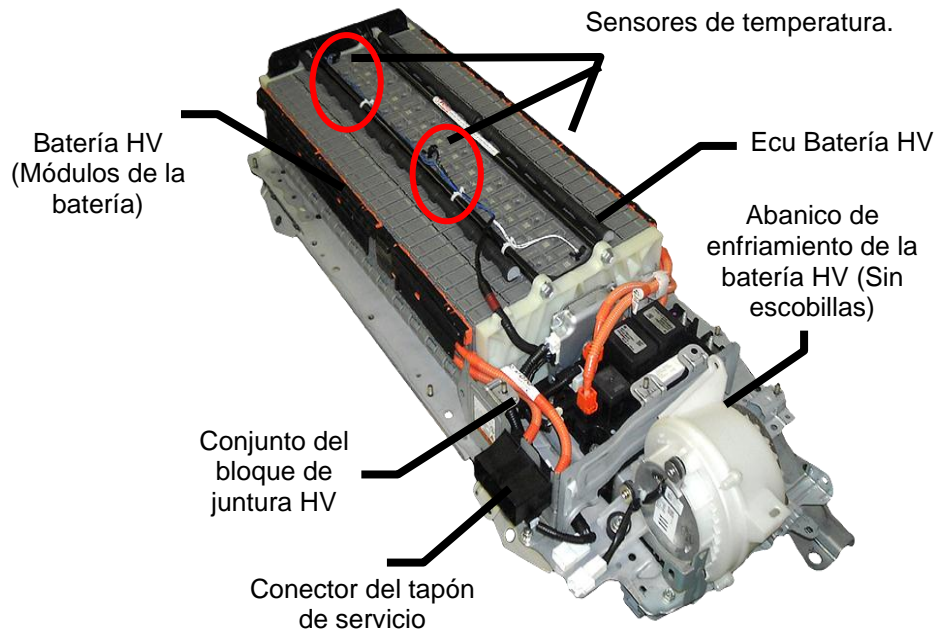


Figura 6. Elementos de la Batería.

(Augeri, 2010)

La batería del Toyota Prius tercera generación del año 2010 está compuesta de 28 baterías que tienen un voltaje de 7.89 V cada una conectadas en serie de dos en dos formando 14 paquetes de 15V cada uno, contiene un voltaje total de 220 voltios, este voltaje cambia de acuerdo el fabricante y en el caso de las versiones anteriores del Prius el voltaje era mayor. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012).

En la Figura 6 se muestra las partes de la batería entre ellas están los tres sensores de temperatura los cuales censan la temperatura en diferentes puntos, están comunicados con la unidad electrónica de control del híbrido (ECU HV) y en caso de no tener una temperatura adecuada de funcionamiento se genera un código de diagnóstico (DTC), se prende la luz

de comprobar el motor (check engine), se genera un mensaje de falla en la batería de alta tensión y se enciende una luz de color rojo en forma de triángulo que indica alerta de mal funcionamiento del sistema híbrido en el tablero de instrumentos. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012).

También, cuentan con tres relés principales del sistema (System main relay) uno (SMR1), dos (SMR2) y tres (SMR3), los que dan paso a que la corriente fluya hacia el inversor y a todo el sistema, una computadora que controla temperatura, voltajes, llamada ECU de la batería, un jumper de seguridad que divide el voltaje total en dos, este tiene que ser retirado para evitar fugas altas de corriente al momento de dar mantenimiento, un ventilador que se encarga de mantener baja la temperatura de la batería evitando que se recaliente y una tapa que está sujeta con pernos. (Espinoza, Erazo, & Mena, 2012)

2.1.4. JUMPER DE SEGURIDAD

El jumper de seguridad o conector de servicio se muestra en la Figura 7 es una clavija de color naranja ubicada en la batería que tiene la función de al momento de retirarla dividir el voltaje en dos secciones, por ejemplo en la batería del Toyota Prius está ubicada en el paquete número 10, dejando una sección con 70V y una sección con 150V, esto cambia según el fabricante, el jumper es monitoreado por la ECU HV la cual detecta que está conectado correctamente caso contrario bloquea el sistema y no permite que el vehículo se encienda, es importante mencionar que cada que se realiza una operación de mantenimiento se tiene que retirar el Jumper por seguridad protegiendo el sistema de descargas eléctricas fuertes. (Wagan Tech, 2010)



Figura 7. Jumper de seguridad.

2.1.5. UBICACIÓN DE LA BATERÍA EN EL VEHÍCULO

La ubicación de la batería cambia según el fabricante y modelo del vehículo, por lo general se encuentra ubicada en parte posterior del vehículo como se muestra en la Figura 8 o abajo del asiento posterior, está hecha a base de Níquel-Metal.



Figura 8. Ubicación de la batería.

2.1.6. FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA HÍBRIDA

El funcionamiento de la batería híbrida comprende el estudio de un completo sistema de componentes y estructuras en el automóvil. Este sistema está formado por un Motor de combustión a gasolina o diesel, un motor eléctrico, un generador, una computadora central, y la batería híbrida. (Bauer, 2000)

La batería híbrida transporta la energía recolectada en sus celdas después de la carga externa, transmitiendo este flujo a través de un conductor eléctrico en forma de cable coaxial, al computador central que procesa la información y transmite este flujo al motor eléctrico, cuya energía desarrollada transformada en Newton Fuerza, se transfiere al tren delantero.

Esta fuerza generada en el tren delantero permite que se active el motor a combustión a gasolina o diesel con el movimiento de los pistones y válvulas que abren y cierran el flujo aire combustible activando los inyectores.

La energía del motor permite la carga del generador, el cual realimenta el sistema eléctrico pasando por la PCU (Inversor) y activando el motor eléctrico, activando el tren delantero del auto, de tal forma que tanto motor eléctrico como el motor a combustión trabajan en sentido sinérgico transmitiendo la energía al tren delantero del auto e impulsando lo hacia adelante o hacia atrás.

Con este sistema de combustión-eléctrico la batería híbrida siempre está transmitiendo su carga eléctrica de sus celdas, hacia todo el sistema constantemente, se vuelve a cargar cuando el automóvil está en velocidad de crucero y cuando desacelera y para. Durante el tiempo de arranque y aceleración la batería consume casi toda su energía cargada pero se recupera como se lo mencionó antes en el tiempo de velocidad crucero, desaceleración y parada.

Como todas las baterías, las baterías híbridas tienen dos electrodos (que recogen o emiten una carga eléctrica) los cuales, se colocan en una solución de iones rico llamado electrolito.

Los electrodos están colocados el nodo del otro muy cerca, por lo que es necesario separarlos con una película de polímero. Existe un interruptor de encendido y apagado en el automóvil híbrido, el cual da inicio a la reacción electroquímica.

Los elementos ionizados en un electrodo están en un estado químico donde son fácilmente atraídos al combinarse con otras moléculas, emisores de electrones en el proceso.

Esos elementos fluyen a través del electrolito y el separador hacia el electrodo opuesto. Los iones del electrodo negativo (ánodo) rechazan a los electrones, y los iones positivos que vienen hacia el ánodo los atraen.

Los electrones liberados durante este proceso viajan a través del circuito externo, produciendo un flujo de carga en la dirección opuesta al flujo de iones. Durante la recarga, la corriente es forzada dentro de la célula, invirtiendo el proceso.

2.1.7. FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA HIDRURO METÁLICO DE NÍQUEL DEL TOYOTA PRIUS 1.600 CC

Los componentes internos son:

- Relés
- Unidad de batería inteligente ECU
- Sensor de corriente
- Resistencia de precarga

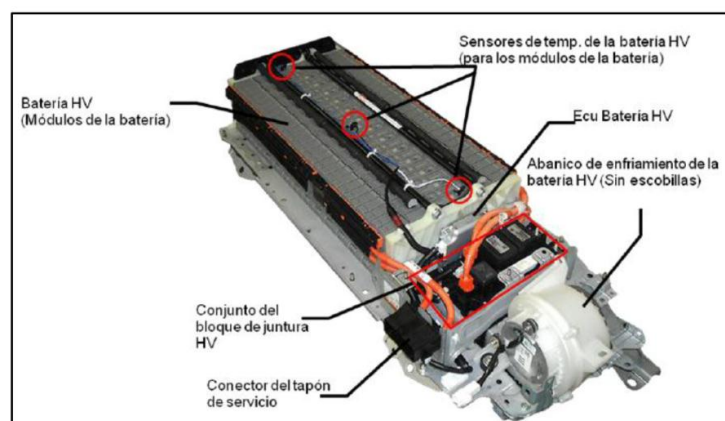


Figura 9. Componentes de la Batería HV del Toyota Prius.

(Prius T. , 2004)

Todos los cuatro componentes mencionados anteriormente son dispositivos eléctricos responsables de la transferencia de la energía contenida dentro de la batería de alto voltaje para el resto del sistema. Los relés son interruptores eléctricos de alta corriente que pueden detener el paso de corrientes de alta tensión a través de los cables, aislando la batería. (Dijck, 2012)

La unidad inteligente de la batería es una unidad de control electrónico (ECU), que supervisa la información, la temperatura y el voltaje de celdas internas. La batería inteligente a través de la unidad ECU, procesa la información y la envía a la ECU del vehículo híbrido o computador central

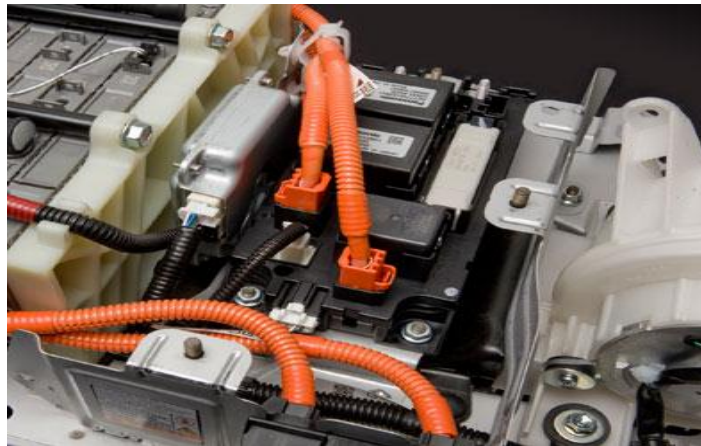


Figura 10. Modulo ECU de la Batería HV del Toyota Prius.

El sensor de corriente controla la cantidad de corriente que fluye a través de un circuito (AMP) e informa de los datos a la unidad inteligente de la batería.

La resistencia de precarga protege los componentes del sistema de subidas de tensión que pueden ocasionar daños.

2.2. LA BATERÍA HÍBRIDA EN EL TOYOTA PRIUS 1.600 CC TERCERA GENERACIÓN 2010

En la actualidad las reservas mundiales de petróleo se reducen y los contaminantes de carbono y los precios aumentan, existiendo la necesidad de las personas de transportarse con el uso de energías alternativas, y que se hace cada día más evidente. Una tecnología que puede salvar la brecha entre la dependencia de los combustibles fósiles y la tecnología verde renovable en el campo de la automoción es el plug-in de vehículos híbridos (PHEV) (Burke, 2007 , Markel y Gonder, 2007 , Markel et al, 2006 , Kempton y Lund, 2008).

Mediante la combinación de una fuente de energía alternativa, como son las baterías eléctricas recargables, y un motor de gasolina de alta eficiencia, las fábricas de autos híbridos están impulsando el desarrollo y la aplicación efectiva de las baterías y vehículos eléctricos, así como el desarrollo de la red de generación eléctrica.

Los sistemas del vehículo eléctrico híbrido (HEV) tienen ya introducidos en el mercado de consumo modelos como el Toyota Prius , sin embargo con el interés de alejarse de las fuentes de energía de combustibles fósiles , la demanda de sistemas de PHEV con rango eléctrico es creciente (Li, 2009) .

Un vehículo híbrido con sistema eléctrico es tan eficaz como un vehículo eléctrico de batería a un cierto rango el mismo que puede cambiar su estándar de funcionamiento a Híbrido solamente, para el resto del viaje, siendo necesario la recarga de la batería por los usuarios.

La implementación de un vehículo híbrido eléctrico o HEV bien diseñado podría permitir que una porción significativa de los consumidores utilicen su vehículo sin ningún tipo de producción directa de gases de efecto invernadero o las emisiones de partículas.

Sin embargo, con el fin de desarrollar seguros, eficientes y eficaces diseños de vehículos híbridos, surgen preguntas muy importantes con respecto a la electroquímica de la batería, tamaño, masa, ciclo de vida, el estado óptimo de carga (SOC) y necesidad de desempeño a ser investigado.

Basados en los comentarios de la literatura hasta la fecha, el foco principal de la investigación se ha centrado en las pruebas de emisiones del vehículo híbrido, ya sea a través de la simulación o con modelos a escala real , la investigación y el desarrollo de los sistemas de baterías , e integración en red y sus impactos.

