



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autores: Carlos Luis González Muro
Ronny Andrés Naranjo Parra

Tutor: Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán, MsC.

**Aplicación de un Protocolo de Mantenimiento en el Sistema de
Alta Tensión del Vehículo Híbrido Toyota Prius G3**

Certificado de Autoría

Nosotros, Carlos Luis González Muro y Ronny Andrés Naranjo Parra, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en Internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Carlos Luis González Muro

C.I.: 0702684754

Ronny Andrés Naranjo Parra

C.I.: 0956302723

Aprobación del Tutor

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Marco Vinicio Noroña, MsC.

Director de Proyecto

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi familia y amigos por su apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria académica. Su aliento y confianza en mí han sido la fuerza impulsora detrás de mi éxito.

También me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor, por su orientación, experiencia y paciencia. Su tutoría ha sido invaluable y estoy agradecido por las innumerables horas que ha dedicado a revisar mi trabajo y proporcionar comentarios. Finalmente, me gustaría agradecer a los participantes que generosamente dieron su tiempo y compartieron sus experiencias para esta investigación. Sus contribuciones han sido fundamentales para dar forma a este estudio y mejorar nuestra comprensión del tema de investigación.

Gracias a todos por ser parte de este viaje y por hacer de él una experiencia inolvidable.

Ronny Andrés Naranjo Parra

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mis padres, quienes siempre han sido mis pilares de apoyo y motivación. Su amor inquebrantable, su aliento y sus sacrificios han hecho posible que persiga mis sueños y alcance mis metas. Estoy agradecido por su constante guía, sabiduría e inspiración, que me han convertido en la persona que soy hoy.

También dedico esta tesis a mi supervisor, quien ha sido un mentor y un modelo para seguir para mí. Su orientación, experiencia y comentarios han sido invaluable para dar forma a la dirección y el alcance de esta investigación. Agradezco su paciencia, comprensión y aliento, que me han permitido desarrollar mis habilidades y conocimientos de investigación.

Finalmente, dedico esta tesis a mis amigos y colegas, quienes me han apoyado de diversas formas a lo largo de mi trayectoria académica. Su camaradería, entusiasmo y motivación han hecho que los desafíos de la escuela de posgrado sean más manejables y agradables. Estoy agradecido por su amistad, risas y aliento, que han enriquecido mi vida y me han hecho una mejor persona.

Gracias a todos por su amor, apoyo y aliento. Esta tesis es un reflejo de sus esfuerzos y contribuciones colectivas, y les estaré eternamente agradecido.

Carlos Luis González Muro

Agradecimiento

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor, el Ing. Marco Noroña, por su invaluable guía y apoyo a lo largo de mi investigación. Sin su apoyo y experiencia, esta tesis no hubiera sido posible. También me gustaría agradecer a mis colegas y amigos que me han brindado su apoyo y aliento infinitos. Por último, me gustaría agradecer a mi familia por su amor y apoyo incondicional.

¡¡¡Muchas gracias!!!

Ronny Andrés Naranjo Parra

Agradecimiento

Me gustaría extender mi más sincero agradecimiento a todos los que apoyaron en mi investigación, cuyos incansables esfuerzos han contribuido en gran medida al éxito de este proyecto. Su dedicación y compromiso con la excelencia han sido una inspiración para mí. También me gustaría agradecer a mi familia y amigos que me han apoyado a lo largo de este camino. Su amor y aliento han sido una fuente constante de fortaleza.

¡¡¡Muchas gracias!!!

Carlos Luis González Muro

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tablas.....	xv
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1 Tema de Investigación.....	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.3 Sistematización del Problema.....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación.....	6
1.4.1 Justificación Teórica.....	8
1.4.2 Justificación Metodológica.....	8

1.4.3 <i>Justificación Práctica</i>	8
1.4.4 <i>Delimitación Temporal</i>	8
1.4.5 <i>Delimitación Geográfica</i>	9
1.4.6 <i>Delimitación del Contenido</i>	9
1.5 Hipótesis.....	10
1.6 Variables de Hipótesis.....	10
1.6.1 <i>Variables Independientes</i>	10
1.6.2 <i>Variables Dependientes</i>	10
Capítulo II.....	11
Marco Referencial.....	11
2.1 Marco Teórico.....	11
2.1.1 <i>Teoría de Sistemas</i>	11
2.1.2 <i>Modelo de Aceptación de Tecnología</i>	12
2.1.3 <i>Teoría de la Difusión de las Innovaciones</i>	12
2.1.4 <i>Fiabilidad de los Vehículos Híbridos</i>	13
2.1.5 <i>Características Técnicas del Sistema Alta Tensión</i>	14
2.1.6 <i>Diagnóstico de Vehículos Híbridos</i>	16
2.2 Marco Conceptual.....	17
2.2.2 <i>Batería de Automóvil Híbrido</i>	17
2.2.3 <i>Baterías que Funcionan en Régimen Estacionario</i>	19
2.2.4 <i>Baterías que Funcionan con Régimen Cíclicos de Carga y Descarga</i>	19
2.2.5 <i>Tipos de Mantenimiento</i>	19
2.2.6 <i>Equipos de Diagnóstico</i>	21
2.2.7 <i>Tipos de Celdas de Batería</i>	22
2.2.8 <i>Costo de Reemplazo de la Batería Híbrida</i>	23