En 2012, el Toyota Prius es un modelo mundial que llega a convertirse en una familia de vehículos híbridos. En Europa, la primera etapa de este desarrollo fue la introducción del Prius, el primer vehículo híbrido de siete asientos que se vende en la región.

Posteriormente se unen el Prius Plug-in, una nueva versión de los vehículos híbridos de Toyota más vendidos del mundo híbrido, el mismo que ofrece incluso una mayor eficiencia en el consumo de combustible y bajas emisiones gracias a una batería de ión-litio recargable.

Estas adiciones a la gama Toyota, junto con el del Yaris híbrido, Auris híbrido y Prius de tercera generación, demuestran la adaptación fundamental de Toyota Hybrid Synergy Drive para trabajar en diferentes tamaños de vehículos.

El constante aumento en el número y la variedad de modelos híbridos seguirá con 10 modelos, previstos para la introducción en el año 2015, la mayoría de gama Europea que pueden incluir los derivados híbridos a principios de la década de 2020.

El Toyota Prius III Generación está diseñado para familias que cada vez necesitan más espacio y la flexibilidad de unas siete plazas, mientras que el Prius Plug-in, con unas emisiones de CO₂ bajas alrededor de 49g/km, adopta un esquema de conservación del medioambiente.

El Prius ha disfrutado de liderazgo ambiental y una avanzada técnica de más de 10 años de experiencia, obteniendo varios premios y vendiendo más de 2,6 millones de unidades en todo el mundo.

El último modelo, lanzado en 2009 (Toyota Prius III Generación), ha acelerado su popularidad con más de 1,27 millones de ventas, más de 24.000 de ellos en el Reino Unido.

En conjunto estos vehículos ya han contribuido a una reducción estimada de las emisiones en más de 25 millones de toneladas de CO2.

2.2.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El Prius tercera generación 2010 es un vehículo híbrido con una batería sellada de alto voltaje (HV) que contiene módulos de batería fabricados con níquel-metal-hidruro (NiMH).

La batería HV es encerrada en una caja de metal y se instala en la zona de carga bajo el suelo detrás del asiento trasero. La caja de metal está aislada de la alta tensión y encubierta por la alfombra en el área de la cabina.

En la tabla 5 podemos observar la disposición de la batería híbrida del Toyota Prius tercera generación de acuerdo a sus características técnicas de la cual está fabricado.

Tabla 5. Disposición de la batería híbrida del Toyota Prius tercera generación.

Voltaje en el paquete de batería	201.6 V
Numero de módulos de batería NiMh dentro del paquete	28
Voltaje de los módulos de batería NiMh	7.2 V
Dimensiones de los módulos de batería NiMh	11.2 x 0.8 x 4.6 in (285 x 19.6 x 117.8 mm)
Peso de los módulos NiMh	2.3 lbs (1.04 Kg)
Dimensiones del paquete de batería	11.7 x 23.2 x 0.42 in (297 x 590 x 10.7 mm)
Peso del paquete de baterías NiMh	90 lbs (41 Kg)

La batería HV consta de 28 módulos NiMh de baja tensión (7,2 v) conectados en serie que producen aproximadamente 201,6 Voltios. Cada módulo Ni Mh de la batería son no derramables y están en una caja sellada.

El electrolito de los módulos de batería alcalinas de NiMh son construidos con una mezcla de hidróxido de potasio y sodio. El electrolito es absorbido dentro de las placas de las celdas de la batería sin que existan riesgos de fuga, incluso en una colisión.

2.2.2 DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE LA BATERÍA HÍBRIDA (LAYOUT)

La tecnología de la batería híbrida del Toya Prius tercera generación, provee un alto poder de densidad y un excelente tiempo de vida útil. Los indicadores de control de carga y descarga mantiene a la HV Batería en constante estado de carga o sus siglas (SOC-State of Charge).

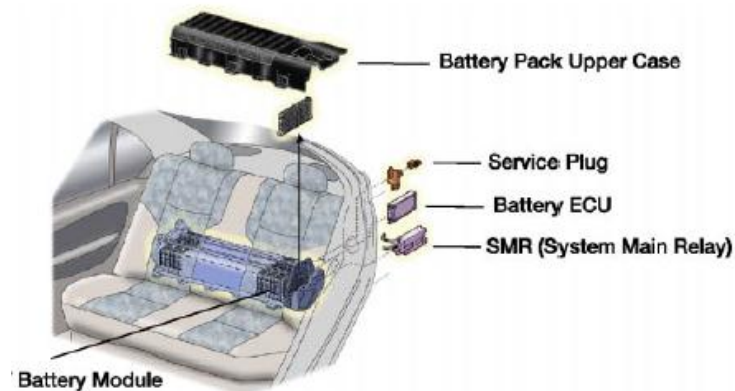


Figura 11. Distribución de la batería híbrida.

(Augeri, 2010)

La Batería Híbrida, la ECU Batería y el Sistema de Relays o Relevadores están localizados en el compartimiento de equipaje del Toyota Prius 2010, detrás del asiento.

2.2.3 CABLE DE PODER

El cable de alimentación es un cable por donde circula alta tensión con alto amperaje, que conecta a la batería de alta tensión con el inversor y el inversor con el MG1 y MG2 .El cable de alimentación también conecta el inversor con el compresor de A / C.

El cable de alimentación se enruta bajo el asiento trasero, a través del panel de suelo, a lo largo del refuerzo de debajo de la planta, y se conecta al inversor en el compartimiento del motor. El arnés de cableado de 12 V DC sigue una ruta parecida a la del cable desde la batería auxiliar hasta la parte delantera del vehículo.

El cable de alimentación está blindado con el fin de reducir la interferencia electromagnética. Para fines de identificación, el mazo de cables de alta tensión y conectores son de color naranja con código de colores para distinguirlos de los cables ordinarios que son de baja tensión.

2.2.4 BATERÍA HV

Características físicas

El paquete de baterías HV contiene seis celdas de 1,2 V de níquel-hidruro de metal que están conectadas en serie para formar un módulo. En los modelos Prius 2001-2003 las baterías contienen 38 módulos y se dividen en dos campos conectados en serie. Por lo tanto, la batería HV contiene un total de 228 células con una tensión nominal de 273.6V.

En el Prius 2004 y los modelos Prius actuales la batería posee 28 módulos que se conectan para dar una tensión nominal de 201.6V.

Las placas de electrodo en la batería de alta tensión están hechas de níquel poroso y de aleación de hidruro de metal. (NiMh)

Tabla 6. Toyota Prius tercera generación 2010.

Paquete de batería HV	Toyota prius III Generation 2010
Voltaje del paquete de batería	201.6 V
Numero de módulos de batería NiMh en el paquete	28
Número de células /celdas	168
Voltaje de módulos NiMh en el paquete	7.2 V

2.2.5 ECU BATERÍA

La ECU batería proporciona las siguientes funciones:

- Estima el amperaje de carga / descarga y los requerimientos de salida en la carga y descarga para la ECU del vehículo, en tanto que el SOC puede estar constantemente mantenido a un nivel equilibrado.
- Estima la cantidad de calor generado durante la carga y descarga, y ajusta el ventilador de refrigeración para mantener la batería HV a una considerable temperatura.
- Supervisa la temperatura y el voltaje de la batería y si detecta un mal funcionamiento, puede restringir o detener la carga y descarga para proteger la batería HV.

2.2.6 SISTEMA PRINCIPAL DE RELAYS

El sistema principal de relé (SMR) conecta y desconecta el suministro de poder para el circuito de alto voltaje sobre la base de los comandos de la HV ECU. Un total de tres relés (uno para el lado negativo y dos para el lado positivo) son proporcionados para asegurar la operación apropiada.

Cuando se energiza el circuito, el SMR1 y SMR3 se encienden. El resistor en línea con el SMR1 protege el circuito de la corriente inicial excesiva. Después el SMR 2 es prendido y el SMR1 se apaga, permitiendo que la corriente fluya libremente en el circuito.

Cuando esta desactivado, SMR2 y SMR3 se apagan en ese orden y la HV ECU verifica que los relés respectivos han sido adecuadamente puestos en OFF

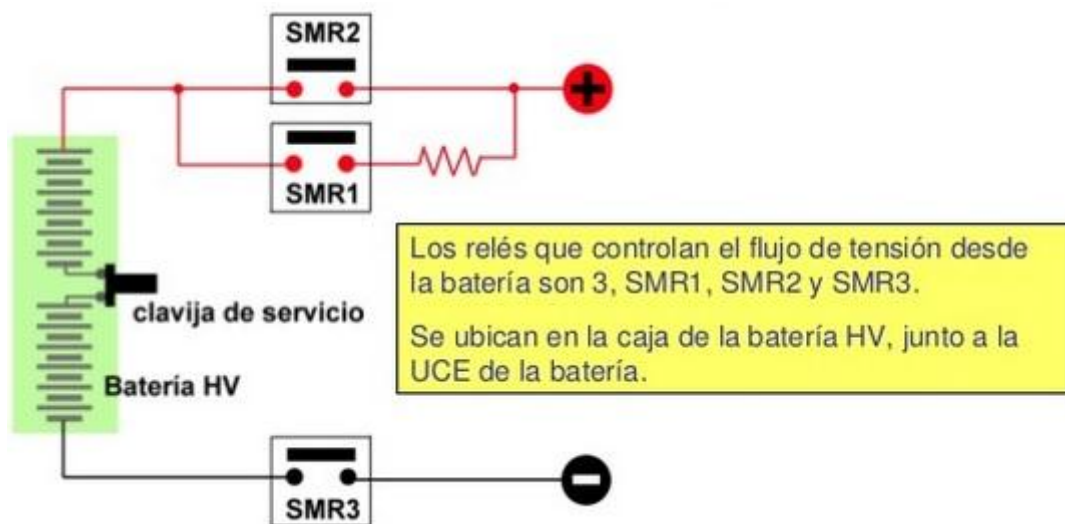


Figura 12. Sistema principal de relés.

(Toyota, 2013)

El SMR se conecta y desconecta la fuente de alimentación del circuito de alta tensión. Son en total tres relés (uno para el lado negativo y dos para el lado positivo) que se proporcionan para asegurar la operación apropiada.

2.2.7 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA BATERÍA HV DEL TOYOTA PRIUS

La ECU de batería detecta la temperatura de la batería a través de tres sensores de temperatura, en la batería de alta tensión y un sensor de temperatura en el colector de admisión. Sobre la base de esas lecturas, la ECU de batería se ajusta el ciclo de trabajo del ventilador de refrigeración para mantener la temperatura de la batería de alta tensión dentro del rango especificado.

La ECU batería mantiene el ventilador apagado o funcionando a LO sí:

- El A/C se utiliza para enfriar el vehículo.
- Algún margen se deja en la temperatura de la batería



Figura 13. Conductos de enfriamiento.



Figura 14. Sistema de enfriamiento.

2.2.8 BATERÍA AUXILIAR

El Prius utiliza una batería auxiliar para el mantenimiento del vehículo la cual es de 12V. Esta batería de 12V alimenta el sistema eléctrico del vehículo similar a un vehículo convencional. La batería está conectada a tierra al chasis metálico del vehículo y con ventilación al aire del ambiente a través de un tubo.

Esta batería es muy sensible a la alta tensión.

Cuando se carga la batería auxiliar se debe utilizar el cargador de Toyota aprobado, porque un cargador de batería estándar no tiene un control adecuado de tensión y puede dañar la batería. Si el cargador aprobado no está disponible se puede utilizar un cargador de goteo si el amperaje se mantiene por debajo de 3,5 A. (Bauer, 2000)



Figura 15. Batería auxiliar.

La batería debe ser retirada del vehículo durante la carga. Sin embargo, es seguro poner en marcha la batería del Prius con el terminal de salto de inicio bajo el capó. Esto permitirá que el sistema de carga del vehículo restaure la batería a SOC normal.

Si el vehículo no será utilizado por más de dos semanas, se debe desconectar la Batería de 12V para evitar que se descargue. Hay que asegurarse siempre de que todas las puertas están bien cerradas y que las luces interiores estén apagadas, especialmente durante la noche. Estas situaciones agotan rápidamente la batería de 12V. (Bauer, 2000)

METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. EQUIPOS UTILIZADOS PARA LA COMPROBACIÓN DE DATOS

3.1.1. SCANNER AUTOMOTRIZ G-SCAN

En esta investigación se utiliza dos tipos de herramientas de diagnóstico automotriz como son el Scanner Automotriz G-Scan, presentada en la siguiente Figura.