2.2.9 Seguridad en la Medición de Vehículos Híbridos.....	24
2.2.10 Arquitectura de Vehículos Eléctricos.....	25
2.2.11 Precauciones en Circuitos de Alto Voltaje de un Vehículo Híbrido.....	26
2.2.12 Protocolos de Servicio	27
Capítulo III.....	28
Protocolo de Mantenimiento en el Sistema de Alta Tensión del Vehículo	28
3.1 Funcionamiento de Sistema Híbrido del Toyota Prius	29
3.2 Características Generales del Vehículo de Prueba	31
3.2.1 Vehículo Utilizado.....	31
3.2.2 Conjunto de Batería de Vehículo Híbrido (HV)	32
3.2.3 Descripción del Sistema de Accionamiento Eléctrico Híbrido	33
3.3 Componentes del Sistema del Vehículo Prius.....	36
3.4 Operación Básica del Sistema Híbrido del Vehículo Prius	39
3.5 Funcionamiento del Conjunto de Baterías HV del Sistema Híbrido en el Prius.....	43
3.6 Proceso de Mantenimiento del Sistema de Alto Voltaje	45
3.6.1 Presentación de Especificaciones del Paquete de Baterías.....	45
3.6.2 Técnicas de Diagnóstico	46
3.7 Descripción del Proceso de Evaluación del Sistema de Alta Tensión	48
3.7.1 Herramientas y Equipo a Usar.....	49
3.8 Mantenimiento del Sistema de Alta Tensión del Vehículo Toyota Prius G3.....	52
3.8.1 Descripción	52
3.8.2 Inspección del Sistema de Seguridad de Alto Voltaje.....	52
3.8.3 Inspección de las Baterías.....	55
3.8.4 Condiciones del Vehículo para la Prueba.....	56
3.8.5 Códigos que Quedaron en el Vehículo.....	58

3.8.6 Preparar el Vehículo para las Pruebas	60
3.8.7 Realización de Pruebas	60
3.8.8 Limpieza del Conjunto de Enfriamiento de Batería	62
3.8.9 Revisión de los Sistemas de Refrigeración de Vehículos Híbridos	63
3.8.10 Cambio de Batería de 12V	64
3.8.11 Resultados Finales	65
Capítulo IV.....	66
Análisis de Funcionamiento del Sistema de Alta Tensión.....	66
4.1 Análisis Mediante Guías Prácticas	66
4.2 Descripción de las Guías de Práctica.....	68
Conclusiones	79
Recomendaciones	80
Bibliografía	81

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ventas de Vehículos Híbridos</i>	2
Figura 2 <i>Datos del Toyota Prius en el Mundo</i>	4
Figura 3 <i>Esquema del Tren Motriz del Toyota Prius</i>	14
Figura 4 <i>Sistema Eléctrico de Alto Voltaje en Vehículos Eléctricos e Híbridos</i>	15
Figura 5 <i>Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación</i>	17
Figura 6 <i>Batería del Vehículo Híbrido</i>	18
Figura 7 <i>Tipos de Mantenimiento</i>	20
Figura 8 <i>Banco de Prueba Carga y Descarga</i>	21
Figura 9 <i>Multímetro para Diagnóstico de Vehículos</i>	21
Figura 10 <i>Escáner de Diagnóstico</i>	22
Figura 11 <i>Geometría de las Celdas</i>	23
Figura 12 <i>Arquitectura de los Vehículos</i>	25
Figura 13 <i>Precauciones en Circuitos de Alto Voltaje de un Vehículo Híbrido</i>	26
Figura 14 <i>Modos de Funcionamiento del Vehículo Híbrido</i>	30
Figura 15 <i>Monitor de Funcionamiento</i>	31
Figura 16 <i>Recuperación del Ensamblaje de la Batería HV de Iones de Litio</i>	33
Figura 17 <i>Disposición de Componentes para el THS II</i>	35
Figura 18 <i>Sistema Híbrido</i>	39
Figura 19 <i>Unidad de Potencia en un Vehículo Híbrido</i>	40
Figura 20 <i>Operación Básica del Sistema</i>	40
Figura 21 <i>Operación Básica del Sistema</i>	41
Figura 22 <i>Operación Básica del Sistema</i>	41
Figura 23 <i>Operación Básica del Sistema</i>	42
Figura 24 <i>Conjunto de Baterías HV un Sistema Híbrido</i>	43
Figura 25 <i>Inversor del Toyota Prius</i>	44
Figura 26 <i>Conocimiento del Sistema</i>	48

Figura 27 <i>Procedimientos de Seguridad</i>	49
Figura 29 <i>Herramientas y Equipos para Comprobar Toyota Prius</i>	49
Figura 29 <i>Inspección Visual</i>	50
Figura 30 <i>Realización de Mantenimientos</i>	50
Figura 31 <i>Diagnóstico y Solución de Problemas</i>	51
Figura 32 <i>Sistema de Seguridad de Alto Voltaje: Apagado del Vehículo (READY-OFF)</i>	53
Figura 33 <i>Sistema de Seguridad de Alto Voltaje: Vehículo Encendido y Operativo (READY-ON)</i>	53
Figura 34 <i>Identificación de los Componentes de Alto Voltaje</i>	54
Figura 35 <i>Baterías del Toyota Prius</i>	55
Figura 36 <i>Ubicación de la Caja de Fusibles</i>	56
Figura 37 <i>Arreglo de DLC</i>	57
Figura 38 <i>Códigos Encontrados en el Vehículo para las Pruebas</i>	58
Figura 39 <i>Códigos</i>	59
Figura 40 <i>Vehículo para las Pruebas</i>	60
Figura 41 <i>Inspección de la Batería de Alta Tensión</i>	60
Figura 42 <i>Componentes del Sistema de Alta Tensión</i>	61
Figura 43 <i>Comprobar el Estado de la Batería de Alto Voltaje</i>	61
Figura 44 <i>Traslado del Vehículo</i>	62
Figura 45 <i>Conjunto de Ventilador de Enfriamiento de Batería</i>	62
Figura 46 <i>Revisión del Conjunto de Enfriamiento del Sistema de Alta tensión</i>	63
Figura 47 <i>Limpieza del Conjunto de Enfriamiento del Sistema de Alta tensión</i>	64
Figura 48 <i>Cambio de Batería de 12v</i>	64
Figura 49 <i>Indicación de Funcionamiento en el Tablero</i>	65
Figura 50 <i>Flujo de Datos</i>	65

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Ventas de Vehículos Híbridos Según su Tecnología (2018-2021)</i>	2
Tabla 2 <i>Datos del Vehículo Toyota Prius</i>	32
Tabla 3 <i>Especificación para componentes THS II</i>	38

Resumen

El presente proyecto aborda el mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius de Tercera Generación (G3) y se centra en el cuidado y el servicio adecuado de los componentes eléctricos y electrónicos de alta tensión presentes en el vehículo. Este sistema de alta tensión es esencial para el funcionamiento eficiente y el rendimiento del vehículo, ya que impulsa la parte eléctrica del sistema híbrido y almacena la energía recuperada durante el frenado. El protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del Toyota Prius G3 incluye varios aspectos clave como la inspección periódica para detectar posibles problemas en los componentes, esto puede incluir la revisión de cables, conectores, baterías y otros elementos eléctricos, el diagnóstico y escaneo usando herramientas de diagnóstico específicas y especializadas para escanear el sistema de alta tensión en busca de códigos de error y problemas latentes, luego realizar el mantenimiento de la batería de alta tensión, que es uno de los componentes más importantes en un vehículo híbrido, se continúa con el reemplazo de componentes desgastados si se detectan componentes defectuosos o desgastados en el sistema de alta tensión, según las recomendaciones del fabricante. Otro punto importante dentro de la investigación es seguir protocolos de seguridad al trabajar en este sistema, como desconectar la alimentación eléctrica y desactivar el sistema antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento. Al final se presenta un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas. Con el proyecto se contribuye a mantener el rendimiento económico y ambientalmente amigable del vehículo híbrido.

Palabras Clave: Protocolo de mantenimiento, diagnóstico, inspecciones, baterías, alta tensión.

Abstract

The maintenance project on the high voltage system of the Toyota Prius G3 hybrid vehicle focuses on the proper care and service of the high voltage electrical and electronic components present in the third generation Toyota Prius hybrid vehicle (G3). This high voltage system is essential for the efficient operation and performance of the vehicle, since it drives the electrical part of the hybrid system and stores the energy recovered during braking. The maintenance protocol in the high voltage system of the Toyota Prius G3 includes several key aspects such as periodic inspection to detect possible problems in the components of the high voltage system. This may include checking cables, connectors, batteries and other electrical items, diagnosis and scanning using specific diagnostic tools to scan the high voltage system for error codes and latent problems, then performing battery maintenance high voltage, which is one of the most important components in a hybrid vehicle, replacement of worn components is continued if faulty or worn components are detected in the high voltage system, according to the manufacturer's recommendations to ensure safe and efficient operation . Another important point within the investigation is to follow safety protocols when working on this system, such as disconnecting the power supply and deactivating the system before carrying out any maintenance work. At the end is a detailed record of all maintenance activities performed on the high voltage system, including inspections, diagnoses, repairs, and replacements. The project ensures that the high voltage system of the Toyota Prius G3 vehicle works safely and efficiently over time, minimizing the risk of failure and maximizing the useful life of the system. This helps to maintain the economical and environmentally friendly performance of hybrid vehicles.

Keywords: Maintenance protocol, diagnosis, inspections, batteries, high voltage.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Aplicación de un protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

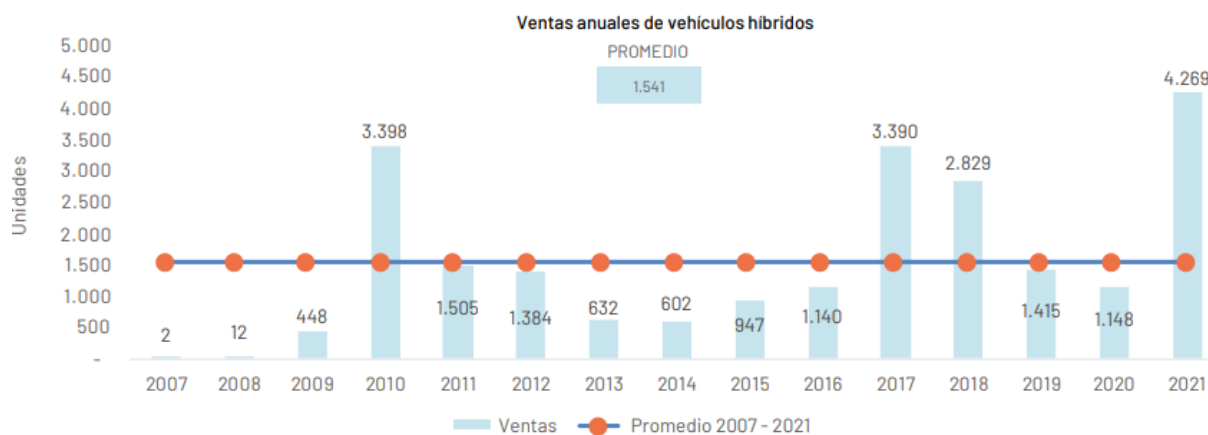
El presente trabajo de investigación se basa en la aplicación de un protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3, con la finalidad de detectar las fallas relacionadas con el sistema del modelo de vehículo propuesto.