Asiáticos: Hyundai (Oficial), Kia (Oficial), Hyundai Camiones y autobuses (Oficial), Kia Camiones y autobuses (Oficial), Mitsubishi, Mazda, Daewoo, Ssangyong, Toyota, Lexus, Nissan, Honda, Subaru, Isuzu, Acura, Daihatsu, Infiniti, Proton, Suzuki, Maruti Suzuki, Perodua, Tata, Lada, Fuso, Hino, Mahindra, Speranza, UD trucks.

Europeos: Mercedes, BMW, Mini, Audi, Volkswagen, Seat, Skoda, Opel, Volvo, Ford, Renault, Peugeot y Citroen, Fiat y Alfa Romeo (en desarrollo)

Americanos/Australianos: GM, Ford, Ford Europe, Chrysler, Chevrolet, Dodge y Jeep.

- Funciones avanzadas de diagnosis (lectura-borrado de averías),
- Lectura de sensores en tiempo real
- Funciones de comparación entre mismos vehículos
- Funciones especiales
- Codificación y programación de llaves
- Regeneración del filtro de partículas (DPF)
- Recalibración de dirección electrónica (EPS)
- Registro de sensores en tiempo real
- Gestión y test de actuadores

- Reset de servicios
- Codificación de inyectores
- Self-Test Mode EGR
- Programación de UCE´s
- Funciones gráficas, capaz de mostrar hasta 4 gráficas al mismo tiempo
- Codificaciones



Figura 16. Scanner Automotriz G-Scan.

3.1.2. SOFTWARE DE DIAGNÓSTICO TECHSTREAM

Además se utiliza el software de diagnóstico automotriz Techstream de Toyota (Véase Figura 59), el cual se comunica con el vehículo por medio del cable interfaz llamado Mongoose que tiene el conector OBD II (Véase Figura 60).



Figura 17. Software de Diagnóstico Automotriz Techstream de Toyota al momento de conectar con el vehículo.



Figura 18. Cable interfaz Mongoose.

3.1.3. CARGADOR DE BATERÍA HV

Este equipo nos permite cargar y descargar la batería HV de acuerdo a su amperaje y capacidad de conectores para descargar los voltajes, en este caso primero se procede a descargar la mitad del conjunto de celdas y a continuación la otra mitad del conjunto de baterías HV, también depende mucho del amperaje en que se carga la batería ya que de este dependerá el tiempo de carga de la misma. Véase en la tabla 7.



Figura 19. Cargador de batería HV.

3.2. DESMONTAJE DE LA BATERÍA HÍBRIDA DEL TOYOTA PRIUS

Para desmontar la batería híbrida del Toyota Prius primero se debe desconectar la batería auxiliar del vehículo para evitar el paso de corriente y así poder desmontar la batería con mayor seguridad.



Figura 20. Batería auxiliar desconectada.

Para el desmontaje de la batería del habitáculo del auto, primero se debe desmontar todos los elementos que contiene el vehículo en la parte posterior los cuales protegen a la batería dejando a la vista solo la batería híbrida.



Figura 21. Cajuela del vehículo.



Figura 22. Batería híbrida descubierta en el habitáculo.

Una vez descubierto el habitáculo y la batería híbrida visibles se procede a desconectar el jumper de la batería, el jumper viene a ser un seguro de corte de corriente de la batería para que no se presente un corto o una descarga cuando se la manipule.



Figura 23. Jumper conectado.



Figura 24. Jumper desconectado.

Con el jumper ya desconectado se procede a desmontar la batería del habitáculo desconectando todos los conectores de la batería al automóvil, luego se destornilla los pernos que unen la batería a la carrocería del auto para desmontar del habitáculo del auto.



Figura 25. Batería híbrida desmontada de la carrocería.

Con la batería ya desmontada se procede a destornillar los pernos del protector de las celdas, una vez quitado el protector se procede a retirar los sensores de temperatura y a su vez los conductos de ventilación de las celdas.



Figura 26. Batería híbrida sin el protector.



Figura 27. Conductos de ventilación de celdas.



Figura 28. Sensores de temperatura.

Luego se procede a destornillar las tuercas de los conectores laterales de las celdas para desconectar la corriente que se encuentra en serie y así poder desmontar el bloque de baterías y observar celda por celda su voltaje.



Figura 29. Conectores conectados en serie.

Para desmontar el bloque de baterías se necesita una prensa que ayude a sostener el bloque de celdas mientras se desatornilla los cuatro pernos que están atornillados a presión para despojar las celdas.



Figura 30. Desmontando bloque de celdas con la prensa.



Figura 31. Desmontaje del bloque celdas.

Después se procede a desmontar el ventilador que es el que suministra la refrigeración de la batería híbrida en el cual se procede a realizar una limpieza del ventilador y conductos por donde se refrigera la batería.



Figura 32. Disposición del ventilador en la carcasa de la batería.

3.3. CARACTERÍSTICAS DE LA BATERÍA HÍDRIDA PREVIO SU ANÁLISIS

Una batería de alta tensión llega a poseer un voltaje nominal de unos 201.6 V que es el caso del Toyota Prius que se está estudiando, este voltaje puede llegar hasta un 20 % más alta cuando el SOC de la batería llega a ser más alto.

La batería de un Toyota Prius contiene un paquete de 14 bloques de baterías que están conectadas en serie de las cuales están dispuestas de la siguiente manera:

- 28 celdas pequeñas de 7,2 V cada una.
- Cada una de estas celdas están conectadas en serie de dos en dos de las cuales se forma 14 paquetes de baterías de 14,4 V cada una.
- Y todos estos 14 paquetes están conectados en serie para que genere un total de 201,6 V nominales.

$$V \text{ nominal} = V \text{ celda} * 28$$

$$V \text{ nominal} = 7,2 \text{ V} * 28 = 201,6 \text{ V}$$

3.4. ANÁLISIS DE LAS CELDAS

El mayor inconveniente es la descarga de las celdas de las baterías híbridas, éstas son producidas por un mal consumo de corriente que hacen que en algunas ocasiones muestren en los packs. Estos consumos se dan cuando en los packs aumenta su resistencia interna, de tal forma que la potencia de disipación en estos packs aumenta notablemente.



Figura 33. Módulos o packs en mal estado.

Las causas para que su resistencia aumente, es una presencia de agentes contaminantes químicos en los conectores con las que se unen las celdas en serie.



Figura 34. Conectores en mal estado.

Se puede observar que los conectores que sufren presencia de óxido o agentes contaminantes tienen factor determinante para que la resistencia varíe, pueden ser sometidos a una buena limpieza mediante un lavado con bicarbonato y limón, de esta manera se levantará el óxido y después de esta limpieza los conectores que se encuentran conectados a las celdas estarán limpias sin óxido u otro agente contaminante que impida la buena circulación de la corriente a través de las celdas.



Figura 35. Conectores limpias.

La manera de diagnosticar una de estas fallas mediante la cual se verifica si una celda o un pack de las mismas están en mal estado o no está funcionando en su 100%, es midiendo la carga de cada celda para obtener un banco de resultados y previo a esto identificar cuales están en mal estado, y luego proceder a cargarlos o cambiarlos si se lo requiere.

Cuando se mide una celda, esta debe tener un voltaje de 8V cuando se encuentra totalmente cargada, si este voltaje está por debajo se recomienda descargar toda la celda y volverla a cargar en un conjunto de packs.



Figura 36. Medición de celda.

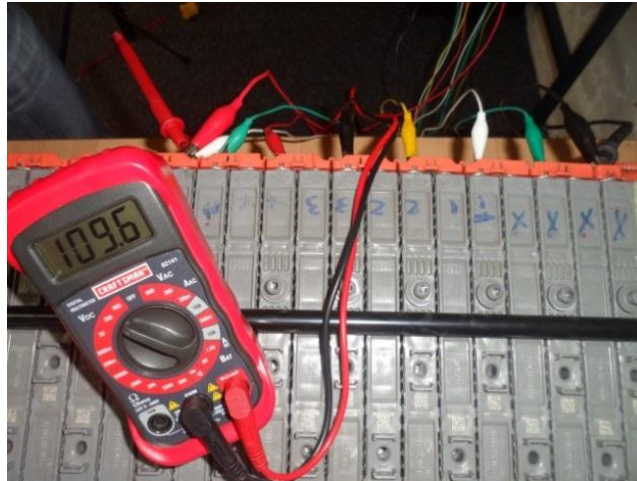


Figura 37. Medición de la mitad de pack de celdas.

Existen dos maneras para recargar las celdas. Se puede cargar uno por uno cada celda con una fuente fija de 8 V a 3 Amperios (esta manera tardaría más tiempo en recargar todas las celdas). La otra, es recargar un conjunto de celdas en dos bloques mitad y luego la otra mitad con la ayuda de un cargador de baterías.



Figura 38. Recarga de la mitad del bloque de celdas.

Con un cargador de baterías HV se puede realizar las pruebas de carga y descarga, enseguida se podrá observar que este cargador indica el voltaje y

amperaje que se utiliza para la carga o descarga, debido a que este tiene dos funciones las cuales son para poder cargar o descargar la batería híbrida.



Figura 39. Cargador de baterías del sistema híbrido.

Se realiza un proceso a la batería HV de carga y descarga, donde se realizará una limpieza interna de la batería, por el motivo que no se cargan ni descargan totalmente en su funcionamiento dejando dentro de cada celda residuos de calcio y obteniendo así un mal funcionamiento de cada una.

Por la clasificación de las celdas producidas por el funcionamiento se procede a realizar un mantenimiento preventivo de la batería HV utilizando así el cargador de baterías de alta tensión, donde se realiza la descarga total de la batería HV y luego cargarla nuevamente por completo durante un tiempo específico que se mostrara en la Tabla 7. Durante la carga y descarga es necesario estar pendiente de cómo reacciona el conjunto de celdas, ya que si llegarían a recalentarse, inmediatamente se deberá cancelar la operación para que las celdas no sufran daños, este proceso se realizará 3 veces para recuperar las celdas que estén en mal estado.

Tabla 7. Cálculos realizados para la batería HV del Toyota Prius.

Capacidad de la batería	Capacidad de carga	Tiempo de carga
6,5 Amp/hora	1 Amp/hora	6 horas 30 min.
6,5 Amp/hora	2 Amp/hora	3 horas 15 min.
6,5 Amp/hora	3 Amp/hora	2 horas

3.5. FUNCIONAMIENTO DE REFRIGERACIÓN



Figura 40. Compartición para el enfriamiento de la batería híbrida.

El Sistema de enfriamiento para la Batería HV del Toyota Prius contiene los siguientes componentes:

- Ventilador de enfriamiento
- Conducto de escape
- ECU Batería HV
- Sensores de temperatura en la batería
- Sensor de temperatura del aire de entrada
- Jumper de seguridad
- Interruptor de cable

El ventilador de enfriamiento capta el aire del interior de la cabina y lo transporta al interior de la batería HV cuyo aire circula desde la parte superior al interior ventilando cada módulo de la batería. De ahí este aire sale por el escape hacia el exterior del vehículo. (Prius T. , 2004)



Figura 41. Obstrucción del soplador de refrigeración de la batería HV.

Para el mantenimiento del soplador de sistema de refrigeración se deberá limpiar mediante un compresor de aire, esto para retirar todos los elementos que se encuentran obstruyendo el paso del aire del soplador, teniendo mucho cuidado al momento de sopletar el elemento sin dejar que se muevan las aspas ya que puede generar un daño al motor de giro del soplador.

Por este motivo es muy importante realizar un mantenimiento preventivo del sistema de refrigeración ya que como se muestra en la Figura 23 el soplador puede estar obstruido y no deja ingresar fácilmente el aire hacia la batería HV, permitiendo así a que se produzca un recalentamiento en el bloque de baterías.

La ECU de la batería supervisa al ventilador de enfriamiento, mediante las señales emitidas por los sensores de temperatura, controlando el nivel de calor. Para hacer tareas de mantenimiento a la batería se acciona el jumper o clavija para cortar la alta tensión dentro de la misma.

La ECU de la batería del Toyota Prius ayuda a que la temperatura de la batería durante las operaciones de carga y descarga se mantenga regulada, accionando el ventilador de refrigeración a un nivel determinado.

También la ECU de la batería regula el voltaje de la batería, como también bloquea la función de carga y descarga cuando detecta un mal funcionamiento por alto voltaje.



Figura 42. Componentes del módulo ECU de la Batería del Toyota Prius.

3.6. TEMPERATURAS NORMALES DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES

Mediante un scanner (G-SCAN TECH) se conecta con la computadora del vehículo Toyota Prius para así observar la temperatura de cada sensor en el pack de batería.