1.2.1 Planteamiento del Problema

El vehículo Toyota Prius con tecnología híbrida tiene un sistema de gasolina y eléctrico en el segmento C, el funcionamiento del vehículo híbrido es combinar dos sistemas tanto el eléctrico y convencional en si ayuda a que el motor obtenga mayor potencia para impulsar el vehículo solo. El sistema permite desarrollar mucha energía a la hora de obtener mayor precisión y rendimiento del vehículo, esto con lleva a tener suficiente potencia y evitar los gases que emana los vehículos convencionales (Calle, 2012).

En Ecuador en estos últimos años existe un gran incremento en demanda de vehículos híbridos, según fuente de Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) las ventas tuvieron un crecimiento de 172% entre abril 2021 y abril 2022. Según el reporte existe un gran segmento de automóvil con un desempeño de 225% con mayor incremento de registro consiguiente les siguen segmento de SUV con un crecimiento de 171% (AEADE, 2022).

En la figura 1 se puede apreciar la estadística que realizó AEADE referente a la demanda que tuvo los diferentes tipos de vehículos híbridos, han tenido un incremento a comparación del año pasado (AEADE, 2022).

Figura 1*Ventas de Vehículos Híbridos*

Tomado de: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021.pdf>

En la Tabla 1 se puede apreciar las ventas de vehículos híbridos según su tecnología - en unidades y su porcentaje de participación durante el período 2018-2021.

Tabla 1*Ventas de Vehículos Híbridos Según su Tecnología (2018-2021)*

Tecnología	2018	%	2019	%	2020	%	2021	%
MHEV	4	0.1 %	32	2.3%	286	24.9%	2463	57.7%
HEV	2812	99.4%	1357	95.9%	819	71.3%	1772	41.5%
PHEV	13	0.5%	26	1.8%	43	3.7%	34	0.8%
Total	2829	100%	1415	100%	1148	100 %	4269	100%

Con más de 6.000.000 de unidades de Prius vendidas en todo el mundo, representa más del 70% de los híbridos vendidos en todo el mundo por Toyota Motor Company desde 1997, el Prius representa una marca poderosa que estimuló la venta de otros automóviles híbridos fabricados por Toyota (como Aqua, Prius alfa, Estima Hybrid, etc.)

Por lo tanto, se puede decir que además de las ventajas económicas y ecológicas, Prius ha hecho una importante contribución al crecimiento y fortalecimiento de la marca Toyota, siendo un producto verdaderamente exitoso. El Prius fue el automóvil propulsado por

combustible líquido más eficiente disponible en los EE. UU. en 2019, según la clasificación oficial. El 95 % de todos los modelos Toyota Prius vendidos en los últimos 10 años siguen circulando.

Debido al incremento de la demanda de vehículos híbridos a nivel mundial las fallas más comunes en los vehículos híbridos se presentan a partir de los 60.000km de recorrido (Portal Automexico, 2021). Según Morante (2021), dentro de las fallas más comunes se encuentran las siguientes:

- Sistema eléctrico del vehículo híbrido.
- Daño o envejecimiento de la batería del vehículo híbrido.
- Sistema de carga del vehículo híbrido (caja de cambios, inversor).
- Cabezote del vehículo.
- Sensor de oxígeno.

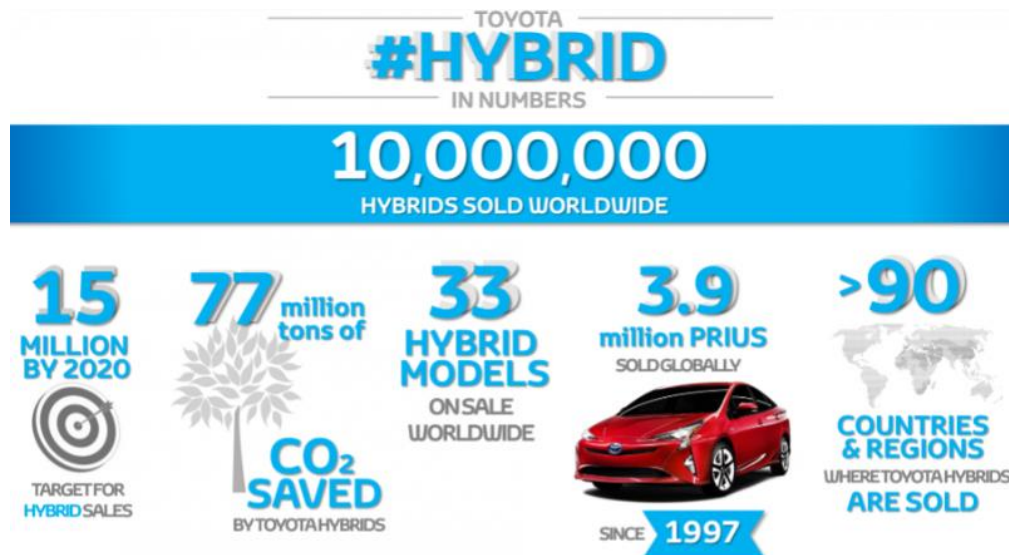
La segunda falla más común en los vehículos híbridos es el daño de la batería del sistema de alta tensión, por lo antes mencionado y debido a los altos costos en el reemplazo de la batería de alta tensión se ha optado por la utilización de un banco de pruebas de baterías de vehículos híbridos para el diagnóstico, clasificación y reparación de las baterías de los vehículos híbridos, lo cual reducirían los costos de reparación de los vehículos híbridos optimizando la vida útil de las baterías de alta tensión y disminuyendo los gastos de mantenimiento correctivos para los clientes que dispongan de este tipo de vehículos (Morante, 2021).

El tema más difícil en el desarrollo de vehículos eléctricos (EV) y los vehículos eléctricos híbridos (HEV) es obtener la óptima realizar paquetes de baterías de gran capacidad con la batería adecuada sistemas de gestión (BMS). Durante las últimas dos décadas ha habido mucha investigación y desarrollo en lo referente a los paquetes de baterías, trenes de transmisión y optimización aplicable a estas áreas (Ehsani, 2010).

Toyota Motor Corporation se enorgullece en anunciar ventas globales acumuladas de vehículos híbridos (HV) de 10,05 millones de unidades hasta el 2017, superando la marca de 10 millones de unidades (Figura 2).

Figura 2

Datos del Toyota Prius en el Mundo



Tomado de: <https://newsroom.Toyota.eu/global-sales-of-toyota-hybrids-reach-10-million/>

En marzo de 2012, Toyota lanzó el vehículo híbrido gasolina-eléctrico PRIUS +/PRIUS v. Para educar y ayudar al personal de respuesta a emergencias en el manejo seguro de la tecnología híbrida PRIUS +/PRIUS v, Toyota publicó una guía de respuesta ante emergencias PRIUS +/PRIUS v. El PRIUS +/PRIUS v se basa en el Toyota PRIUS de tercera generación. Si bien muchas características del Toyota PRIUS son similares, los servicios de emergencia deben reconocer y comprender las características nuevas y actualizadas del PRIUS +/PRIUS v.

1.2.2 Formulación del Problema

El proyecto “Aplicación de un protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3” permite revisar los diferentes sistemas del vehículo que funcionan con voltaje proveniente de la batería de alta tensión, para lo cual se usa herramientas para el diagnóstico de fallas en los diferentes componentes que conforman

el sistema de alta tensión. Para poder desarrollar un protocolo de mantenimiento disminuyendo los gastos de mantenimientos correctivos e incrementando la vida útil de los componentes detallados a continuación:

- Batería de alta tensión
- Compresor de aire acondicionado
- Inversor de corriente
- Cremallera de dirección
- Motor generador 1
- Motor generador 2
- Válvula moduladora de frenos

Debido a la gran cantidad de componentes que son utilizados en el sistema de alta tensión en el vehículo Toyota Prius G3 es necesario el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar el funcionamiento del vehículo sin incurrir en gastos elevados de reparación.

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuál es el daño que afectaría no realizar el mantenimiento preventivo en el sistema híbrido?
- ¿Cuáles son las principales averías que se dan en las baterías híbridas?
- ¿Cómo se puede analizar el daño de una batería híbrida?
- ¿Cómo se puede diagnosticar la vida útil de los componentes que conforman la batería híbrida?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Aplicar un protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Analizar la información del vehículo híbrido para la revisión del estado de los componentes que conforman el sistema de alta tensión del vehículo.
- Realizar el mantenimiento preventivo en el sistema de alta tensión del vehículo para la elaboración de un manual.
- Elaborar guías prácticas para la aplicación del protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3.

1.4 *Justificación y Delimitación de la Investigación*

Inmediatamente definido los objetivos de la investigación, se procede a indicar las razones para la realización de la investigación propuesta y los aportes que va a brindar en lo teórico y en lo práctico, considerando que una ventaja clave de la conducción ecológica es un menor consumo de combustible y una reducción en los costos de combustible. Los cambios simples en la forma de conducir pueden tener un impacto positivo en el medio ambiente y ahorrar dinero. Desde el año 2009 por declaración profesional de los vehículos híbridos su ingreso al país fue libre de impuestos, generando numerosas ventas de vehículos de este tipo, los mismo que presentan muchas fallas en el sistema híbrido, el cual produce un incorrecto funcionamiento provocando que se realice un diagnóstico para este tipo de fallos (Toyocosta, 2019).

A partir de 2009 que Toyota lanzó uno de los primeros vehículos híbridos en Ecuador alcanzando aproximadamente 5.000 unidades hasta el 2019. Estos números fueron posibles gracias a Toyota Hybrid Experience Ecuador. Se trabajó con una campaña donde cuatro vehículos híbridos Toyota se hicieron presentes: dos Toyota Prius C y dos Toyota Prius G4 (Toyocosta, 2019).

La investigación sobre la aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de batería del vehículo híbrido se justifica por varias razones:

Seguridad: El sistema de batería del vehículo híbrido es un componente complejo y potencialmente peligroso de un vehículo híbrido. Un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación bien diseñado puede garantizar la seguridad tanto del vehículo como de sus ocupantes.

Rendimiento: un sistema de batería que funcione correctamente es esencial para el funcionamiento eficiente de un vehículo híbrido. Un protocolo que ayude a mantener el sistema de batería puede ayudar a garantizar que el vehículo funcione al máximo rendimiento, maximizando la eficiencia del combustible y reduciendo las emisiones.