Tabla 8. Temperatura de cada sensor en el bloque de batería

SENSORES	TEMPERATURA
1	47.8 °C
2	53.5 °C
3	2.1 °C

3.7. TABLAS DE VOLTAJES DE LA BATERÍA HV

3.7.1. CONSIDERACIÓN DE CELDAS EN BUEN ESTADO

Se consideró que una celda se encuentre buena, mala, más o menos de acuerdo a los resultados que obtuvimos mediante la carga y descarga del conjunto de batería HV, y se realizó una comparación de los voltajes más bajos a los 40 min de operación del vehículo, ya que en este lapso se puede analizar cuáles son las celdas que sufren mayor desgaste internamente y su voltaje es menor a las que están en buen estado.

Tabla 9. Relación para cada pack de celdas

Relación para pack de celdas	
voltaje	observación
> 4 V	buena
< 4 V - 2 V >	más o menos
< 2 V	mala

En base a la tabla 9 se puede deducir si un pack de la batería híbrida está en buen, más o menos y mala mediante los voltajes obtenidos al descargar la batería HV.

Tabla 10. Relación para cada celda.

Relación para cada celda	
voltaje	observación
> 1 V	buena
< 1 V - 0,7 V >	más o menos
< 0,7 V	mala

En base a la tabla 10 se puede deducir si una celda de la batería híbrida está en buen, más o menos y mala mediante los voltajes obtenidos al descargar la batería HV, se realiza una comparación de voltajes de la tabla

para decidir en qué estado esta cada celda y ayudarnos así a comprobar en qué sector se encuentra el daño o desgaste de cada celda.

3.7.2. VALORES DE VOLTAJE DE DESCARGA DEL PACK DE LA BATERÍA HV

En la tabla 11 se indica los valores de descarga de cada pack de la batería híbrida del Toyota Prius recogiendo valores cada 10 minutos para comprobar su comportamiento.

Tabla 11. Valores de voltaje de descarga del pack de la batería.

	Tiempo	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	observaciones
Voltaje de cada pack de celdas	1	16,22	15,9	12,78	8,2	5,48	Buena
	2	16,19	15,78	12,45	8,36	4,78	Buena
	3	16,17	15,89	12,58	7,89	3,98	Más o menos
	4	16,15	15,92	12,82	8,21	5,98	Buena
	5	16,13	15,09	10,2	6,34	1,46	Mal
	6	16,12	15,12	10,38	5,97	0,69	Mal
	7	16,15	15,18	10,35	6,2	1,14	Mal
	8	16,22	15,07	9,95	5,2	0,78	Mal
	9	16,12	15,82	12,55	7,87	3,85	Más o menos
	10	16,17	15,95	12,85	8,78	5,58	Buena
	11	16,17	15,77	12,46	7,25	4,24	Buena
	12	16,27	15,84	12,67	8,33	5,79	Buena
	13	16,25	15,75	12,4	7,35	3,85	Más o menos
	14	15,83	15,72	12,38	7,14	3,2	Más o menos

3.7.3. VALORES DE VOLTAJE DE DESCARGA DE LAS CELDAS DE LA BATERÍA HV

En la Tabla 12 se indica la comparación de celdas de la batería híbrida del Toyota Prius antes de realizar el mantenimiento correctivo de la misma ya que presentaba código de falla en el vehículo.

Tabla 12. Valores de voltaje de descarga de las celdas de la batería HV

	Tiempo	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	observaciones
Voltaje de cada celda de la batería híbrida	1	7,5	6,4	4,7	2,56	1,2	Buena
	2	7,34	6,2	4,25	2,32	1,45	Buena
	3	7,32	6,11	3,67	2,43	1,23	Buena
	4	7,48	6,56	4,67	1,89	0,98	Más o menos
	5	7,22	6,6	4,56	2,43	1,12	Buena
	6	7,14	6,35	4,65	2,36	1	Buena
	7	7,05	6,28	4,32	1,86	0,95	Más o menos
	8	7,10	6,43	4,23	1,78	0,99	Más o menos
	9	7,32	6,23	4,12	1,98	0,98	Más o menos
	10	6,31	5,38	3,76	1,68	0,65	Mal
	11	6,5	5,21	3,5	0,78	0	Mal
	12	6,65	5,12	3,7	1,45	0,47	Mal
	13	6,78	5,18	3,1	0,23	0	Mal
	14	6,84	5,23	3,9	1,11	0,14	Mal
	15	6,34	5,12	3,65	1,12	0,23	Mal
	16	6,53	5,21	3,45	1,16	0,12	Mal
	17	6,78	5,32	3,23	1,26	0,3	Mal
	18	6,23	5,43	3,43	1,32	0,89	Más o menos
	19	7,12	6,54	4,12	2,68	0,86	Más o menos
	20	7,03	6,42	4,21	1,79	0,81	Más o menos
	21	7,32	6,34	4,35	1,65	0,95	Más o menos
	22	7,35	6,21	4,46	2,42	1	Buena
	23	7,56	6,12	4,78	2,56	1,12	Buena
	24	7,28	6,7	4,12	2,35	1,23	Buena
	25	7,23	5,26	3,43	1,92	0,98	Más o menos
	26	7,13	5,3	3,75	2,69	1,58	Buena
	27	7,86	5,39	4,28	2,85	1,69	Buena
	28	7,96	5,59	4,23	2,73	1,56	Buena

Se analiza el tiempo de descarga de cada celda con intervalos de 10 minutos transcurridos en un lapso de 40 minutos para comparar su eficacia y rendimiento al momento de su funcionamiento y verificar las celdas buenas y malas.

3.7.4. GRÁFICOS ESTADÍSTICOS DE COMPARACIÓN DE VOLTAJES

En la figura 43 se puede observar un gráfico estadístico de la comparación de voltajes que se obtuvieron en relación de tiempo/voltaje de cada celda que contiene la batería híbrida del Toyota Prius.

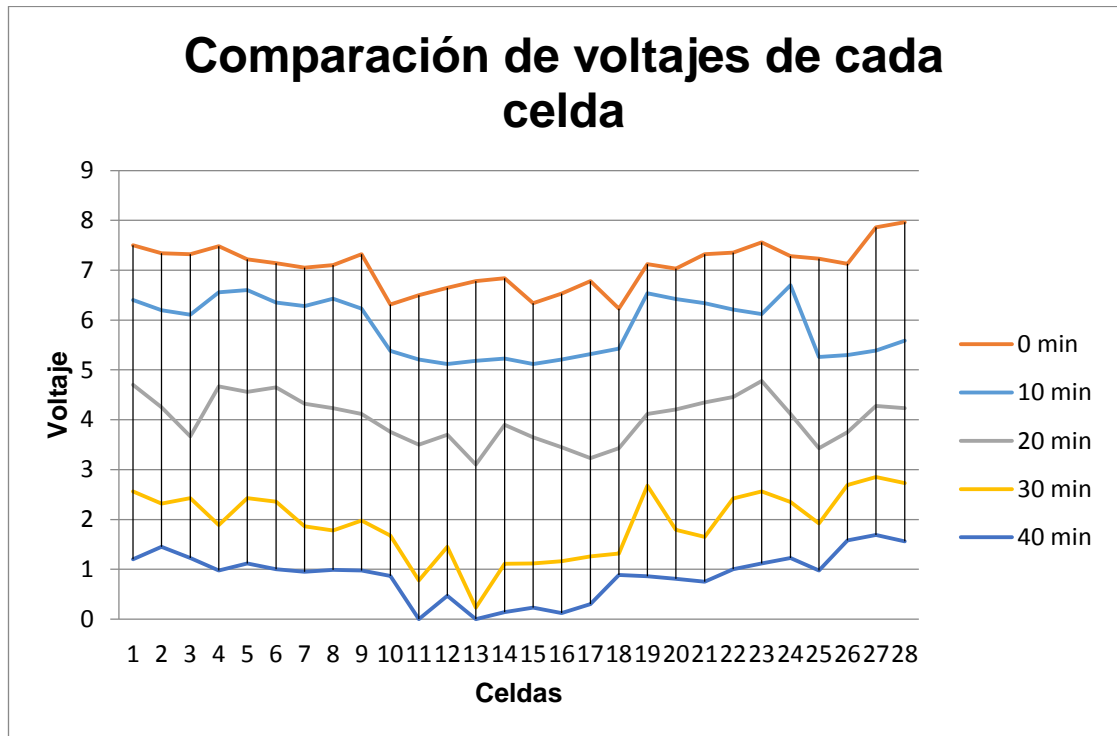


Figura 43. Comparación de voltajes de cada celda.

En la siguiente figura 44 se observa un gráfico estadístico la comparación de voltajes que se obtiene en relación de tiempo/voltaje de cada celda que contiene la batería híbrida del Toyota Prius realizado el mantenimiento correctivo.

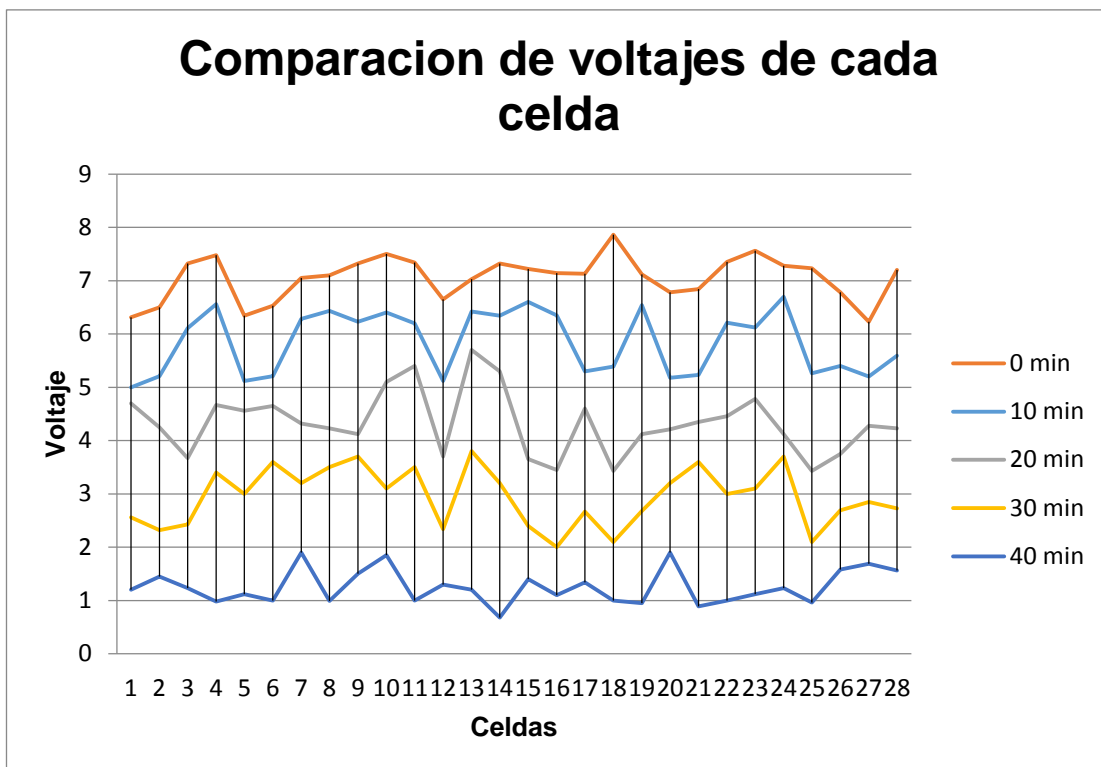


Figura 44. Comparación de voltajes de cada celda realizada el mantenimiento correctivo.

3.7.5. VOLTAJE DE DESCARGA DE CADA CELDA DE LA BATERÍA HV REALIZADO EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

En la tabla 13 se comparan las celdas de la batería híbrida del Toyota Prius realizado el mantenimiento correctivo para mejorar su funcionamiento y alargar su vida útil en el vehículo sin que muestre un código de falla.

En el mantenimiento correctivo se realizó la sustitución de las celdas que estaban en mal estado por otras que se encontraban en mejor rendimiento y que la batería pueda funcionar sin problema y no genere código de falla, previo a esto también se realiza la cargar y descargar de la batería HV para limpiar internamente cada celda y reanimar sus compuestos y alargar la vida útil de cada celda y a su vez de la batería HV en general.

En la siguiente tabla 13 se analiza el voltaje de descarga de cada celda cada 10 minutos transcurridos en un lapso de 40 minutos para comparar su eficacia y rendimiento al momento de su funcionamiento y se verifican las celdas buenas y malas realizando el mantenimiento correctivo.

Tabla 13. Voltaje de descarga de cada celda de la batería HV realizado el mantenimiento correctivo.

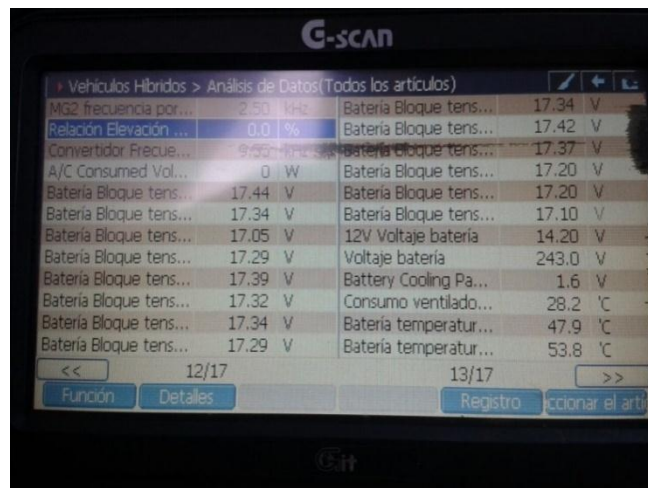
	Tiempo	0 min	10 min	20 min	30 min	40 min	observaciones
Voltaje de cada celda de la batería híbrida	1	6,31	5	4,7	2,56	1,2	Buena
	2	6,5	5,21	4,25	2,32	1,45	Buena
	3	7,32	6,11	3,67	2,43	1,23	Buena
	4	7,48	6,56	4,67	3,4	0,98	Más o menos
	5	6,34	5,12	4,56	3	1,12	Buena
	6	6,53	5,21	4,65	3,6	1	Más o menos
	7	7,05	6,28	4,32	3,2	1,9	Buena
	8	7,1	6,43	4,23	3,5	0,99	Más o menos
	9	7,32	6,23	4,12	3,7	1,5	Buena
	10	7,5	6,4	5,1	3,1	1,85	Buena
	11	7,34	6,2	5,4	3,5	1	Más o menos
	12	6,65	5,12	3,7	2,34	1,3	Buena
	13	7,03	6,42	5,7	3,8	1,2	Buena
	14	7,32	6,34	5,3	3,2	0,68	Mal
	15	7,22	6,6	3,65	2,4	1,4	Buena
	16	7,14	6,35	3,45	2	1,1	Buena
	17	7,13	5,3	4,6	2,67	1,34	Buena
	18	7,86	5,39	3,43	2,1	1	Más o menos
	19	7,12	6,54	4,12	2,68	0,95	Más o menos
	20	6,78	5,18	4,21	3,2	1,9	Buena
	21	6,84	5,23	4,35	3,6	0,89	Más o menos
	22	7,35	6,21	4,46	3	1	Más o menos
	23	7,56	6,12	4,78	3,1	1,12	Buena
	24	7,28	6,7	4,12	3,7	1,23	Buena
	25	7,23	5,26	3,43	2,1	0,96	Más o menos
	26	6,78	5,4	3,75	2,69	1,58	Buena
	27	6,23	5,2	4,28	2,85	1,69	Buena
	28	7,2	5,59	4,23	2,73	1,56	Buena

3.8. IMÁGANES DEL SCANNER DE LA BATERÍA HÍBRIDA

Para revisar el flujo de datos de la batería híbrida del scanner se procede a colocar en contacto al vehículo y se conecta el scanner (G-SCAN TECH) con el conector OBD-II en los pines del vehículo.

3.8.1. VOLTAJES DE LA BATERÍA EN SU CARGA MÁXIMA

Flujo de datos de la batería híbrida completamente cargada en la cual se observa la tensión de cada pack de batería en su completo cargado en la cual se puede observar que el mayor voltaje es de 17,44 V variando así por decimas los valores de cada pack de la batería que no bajan de 17 V y que la temperatura del bloque de batería mayor es de 53,8 °C.



Vehículos Híbridos > Análisis de Datos (Todos los artículos)					
MG2 frecuencia por...	2.53	Hz	Batería Bloque tens...	17.34	V
Relación Elevación ...	0.0	%	Batería Bloque tens...	17.42	V
Convertidor Frecue...	9.00	Hz	Batería Bloque tens...	17.37	V
A/C Consumed Vol...	0	W	Batería Bloque tens...	17.20	V
Batería Bloque tens...	17.44	V	Batería Bloque tens...	17.20	V
Batería Bloque tens...	17.34	V	Batería Bloque tens...	17.10	V
Batería Bloque tens...	17.05	V	12V Voltaje batería	14.20	V
Batería Bloque tens...	17.29	V	Voltaje batería	243.0	V
Batería Bloque tens...	17.39	V	Battery Cooling Pa...	1.6	V
Batería Bloque tens...	17.32	V	Consumo ventilado...	28.2	°C
Batería Bloque tens...	17.34	V	Batería temperatur...	47.9	°C
Batería Bloque tens...	17.29	V	Batería temperatur...	53.8	°C

Figura 45. Scanner flujo de datos de la batería híbrida completamente cargada.

Flujo de datos de la batería híbrida después de 10 minutos de operación del vehículo se observa que la tensión de cada pack de batería disminuye durante el consumo del vehículo, se observa que 16,34 V es la mayor tensión y 15,75 V es la menor tensión de todo el conjunto pack de la batería híbrida, su temperatura es de 53,2 °C varía con respecto a la anterior.

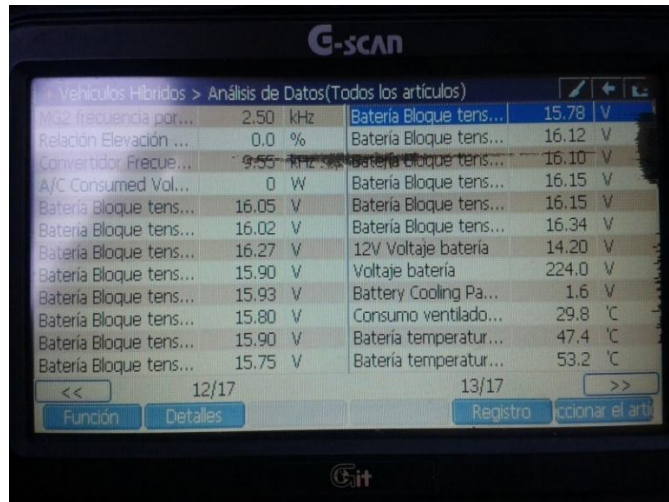


Figura 46. Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 10 minutos.

Flujo de datos de la batería híbrida después de 20 minutos de operación del vehículo muestra que la tensión de cada pack de batería disminuye por el consumo del vehículo, se observa que 15,83 V es la mayor tensión y 14,61 V es la menor tensión de todo el conjunto pack de la batería híbrida, su temperatura es de 53,6 °C varía con respecto a la anterior.

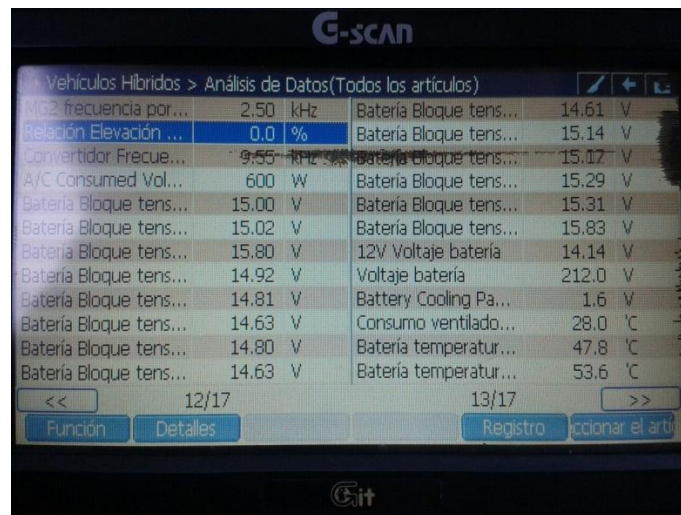


Figura 47. Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 20 minutos.

Flujo de datos de la batería híbrida después de 30 minutos de operación del vehículo se observa que la tensión de cada pack de batería disminuye por el

consumo del vehículo, se observa que 15,68 V es la mayor tensión y 14,19 V es la menor tensión de todo el conjunto pack de la batería híbrida, su temperatura es de 53,5 °C varía con respecto a la anterior.

Vehículos Híbridos > Análisis de Datos(Todos los artículos)			
Relación Elevación ...	43.5 %	Batería Bloque tens...	14.24 V
Convertidor Frecue...	9.55 kHz	Batería Bloque tens...	14.85 V
A/C Consumed Vol...	600 W	Batería Bloque tens...	14.90 V
Batería Bloque tens...	14.68 V	Batería Bloque tens...	15.17 V
Batería Bloque tens...	14.73 V	Batería Bloque tens...	15.22 V
Batería Bloque tens...	15.56 V	Batería Bloque tens...	15.68 V
Batería Bloque tens...	14.58 V	12V Voltaje batería	14.14 V
Batería Bloque tens...	14.51 V	Voltaje batería	204.0 V
Batería Bloque tens...	14.29 V	Battery Cooling Pa...	1.6 V
Batería Bloque tens...	14.46 V	Consumo ventilado...	28.0 °C
Batería Bloque tens...	14.19 V	Batería temperatur...	47.9 °C
		Batería temperatur...	53.5 °C

Figura 48. Scanner flujo de datos de la batería híbrida después de 30 minutos.

3.8.2. TEMPERATURAS DE LA BATERÍA HV

Flujo de datos del scanner de la batería híbrida en la cual se aprecia la temperatura 53.5 °C del bloque de batería y se observa que en la mitad del bloque de baterías es donde mayor concentración de temperatura se obtiene.

Vehículos Híbridos > Análisis de Datos(Todos los artículos)			
Batería Bloque tens...	15.41 V	Batería temperatur...	47.1 °C
Batería Bloque tens...	15.80 V	Actual batería	-20.01 A
Batería Bloque tens...	15.60 V	Actual status of B...	36.0 %
Batería Bloque tens...	15.95 V	Batter Cooling Pan ...	ON
Batería Bloque tens...	16.00 V	Bloquear batería vo...	15.36 V
Batería Bloque tens...	16.39 V	Battery Block No. ...	8
12V Voltaje batería	14.16 V	Bloquear batería T...	16.37 V
Voltaje batería	219.0 V	Battery Block No. ...	13
Battery Cooling Pa...	1.6 V	Número batería	14 Pcs
Consumo ventilado...	28.0 °C	BBajo tiempos acu...	0 Times
Batería temperatur...	47.8 °C	DCH tiempos acu...	0 Times
Batería temperatur...	53.5 °C	BHI acumulada veces	0 Times

Figura 49. Scanner flujo de datos de la temperatura del bloque de batería.

3.8.3. RESISTENCIAS DE LA BATERÍA HV

Con el flujo de datos del scanner se observa que la resistencia en el pack de la batería híbrida no varía sino que se mantiene constante es decir que la resistencia interna es de 0,019 ohm para todo el pack de la batería híbrida.

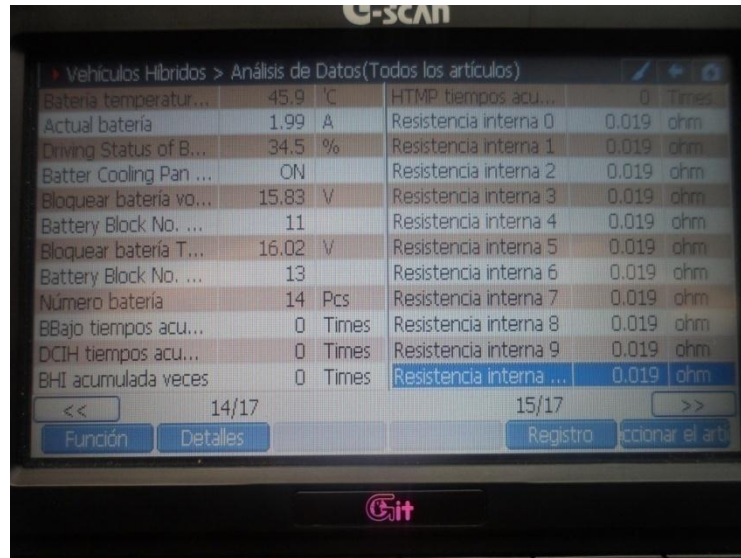


Figura 50. Flujo de datos de las resistencias internas de la batería híbrida.

3.8.4. VOLTAJES EN ACELERACIÓN A FONDO

Flujo de datos de la batería híbrida con una aceleración a fondo, se muestra que los voltajes pueden llegar a decaer hasta los 12 V el pack de celdas ya que le estamos forzando al vehículo sin dejar cargar nuevamente el conjunto de batería y provocando así la descarga de la batería HV.