Ahorro de costos: Reemplazar un paquete de baterías híbrido puede ser muy costoso, y un sistema de baterías bien mantenido puede prolongar la vida útil del paquete de baterías. Un protocolo que incluya un mantenimiento regular puede ayudar a evitar reparaciones o reemplazos costosos.

Impacto medioambiental: los vehículos híbridos suelen considerarse más respetuosos con el medio ambiente que los vehículos tradicionales de gasolina. Un protocolo que ayude a mantener el sistema de la batería puede ayudar a garantizar que el vehículo siga siendo respetuoso con el medio ambiente al reducir las emisiones y prolongar la vida útil del paquete de baterías.

Estándares de la industria: La industria de los vehículos híbridos ha establecido estándares para el mantenimiento y la reparación de los sistemas de baterías híbridas. Investigar la aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación puede ayudar a garantizar el cumplimiento de estos estándares de la industria.

En general, la investigación sobre la aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de batería del vehículo híbrido es fundamental para garantizar la seguridad, el rendimiento, el ahorro de costos, el impacto ambiental y el cumplimiento de los estándares de la industria.

1.4.1 Justificación Teórica

Se basa en la investigación de las partes que tengan relación en sistema de alta tensión del vehículo híbrido para el buen funcionamiento. En el caso de existir fallos arrojará varios resultados los cuales afectarán los diferentes componentes que conforman este sistema, deteriorando los mismos y disminuyendo su vida útil.

En el proceso de diagnóstico se utilizarán herramientas como: guías prácticas, manual de diagnóstico Toyota Prius Híbrido y escáner de diagnóstico original Toyota Tech Stream. Con los mismos se podrá obtener la información del funcionamiento de los diferentes componentes del sistema de alta tensión del vehículo Toyota Prius G3.

1.4.2 Justificación Metodológica

Este proyecto se realiza con el fin de elaborar un protocolo de mantenimiento preventivo para evitar averías a corto y largo plazo en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3. La delimitación metodológica también debe establecer el tema específico a investigar en relación con los vehículos.

1.4.3 Justificación Práctica

Para el desarrollo del proyecto, se utiliza herramientas para identificar futuros fallos en el sistema de alta tensión del vehículo, por lo tanto, se podrá identificar cuáles son los componentes que afectan a la batería de alta tensión por cual se desarrollarán guías de ayuda para poder identificarlos.

1.4.4 Delimitación Temporal

La realización del proyecto se dará en el lapso de seis meses (30 semanas) lo que permite realizar la revisión correspondiente para determinar las fallas y su posterior elaboración.

1.4.5 Delimitación Geográfica

Es importante definir el ámbito geográfico de la investigación, es decir, si se aborda el tema de los vehículos a nivel local, regional, nacional o internacional. La preparación para la elaboración de la guía del Toyota Prius G3 se desarrolla en el taller mecánico de la Universidad Internacional de Ecuador UIDE en la ciudad de Guayaquil.

1.4.6 Delimitación del Contenido

La información detallada en el trabajo está guiada por manuales de fabricante, revisión física de los componentes del vehículo, revisión computarizada del sistema de alta tensión del automotor, prácticas de la batería de alta tensión y a la vez se diagnostica en el banco de carga y descarga para baterías con sistema híbrido (Hybrid Automotive, 2020).

En la primera parte se abarcan todos los aspectos relacionados con los antecedentes del proyecto, enfocándose en la justificación del problema, los objetivos, hipótesis y variables involucradas.

En la segunda parte se realiza la revisión del marco conceptual, en el cual se establecen los conceptos y teoría necesarios para comprender y analizar los contenidos respecto a la información del vehículo híbrido para la revisión del estado de los componentes que conforman el sistema de alta tensión del vehículo.

En la tercera parte del trabajo se establece la metodología a emplear y se detalla de manera precisa la forma de realizar el mantenimiento preventivo en el sistema de alta tensión del vehículo para la elaboración de un manual.

En la cuarta parte del trabajo de la investigación se presenta la elaboración de guías prácticas para la aplicación del protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

1.5 Hipótesis

Mediante el diagnóstico del sistema de alta tensión se podrá determinar el adecuado protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3.

1.6 Variables de Hipótesis

1.6.1 Variables Independientes

- Implementación de técnicas de manejo eficiente.

1.6.2 Variables Dependientes

- Análisis de las técnicas implementadas.
- Evaluación en las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Ahorro en el consumo de combustible.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

En la sociedad actual existe una preocupación la cual se está extendiendo rápidamente en la población, y está problemática es relacionada con los combustibles fósiles. Una de las causales de la problemática es el calentamiento global. Además, el uso de estos combustibles, como la gasolina lleva a incrementar sus precios. En un nuevo enfoque de producción de vehículos, se puede referir a producir un vehículo híbrido que disminuya el consumo de combustible y la contaminación del aire en particular.

La aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del Sistema de Baterías de Vehículos Híbridos puede guiarse en función de tres marcos posibles: la teoría de sistemas, el modelo de aceptación de tecnología y la teoría de la difusión de innovaciones.

2.1.1 Teoría de Sistemas

La Teoría de Sistemas proporciona un marco para comprender el Sistema de Baterías de Vehículos Híbridos como un sistema complejo formado por componentes interconectados. Según esta teoría, se debe diseñar un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación que tenga en cuenta la interdependencia de los diversos componentes del sistema.

El protocolo también debe centrarse en mantener la estabilidad del sistema y evitar fallas en el sistema. Para lograr esto, el protocolo debe proporcionar pautas para la inspección y el mantenimiento regular del sistema de batería, así como herramientas de diagnóstico para identificar y abordar posibles problemas antes de que se vuelvan críticos. Además, el protocolo debe incluir procedimientos para reparar o reemplazar componentes dañados y para garantizar que el sistema funcione de manera óptima después de cualquier reparación o reemplazo.

2.1.2 Modelo de Aceptación de Tecnología

El Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) proporciona un marco para comprender cómo los usuarios adoptan y utilizan nuevas tecnologías. Según este modelo, es más probable que los usuarios adopten una nueva tecnología si la perciben como útil y fácil de usar. La aceptabilidad se entiende a la satisfacción de cumplir las necesidades de alguien, ya sea normas, aplicaciones o tecnologías, logrando que sea favorable para el entorno.

Los usuarios consideran varios aspectos al comprar un vehículo eléctrico. A nivel mundial, el aumento en su aceptación puede atribuirse a la comercialización impulsada por incentivos fiscales y subsidios que fomentan el interés en estas tecnologías amigables. Países como China, Estados Unidos y la Unión Europea han implementado estas estrategias.

En general, independientemente del país, hay criterios comunes para la aceptación de los vehículos eléctricos. Según (Diariomotor, 2017), se destacan tres aspectos principales: el costo de compra y mantenimiento, la practicidad y la conciencia ecológica.

En el contexto de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de Vehículos Híbridos, el TAM sugiere que el diseño del protocolo debe ser amigable y fácil de seguir. También debe proporcionar instrucciones claras para diagnosticar y reparar el sistema de la batería y enfatizar los beneficios de seguir el protocolo, como una mayor duración de la batería y un mejor rendimiento del vehículo.

2.1.3 Teoría de la Difusión de las Innovaciones

La Teoría de la Difusión de Innovaciones proporciona un marco para comprender cómo las nuevas ideas y tecnologías se propagan a través de una población. Según esta teoría, la adopción de una nueva innovación está influenciada por factores como la ventaja relativa de la innovación, la compatibilidad con las prácticas existentes y la complejidad.

En el contexto de un protocolo para el mantenimiento, diagnóstico y reparación del Sistema de Baterías de Vehículos Híbridos, la Teoría de la Difusión de Innovaciones sugiere

que el protocolo debe diseñarse para ser compatible con las prácticas de mantenimiento existentes y debe comunicarse de manera que resalte su relación ventajas sobre otros enfoques. Además, el protocolo debe diseñarse para que sea lo más simple posible, para reducir la complejidad de adoptar e implementar los nuevos procedimientos (Higueras, 2021).

2.1.4 Fiabilidad de los Vehículos Híbridos

La mayoría de los artículos y estudios científicos y de divulgación basados en vehículos híbridos y eléctricos se han centrado sobre el control de accionamientos eléctricos aplicados y componentes de los vehículos híbridos y eléctricos. En promedio, los vehículos eléctricos nuevos tuvieron un 79% más de problemas que los vehículos a gasolina.

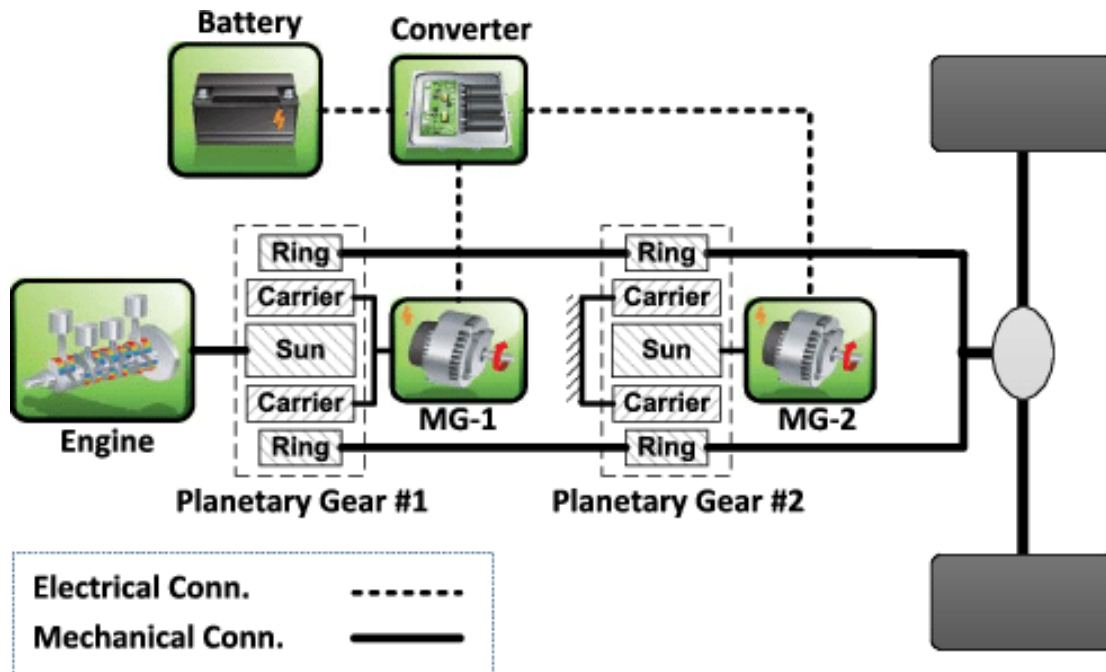
Los vehículos híbridos tuvieron menos problemas que los de gasolina, mientras que los híbridos enchufables tuvieron un 146% más de problemas. En general la aceptabilidad y disponibilidad de estos vehículos a largo plazo, dependerá significativamente del tema a pesar del consumo actual de combustible y costos adicionales, que no están presentes en los vehículos convencionales (Consumer Reports, 2023).