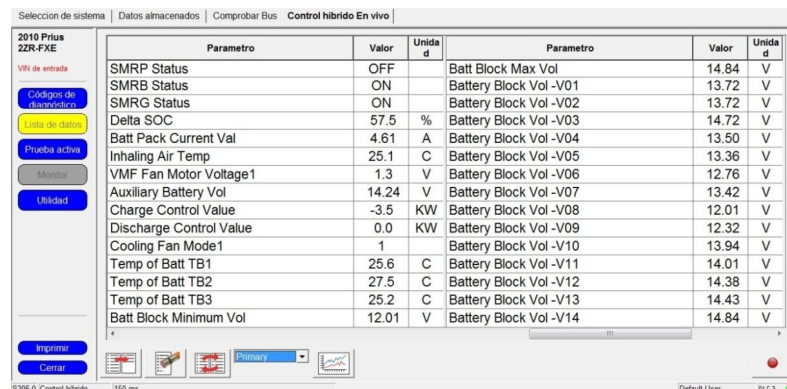


Figura 51. Voltaje del pack de celdas con aceleración a fondo.

3.8.5. VOLTAJES A PLENA CARGA DE LA BATERÍA HV

Una vez cargada la batería híbrida completamente los voltajes de cada pack de celdas alcanzan los 19 V cuando las celdas se encuentran en perfectas condiciones. Este dato se obtiene por el scanner al momento que la batería híbrida se cargó completamente.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
SMRP Status	OFF		Batt Block Max Vol	18.71	V
SMRB Status	ON		Battery Block Vol -V01	19.14	V
SMRG Status	ON		Battery Block Vol -V02	19.12	V
Delta SOC	0.0	%	Battery Block Vol -V03	18.58	V
Batt Pack Current Val	-75.54	A	Battery Block Vol -V04	18.87	V
Inhaling Air Temp	26.4	C	Battery Block Vol -V05	19.03	V
VMF Fan Motor Voltage1	0.0	V	Battery Block Vol -V06	18.87	V
Auxiliary Battery Vol	14.24	V	Battery Block Vol -V07	19.04	V
Charge Control Value	-25.0	KW	Battery Block Vol -V08	19.09	V
Discharge Control Value	0.0	KW	Battery Block Vol -V09	19.09	V
Cooling Fan Mode1	0		Battery Block Vol -V10	19.17	V
Temp of Batt TB1	26.7	C	Battery Block Vol -V11	19.09	V
Temp of Batt TB2	29.3	C	Battery Block Vol -V12	18.85	V
Temp of Batt TB3	25.8	C	Battery Block Vol -V13	18.95	V
Batt Block Minimum Vol	18.07	V	Battery Block Vol -V14	18.77	V

Figura 52. Voltaje del pack de baterías con carga normal del vehículo.

3.8.6. SIMULACIÓN DE FALLAS PARA LA GENERACIÓN DE CÓDIGOS

3.8.6.1 Código de falla del sensor de temperatura

Al observar el comportamiento de los sensores de temperatura, se provoca que la temperatura aumente exageradamente para generar un código de falla en el vehículo, introduciendo un flujo de calor por medio de una secadora de cabello convencional a su máxima velocidad y temperatura a las celdas de la batería HV hasta que la temperatura llegue a provocar el

código de falla en el vehículo, obteniendo así una temperatura de 68,3 °C para que el vehículo genere un código de falla.

Selección de sistema | Datos almacenados | Control híbrido En vivo

2010 Prius
2ZR-FXE

VIN de entrada

Códigos de diagnóstico
Lista de datos
Prueba activa
Monitor
Utilidad

Imprimir
Cerrar

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
SMRP Status	OFF		Batt Block Max Vol	16.16	V
SMRB Status	OFF		Battery Block Vol -V01	15.89	V
SMRG Status	OFF		Battery Block Vol -V02	15.89	V
Delta SOC	0.0	%	Battery Block Vol -V03	16.09	V
Batt Pack Current Val	0.02	A	Battery Block Vol -V04	15.79	V
Inhaling Air Temp	36.3	C	Battery Block Vol -V05	15.84	V
VMF Fan Motor Voltage1	4.2	V	Battery Block Vol -V06	15.70	V
Auxiliary Battery Vol	14.06	V	Battery Block Vol -V07	15.79	V
Charge Control Value	0.0	KW	Battery Block Vol -V08	15.67	V
Discharge Control Value	0.0	KW	Battery Block Vol -V09	15.70	V
Cooling Fan Mode1	6		Battery Block Vol -V10	15.96	V
Temp of Batt TB1	68.3	C	Battery Block Vol -V11	15.94	V
Temp of Batt TB2	49.0	C	Battery Block Vol -V12	15.94	V
Temp of Batt TB3	42.4	C	Battery Block Vol -V13	16.01	V
Batt Block Minimum Vol	15.65	V	Battery Block Vol -V14	16.16	V

S306-0 Control híbrido | 179 ms | Primary | Default User | PLC 3

Figura 53. Temperatura del sensor de la batería híbrida.

Una vez generado un código de falla, este indica en que sector de la batería híbrida es donde se aumentó bruscamente la temperatura, en este caso donde se generó que aumente la temperatura es en la posición del sensor "A" como indica el código de falla.

Selección de sistema | Datos almacenados | Control híbrido En vivo

2010 Prius
2ZR-FXE

VIN de entrada

Códigos de diagnóstico
Lista de datos
Prueba activa
Monitor
Utilidad

Imprimir
Cerrar

Código de

Código	Descripción	Actual	Pend.	Historia	Permanente	Resumen
P3065	Posición/rendimiento del sensor de la temperatura de batería híbrida bloqueado en la posición "A"	X	X	X		

S305-0 Control híbrido | 3276 ms | Default User | PLC 3

Figura 54. Código de falla de sensor de temperatura de la batería híbrida.

3.8.6.2. Descarga rápida (total) de la batería HV

Se provoca que la batería se descargue más de lo normal, y se observa que para emitir un código de falla el par de celda llega a un mínimo de 12 voltios. Con la finalidad de obtener estos resultados se procede activar todos los instrumentos del vehículo como son: calefacción (A/C), luces, radio que generen la descargar de la batería híbrida esto se logra dejando el vehículo encendido y en neutro sin dejar que el vehículo pueda llegar a cargar la batería híbrida.

Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
SMRP Status	OFF		Batt Block Max Vol	14.84	V
SMRB Status	ON		Battery Block Vol -V01	13.72	V
SMRG Status	ON		Battery Block Vol -V02	13.72	V
Delta SOC	57.5	%	Battery Block Vol -V03	14.72	V
Batt Pack Current Val	4.61	A	Battery Block Vol -V04	13.50	V
Inhaling Air Temp	25.1	C	Battery Block Vol -V05	13.36	V
VMF Fan Motor Voltage1	1.3	V	Battery Block Vol -V06	12.76	V
Auxiliary Battery Vol	14.24	V	Battery Block Vol -V07	13.42	V
Charge Control Value	-3.5	KW	Battery Block Vol -V08	12.01	V
Discharge Control Value	0.0	KW	Battery Block Vol -V09	12.32	V
Cooling Fan Mode1	1		Battery Block Vol -V10	13.94	V
Temp of Batt TB1	25.6	C	Battery Block Vol -V11	14.01	V
Temp of Batt TB2	27.5	C	Battery Block Vol -V12	14.38	V
Temp of Batt TB3	25.2	C	Battery Block Vol -V13	14.43	V
Batt Block Minimum Vol	12.01	V	Battery Block Vol -V14	14.84	V

Figura 55. Batería a la máxima descarga.

Los códigos indicados al realizar la descarga de la batería para generar el código los podemos observar en la imagen siguiente los cuales son:

- P0A7F
- P0A80
- P3000

Selección de sistema Datos almacenados Control híbrido En vivo						
2010 Prius ZZR-FXE						
VIN de entrada						
Códigos de falla						
Código	Descripción	Actual	Pend.	Historia	Permanente	Resumen
P0A7F	Deterioro del paquete de la batería híbrida		X			
P0A80	Sustituya el paquete de la batería híbrida		X			
P3000	Sistema de control de la batería	X		X		

Figura 56. Código de falla por el bajo voltaje de cada pack de batería.

3.9. CÓDIGOS DE FALLA DE LA BATERÍA HÍBRIDA

Los códigos estudiados a continuación y que se generó en la batería híbrida son los más frecuentes que se puede presentar en el vehículo si la batería llega a desgastarse o sufrir daños internamente dentro de las celdas o a su vez también los elementos que componen la batería HV, los cuales son los siguientes:

3.9.1 DTC – P0A7F: DETERIORO DEL CONJUNTO DE BATERÍA

CONDICIONES:

- La resistencia interna de la batería HV es más alta que el valor estándar (detección de 1 ciclo)
- La diferencia de capacidad entre los bloques de la batería es mayor que los valores estándar (detección de 2 ciclos)

UBICACIÓN:

- Unidad inteligente de la batería
- Conjunto de la batería HV

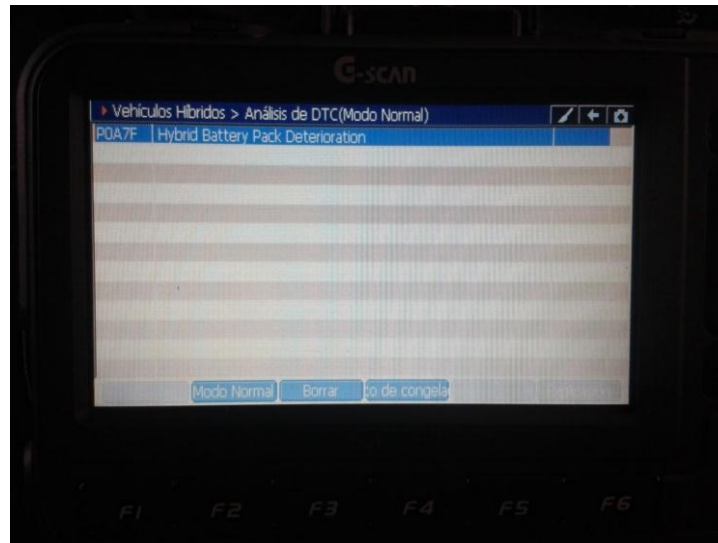


Figura 57. Código de falla P0A7F.

Con la ayuda del Scaneer G-scan se diagnosticó el vehículo el cual presentó el código de falla DTC - P0A7F, esto indica que una o varias celdas de la batería HV del Toyota Prius se encuentran defectuosas ya que en su funcionamiento estas llegan a cargarse y descargarse de una manera rápida, teniendo una gran diferencia con las celdas que están en correcto funcionamiento. Para no dañar otros componentes del sistema híbrido, la unidad inteligente de la batería HV entra en modo de fallos el cual el vehículo puede encender, pero en este caso el motor a combustión tendrá que llegar a trabajar para que la batería HV no realice un sobre esfuerzo de las celdas que están en mal estado, se obtuvo así un mayor consumo de combustible y emisiones de gases.

3.9.2. PROCEDIMIENTO DE CORRECCIÓN DEL CÓDIGO DTC - P0A7F (DETERIORO DEL CONJUNTO DE BATERÍAS)

Para proceder con la corrección del DTC mencionado, con el Scaneer (G-scan) se conecta al vehículo puesto en marcha para verificar el flujo de datos que se obtiene en el funcionamiento, enfocándonos específicamente en los

voltajes de la batería HV, donde se determinó así, si el problema se encuentra en el conjunto del paquete de baterías HV o en la Unidad inteligente de la batería HV, dado esto se efectúa una prueba para verificar como actúa los voltajes poniendo el vehículo en marcha, palanca en posición D “Drive” en una superficie plana y se acelera a fondo con el pie derecho, a su vez frenando con el pie izquierdo al mismo tiempo para que el vehículo no tenga tracción.

Se observa los datos de voltajes obtenidos en la tabla 12.

Tabla 14. Voltajes de la batería HV en prueba activa.

Voltajes obtenidos	valor de celdas	resta entre voltajes	valor específico
V1 - V2	18,84 - 18,96	0,12	< 0,30
V3 - V4	19,1 - 19,9	0,8	< 0,30
V5 - V6	19,13 - 19,10	0,03	< 0,30
V7 - V8	19,80 - 19,68	0,12	< 0,30
V9 - V10	18,85 - 18,75	0,1	< 0,30
V11 - V12	19,05 - 19,02	0,03	< 0,30
V13 - V14	18,9 - 18,98	0,08	< 0,30

3.9.3. DTC-P0A84: VENTILADOR DE REFRIGERACIÓN DEL CONJUNTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS

CONDICIONES:

- Cuando la tensión de salida del conjunto del soplador de refrigeración de la batería (VM) es demasiado baja en relación con la tensión de control de destino (detección de 1 ciclo)

UBICACIÓN:

- Unidad inteligente de la batería
- ECU de gestión de la alimentación
- Relé de integración

- Mazo de cables o conector
- Conjunto del soplador de refrigeración de la batería

Este código puede darse por una obstrucción en el soplador del sistema de refrigeración producido por pelusas o suciedad que se encuentre dentro, también puede producirse por un cortocircuito de los cables, para que las baterías no sufran un recalentamiento el vehículo no deberá prenderse hasta solucionar el daño.

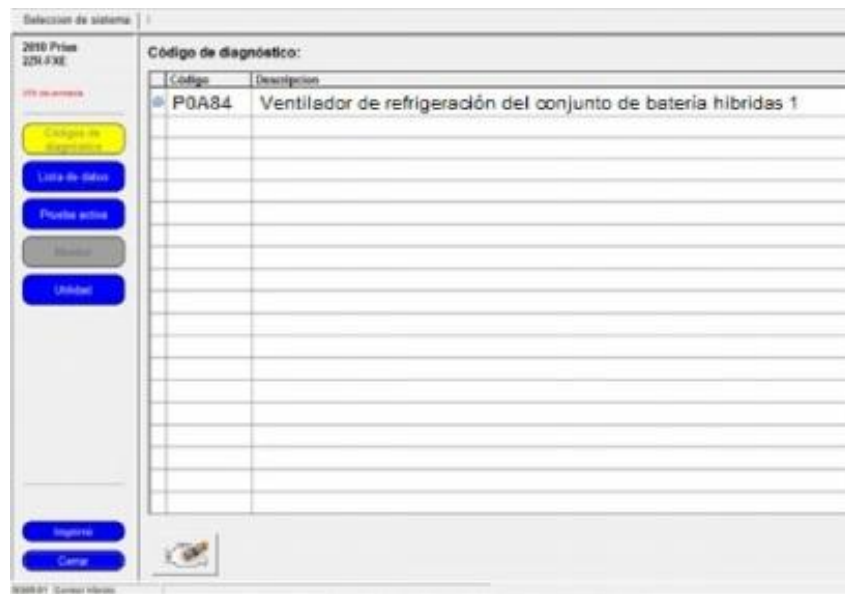


Figura 58. Código de falla P0A84 Teschtream.

3.9.4. PROCEDIMIENTO DE CORRECCIÓN DEL CÓDIGO DTC - P0A84: VENTILADOR DE REFRIGERACIÓN DEL CONJUNTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS

Se debe revisar el sistema de refrigeración, principalmente el conjunto del soplador ya que este puede estar obstruido con elementos que se adhieren a las aspas como pueden ser las pelusas que ingresan o basuras acumuladas, una vez identificado este daño se procede a realizar una limpieza de este elemento, se tendrá que revisar si está correctamente conectado, revisando que la resistencia del soplador que se encuentre

normal y que el socket de conexión no este deteriorado. Si se encuentra algún desperfecto en estos elementos se procede a reemplazarlos.

Tabla 15. Resistencia del soplador de refrigeración de la batería HV

Valor Obtenido	Valor Especificado	Estado del soplador de refrigeración
10 K Ω o mas	16,78 K Ω	Normal

3.9.5. DTC-P0ADC: CIRCUITO ALTO EN EL SISTEMA DE CONTROL DEL CONTACTO POSITIVO DE LA BATERÍA HÍBRIDA

CONDICIONES:

- Circuito abierto o cortocircuito a B+ en el circuito SMRB

UBICACIÓN:

- ECU de gestión de la alimentación
- Mazo de cables o conector
- Bloque de empalmes de la batería hibrida

Se realiza una inspección visual de los cables y conexiones de la ECU de gestión de alimentación verificando que se encuentren en buen estado y sockets, ya que si se encuentra algún desperfecto tendrá que ser reemplazado inmediatamente.

3.9.6. DTC-U029A: PÉRDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL MÓDULO DEL SENSOR DEL CONJUNTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS

CONDICIONES:

- Problema de comunicación en serie entre la unidad inteligente de la batería y la ECU de control de gestión de la alimentación (detección de 1 ciclo).

UBICACIÓN:

- Unidad inteligente de la batería.
- ECU de gestión de la alimentación.
- Mazo de cables o conector.

Se realiza una verificación de la unidad inteligente para comprobar si los cables están bien conectados o no tengan algún desperfecto ya que no enviara la señal correspondiente.

3.9.7. DTC P0A0D: CIRCUITO ALTO DE INTERBLOQUEO DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

Este código está interpretando que en el circuito de seguridad esta desconectado o tiene algún problema en su conexión en el circuito de alto voltaje, este puede ser en el sistema del inversor o en la batería HV, la Unidad Inteligente del sistema híbrido (ECU HV) dando una señal que desconecte el relé principal del sistema para que no permita encender el vehículo.

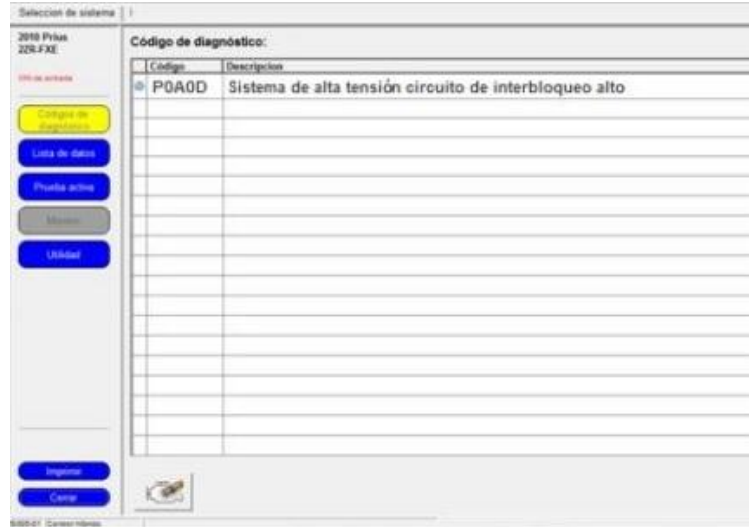


Figura 59. Código de falla P0A0D Teschtream.

3.9.8. PROCEDIMIENTO DE CORRECCIÓN DEL CÓDIGO DTC - P0A0D: CIRCUITO ALTO DE INTERBLOQUEO DEL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

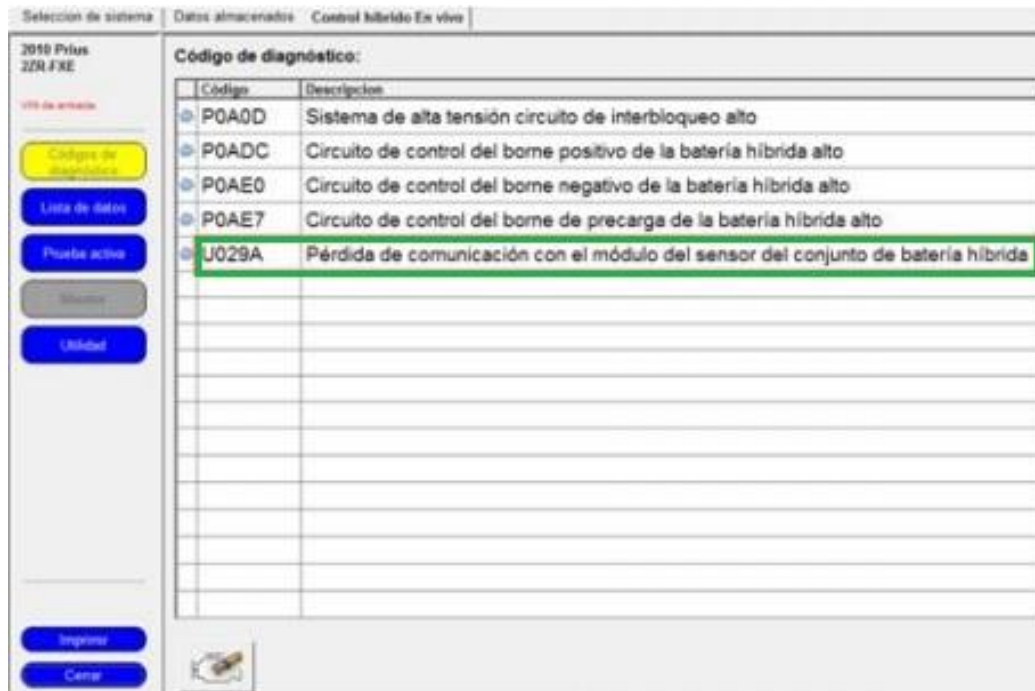
Para la corrección de este código en primera instancia se puede observar que la toma de servicio este bien conectado. El Jumper de seguridad debe estar correctamente enganchado de lo contrario genera el código de falla, también sus contactos pueden estar obstruidos con pelusas o algún tipo de sedimentos, y si el problema es el mal estado del Jumper se deberá sustituirlo.



Figura 60. Jumper de seguridad limpiado.

3.9.9. DTC-U029A: PÉRDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL MÓDULO DEL SENSOR DEL CONJUNTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS

Este código se genera cuando la Unidad Inteligente de la batería HV ECU Batería HV, no tiene comunicación con la ECU HV ya sea por una mala conexión o daño en los conectores, inmediatamente se genera un código y el vehículo no encenderá.



The screenshot shows a diagnostic tool interface for a 2010 Prius 2ZR-FXE. The main window displays a table of diagnostic codes under the heading 'Código de diagnóstico:'. The table has two columns: 'Código' and 'Descripción'. The code U029A is highlighted with a green border, indicating it is the active or selected code.

Código	Descripción
P0A0D	Sistema de alta tensión circuito de interbloqueo alto
P0ADC	Circuito de control del borne positivo de la batería híbrida alto
P0AE0	Circuito de control del borne negativo de la batería híbrida alto
P0AE7	Circuito de control del borne de precarga de la batería híbrida alto
U029A	Pérdida de comunicación con el módulo del sensor del conjunto de batería híbrida

Figura 61. Código de falla U029A Techstream.



Figura 62. Unidad Inteligente de la Batería HV.

3.9.10. PROCEDIMIENTO DEL DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DEL DTC-U029A: PÉRDIDA DE COMUNICACIÓN CON EL MÓDULO DEL SENSOR DEL CONJUNTO DE BATERÍAS HÍBRIDAS

Se deberá realizar una inspección general de las conexiones de la batería, los cables que estén conectados correctamente, los sockets que se encuentren en buen estado y conectados correctamente a la Unidad Inteligente de la batería HV y la Unidad de gestión de alimentación híbrida y si se encuentra alguna anomalía en las conexiones estas deberán ser reemplazadas para el mejor funcionamiento del vehículo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE CADA TABLA REALIZADA

4.1.1. ANÁLISIS DE DESCARGA DEL PACK DE LA BATERÍA

En la tabla 11 se compara los resultados de cada pack que está comprendida por dos celdas. Cada pack tiene un total de 14 packs, donde mediante un halógeno de 150 watts se realiza la descarga de cada pack por un tiempo de 40 minutos, recogiendo valores de descarga en un lapso 10 minutos y los resultados obtenidos en la tabla demostraron que los packs que se encuentran en la mitad son los que más rápido se descargan y por ende es donde menor rendimiento se obtiene de la batería, así mismo en los extremos de la batería es donde mejor se mantiene obteniendo un mejor rendimiento, Así se muestra un resultado de 4 packs en mal estado, 4 packs en buen estado y 6 packs en un porcentaje aceptable.

4.1.2. ANÁLISIS DE SENSORES DE TEMPERATURA EN EL BLOQUE DE BATERÍA

En la tabla 8 se indica que la temperatura de cada sensor varía, es decir que no todo el bloque de batería tiene una temperatura constante. Cada pack tiene una temperatura diferente por ende los sensores miden esta variación y mantiene su refrigeración para que no sufra un recalentamiento en el bloque de batería, estos sensores emiten una señal a la computadora para que active el ventilador y así inmediatamente ingrese aire para enfriar en bloque y no se recaliente.

En la tabla 8 se observa que la mayor temperatura es la que se encuentra al extremo más alejado de la computadora y relays, en el centro encontramos

la temperatura media y en el otro extremo la menor temperatura, por esta razón los packs sufren un recalentamiento.

4.1.3. ANÁLISIS DE DESCARGA DE CADA CELDA.

La tabla 12 muestra una comparación de los resultados obtenidos en la descarga de cada celda que se realizó mediante un halógeno de 150 watts de potencia en un lapso de 40 minutos, recogiendo así los voltajes durante 10 minutos para analizar los resultados que arrojó la tabla. Cabe recalcar que se tomó las 28 celdas, dados los resultados de la tabla se obtiene la conclusión que las celdas del centro de la batería son las que menor rendimiento dan, es decir están en un mal estado mientras que las celdas de los extremos están en buen estado y en un porcentaje aceptable de su rendimiento por ende se obtendrá un buen funcionamiento de la batería.

4.1.4. ANÁLISIS DE LAS CELDAS DE LA BATERÍA

En base a los resultados obtenidos en la tabla 11 y 12 se concluye que las celdas y los packs que más sufren un excesivo desgaste en su periodo de vida útil, son las celdas ubicadas en la mitad del bloque de batería. Se obtiene esta conclusión mediante los resultados de la tabla 9 cuyos indicadores de temperatura obtenidos por medio de los sensores demuestran que se encuentran con la temperatura elevada en la mitad del bloque, provocando así su recalentamiento y escaso sistema de refrigeración. Estos daños acortan la vida útil que posee cada celda del bloque de batería

4.1.5. CARGA Y DESCARGA DEL BLOQUE DE BATERÍAS

Se realizó una carga y descarga del bloque de baterías para darle un previo mantenimiento a la batería híbrida y así poder mejorar el rendimiento de la misma, se consiguió que las baterías que se encuentran en mal estado puedan recobrar su funcionamiento normal, se realizó dos cargas y dos descargas luego de haber analizado las celdas que se encontraron en buen y mal estado. Se distribuyó el primer pack en mal estado y se colocaron a los extremos del bloque de batería. En el centro se colocó las celdas en buen estado de esta manera las que están en mal estado recobrarán su funcionamiento en los extremos donde no se presenta la mayor temperatura y un recalentamiento excesivo, dándole este mantenimiento se presentó una mejora de la batería en el vehículo dejando de presentar el código de falla en mejorando su rendimiento en su funcionamiento.

4.1.6. ANÁLISIS DEL CONJUNTO DE BATERÍAS REALIZADO EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Mediante el mantenimiento correctivo del bloque de baterías se observó claramente que se pudo realizar una limpieza individual interna de cada celda por el proceso de carga y descarga en donde se obtuvo un mejor funcionamiento y reanimación de cada celda para que llegue a funcionar mejor el bloque de baterías logrando aumentar la vida útil de cada celda y corrigiendo el código de falla DTC-P0A7F que se presentaba en el vehículo.

4.1.7. CÓDIGO DE FALLA DE TEMPERATURA DE LA BATERÍA

Acelerando la temperatura en el sensor de la batería híbrida con la ayuda de un secador de cabello para aumentar su temperatura, logramos generar el código de falla concluyendo que para que se genere este código la batería tendría que llegar a un promedio de 68,3 °C mucho más alta que las

condiciones normales en la que trabaja la batería ya que no es probable que la batería sufra este problema en su funcionamiento normal.

4.1.8. CÓDIGO DE FALLA POR BAJO VOLTAJE EN EL PACK DE LA BATERÍA

Se provocó que la batería llegue a descargarse más de lo normal, de esta manera el vehículo presentó tres códigos de falla ya que su voltaje cayó más de lo normal sin dejar que el vehículo vuelva a cargar la batería para poder generar estos tipos de códigos. Para que la batería genere estos códigos el voltaje del pack de celdas llegó a un mínimo de 12 voltios.

4.1.9. COMPORTAMIENTO DEL FAN DE LA BATERÍA HÍBRIDA

El ventilador de la batería híbrida funciona de manera en que la temperatura va variando, es decir que si la temperatura está en entre los 28 °C (que sería lo normal) el ventilador no entraría en funcionamiento, pero si la temperatura va subiendo de manera prolongada la velocidad en el cual el ventilador funciona varia. En el caso analizado la temperatura más alta que se registro fue de 68,3 °C y esto generó un código de falla el ventilador, el mismo que estuvo trabajando a 4,2 voltios, y a una temperatura moderada que nos dio a 47,4 °C el ventilador trabajaba a 1,6 voltios.

4.1.10. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE LA BATERÍA HV

Es importante realizar un mantenimiento preventivo del sistema de enfriamiento periódicamente ya que este es un elemento muy importante para la refrigeración del bloque de baterías, si este se encuentra obstruido por partículas o basuras en el soplador no permitirá ingresar el aire suficiente para que la batería este totalmente refrigerada y ocasionará un

recalentamiento en las celdas del bloque de baterías, por este motivo las celdas pueden llegar a sufrir daños internamente y su rendimiento no sea el adecuado.

4.1.11. ANÁLISIS DE DIFERENCIA DE VOLTAJES DEL PACK DE BATERÍAS

Si el resultado obtenido de los voltajes es mayor o igual a 0.3 Voltios de diferencia se tiene que proceder a sustituir la unidad inteligente de la batería de alto voltaje (HV) ya que se debe a un error interno de la misma; si el resultado obtenido de los voltajes es menor a 0.3 Voltios de diferencia se tiene que proceder a desmontar el paquete de batería de alto voltaje (HV) y diagnosticar cada celda en el cargador y comprobador de baterías de alta tensión. En la Tabla 14 se observan los voltajes de cada celda, y con este resultado comenzar el proceso de cargas y descargas para recuperar las celdas deterioradas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Un elemento importante son los conectores láminas de bronce “chapitas” de la batería híbrida, si generan algún tipo de resistencia con la comunicación de voltaje la batería no funcionará correctamente eso se genera por la presencia de óxido en los conectores, por lo tanto la señal que llegue a la ECU de la batería HV no será la correcta.
- Con los datos obtenidos las celdas que mayor que sufre en el bloque de baterías son las que están en el centro por su elevada presencia de temperatura que genera la batería híbrida del Toyota Prius y cuando el voltaje de la batería llega a decaer menos de los 12 V esta generara un código de falla (P0A7F) que nos indica el deterioro del paquete de la batería HV.
- Los equipos de comprobación utilizados como son: scanner G-scan, software techstream, interface mongoose y el cargador de baterías, estos equipos nos ayudaran a obtener un mejor análisis y flujo de datos reales del vehículo puesto en marcha para poder ver su variación y detección de códigos de falla y su corrección de los mismos.
- El mantenimiento de la batería híbrida se realiza celda por celda y recogiendo datos durante un tiempo determinado para analizar su rendimiento y durabilidad y el código de falla del sensor de temperatura se genera al tener una temperatura de 68,3 °C demasiada elevada que en condiciones normales de trabajo no llegaría a pasar.

- Si se presenta una obstrucción en el soplador de la refrigeración donde el aire no puede ingresar de manera correcta por los conductos de ventilación de la batería híbrida del Toyota Prius, esta puede generar un recalentamiento del bloque de baterías, y a su vez dañar una o varias celdas del todo el bloque dependiendo de donde hubo el mayor recalentamiento, por lo tanto es muy importante dar un mantenimiento al soplador de refrigeración.
- Uno de los parámetros más importantes es la seguridad que trae la batería híbrida del Toyota Prius para realizar el mantenimiento de la batería o manipulación de la misma, como es el jumper de seguridad ya que este separa el voltaje total del bloque de batería para poder realizar un mantenimiento ya sea este preventivo o correctivo.
- Mediante la capacidad de carga se puede estimar el tiempo que se demora en cargarse el bloque de batería, como está especificado en la tabla 7, a 1 Amp/h se demora 6 h 30 min, 2 Amp/h se demora 3 h 15 min y a 3 Amp/h se demora 2 h.
- Con la correcta utilización del techstream de Toyota se verifican los datos obtenidos de la batería híbrida del Toyota Prius detectando así sus daños y códigos de falla, siendo una herramienta muy importante para la investigación.
- Cuando el voltaje decae rápidamente los frenos regenerativos logran recompensar a la batería híbrida para poder recargarla y que su voltaje aumente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo del conjunto de batería híbrida del Toyota Prius cada 40.000 km o 2 años, prolongando así la vida útil de la batería.
- Se recomienda utilizar el software techstream de Toyota ya que este nos ayuda a detectar los códigos de falla y datos exactos de la batería híbrida del Toyota Prius.
- Se debe tomar en cuenta el sistema de enfriamiento de la batería híbrida ya que si el soplador se llegara a obstruir el bloque de baterías podría sufrir un recalentamiento si no permite ingresar el aire suficiente.
- En el mantenimiento de la batería híbrida se debe realizar una limpieza de los conectores láminas de bronce “chapitas”, que se encuentran con oxido disminuyendo así el paso de corriente del bloque de baterías.
- Para obtener un mejor resultado del voltaje de cada celda al momento de la descarga de cada una de ellas lo ideal sería coger datos cada 5 minutos durante un lapso de 40 minutos para obtener datos más precisos del voltaje de cada celda.
- Para un buen mantenimiento de la batería se debe analizar celda por celda el deterioro de cada una de ellas y las celdas que estén en mal estado se recomienda alojarlas en los extremos del bloque de batería híbrida para poder alargar la vida útil de cada celda.
- Para un buen mantenimiento de la batería se debe analizar celda por celda el deterioro de cada una de ellas y las celdas que están en mal estado se

recomienda alojarlas en los extremos del bloque de la batería híbrida para poder alargar la vida útil de cada celda.

- Se recomienda que el manejo para estos autos híbridos se debe realizar de la manera más adecuada, sin necesidad de someterlos a esfuerzos bruscos cuando la batería HV este descargada, esto hará que las celdas sufran daños por su bajo voltaje.
- Para que una batería HV aumente su vida útil se deberá revisar con constancia la carga que mantiene en el tablero del vehículo ya que este indica por medio de barras la cantidad de carga que posee la batería, si esta llega a bajar más de la mitad es necesario retomar la carga con la finalidad de frenar su desgaste, esto hará que la batería HV mejore su rendimiento.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

3G	Tercera Generación
HSD	Hybrid Synergy Drive
MG1	Moto-Generador 1
MG2	Moto-Generador 2
HV	High Voltage (Alto Voltaje)
ECU	Engine Control Unit (Unidad de control del Motor)
DTC	Diagnostic Trouble Codes (Código de falla)
ECU HV	Unidad de control de Alto Voltaje (Sistema Híbrido)
A/C	Aire Acondicionado
V	Voltaje
A	Amperio
Nm	Newton-metro
NiMH	Níquel-hidruro metálico
CAN	Controller Area Network
SMR	System Main Relay (Sistema principal de relés)
IG	Interruptor de encendido activado (Ignición)
PHEV	Vehículo híbrido eléctrico enchufable
HEV	Hybrid electric vehicle
SOC	State of Charge
CO2	Dióxido de carbono

BIBLIOGRAFÍA

- Aficionados a la Mecánica. (2012). Vehículos Híbridos.
- Arias, M. (1944). Automoviles eléctricos. México: Reverte.
- Arias, M. (1944). Automoviles Electricos.
- Augeri, F. (11 de Septiembre de 2010). Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido. CISE, Buenos Aires.
- Augeri, F. (2010). Ford Escape Híbrido. CISE, Buenos Aires.
- Bauer, H. (2000). Baterías. Alemania.
- Castells. (2012). Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad.
- Castells, X. (2012). Energía, Agua, Medioambiente, territorialidad y Sostenibilidad. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Chabot, P. A. (s.f.). Vehiculos electricosy redespara su recarga. Ra-Ma.
- Comercio, E. (2008). Híbridos.
- Conte, F. (2006). De la batería y la gestión de las baterías para los vehículos eléctricos híbridos:un revisar. Londres: Electrotecnica y Informacion Tecnica.
- Daniels, J. (2005). Tecnología del coche moderno. España: Mc Graw Hill.
- Diario, E. (28 de Febrero de 2008). La empresa Toyota estudia la tecnología híbrida en el Ecuador. El Diario, págs. 3-4.
- Diaz, F. J. (2012). Autos híbridos: ventajas y desventajas.
- Diaz, F. J. (2012). Autos híbridos: ventajas y desventajas. El nuevo día, 16.
- Dijck, K. V. (2012). Toyota Prius Plug-In Hybrid. Revista del Colegio Oficial de Físicos., 35-47.
- energy, v. (s.f.). victron energy. Obtenido de <http://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf>
- Espinosa, J. (2014). Analisis de batería híbrida en general.

- Espinoza, L., Erazo, G., & Mena, L. (2012). Diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos. Latacunga.
- F., C. (2006). De la batería y la gestión de las baterías para los vehículos eléctricos híbridos: un revisar.
- Fraile, C. N. (2006). Corazón Verde.
- Martinez, H. G. (s.f.). Manual Practico del Automovil.
- NISSAN. (2009). Tráfico y seguridad vial. Obtenido de <http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num198-2009-banco.pdf>
- Oliver, S. (2012). Energía Solar Autónoma. Madrid: Oliver, Style.
- Pellicer, E. L. (1997). Automoviles Electricos. Zaragoza.
- Prius, T. (2004). Manual de desguace de la Batería Híbrida. Manual de desguace de la Batería Híbrida. Toyota.
- Prius, T. (2004). Manual de desguace de la Batería Híbrida.
- revovable, e. (s.f.). delta volt. Obtenido de <http://deltavolt.pe/baterias>
- Toyota. (2013). The hybrid that started it all. Recuperado el 6 de Octubre de 2013, de <http://www.toyota.com/prius/>
- Toyota Motor . (2009). Hybrid 2010 model 3rd generation.
- Wagan Tech. (2010). Battery Jumper. Hayward.