El coche híbrido más fiable es el Toyota Prius con una puntuación de fiabilidad de 9,1 sobre 10. El Toyota Camry Hybrid es el segundo automóvil híbrido más confiable con una calificación de 9 sobre 10. El puntaje promedio de confiabilidad para la categoría de automóviles híbridos es 7,7, con 7 modelos con una puntuación superior al promedio en confiabilidad. iSeeCars.com ha clasificado 16 automóviles híbridos según sus puntuaciones de confiabilidad, lo que representa la probabilidad de que un vehículo alcance un umbral alto de kilometraje en el odómetro.

En la figura 3 se puede lograr una mejor visualización de los modos de funcionamiento individuales mediante la segmentación en bloques.

Figura 3

Esquema del Tren Motriz del Toyota Prius



Tomado de: https://www.researchgate.net/figure/Schematic-of-Toyota-Prius-powertrain_fig2_281675229

2.1.5 Características Técnicas del Sistema Alta Tensión

Entre las principales características técnicas del sistema de alta tensión son:

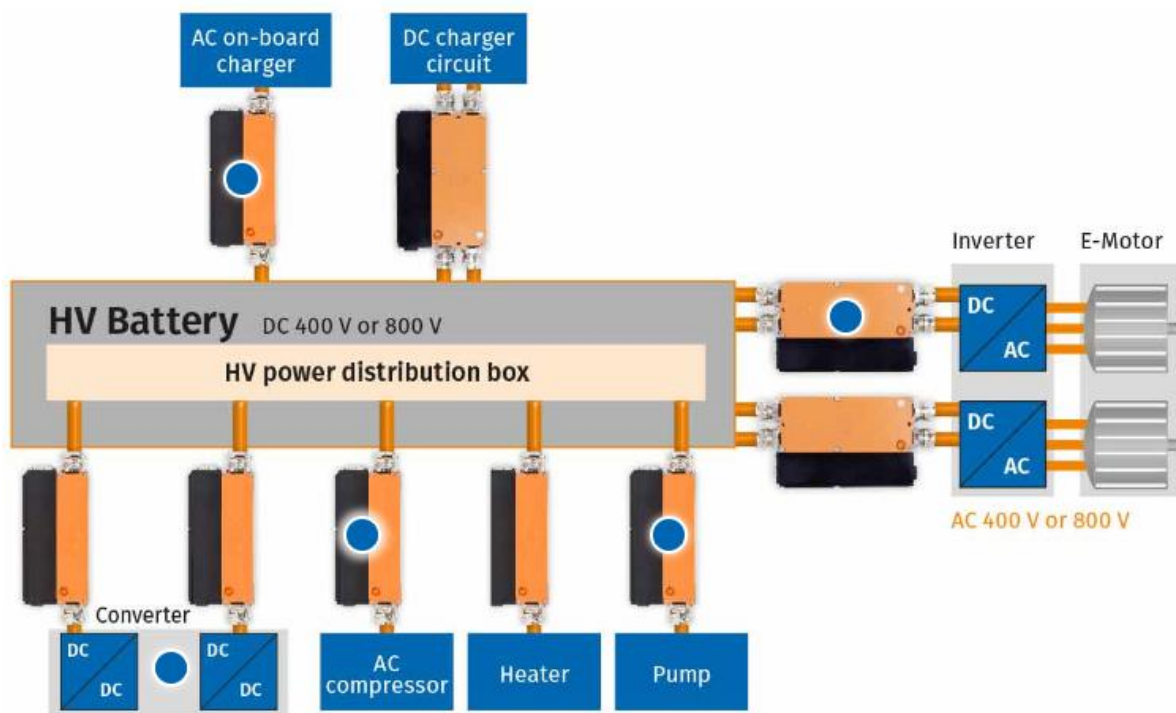
- El voltaje, también llamado como diferencia potencial o tensión eléctrica este ejerce sobre una partícula un campo eléctrico con esto se puede movilizar a dos puntos diferentes.
- Entre los tipos de voltaje existen: voltaje inducido, voltaje alterno, voltaje corriente directa, voltaje continuo (Coluccio, 2021).
- El amperaje, es la intensidad de corriente eléctrica expresada en amperios con la mayor cantidad de electrones que van por la unidad de tiempo por medio de los materiales esto se mide como un culombio por segundo (Curiosoando.con, 2018).
- La resistencia, es una medida de flujos que se opone a la corriente eléctrica, los materiales que son resistente a varias medidas de flujo de corriente (Coluccio, 2021).

- Los conductores, son materiales que dan poca resistencia en donde los electrones se mueven fácil un claro ejemplo es el aluminio, cobre, oro, entre otros (Coluccio, 2021).

El sistema eléctrico de alto voltaje en vehículos eléctricos e híbridos se valida en todas las etapas de desarrollo y se prueba exhaustivamente para su lanzamiento a la producción en serie. Los Breakout Modules CSM HV son particularmente adecuados para estas medidas de validación y aceptación de acuerdo con el estándar ISO 21498-1 y -2 porque pueden usarse directamente en los cables HV del sistema eléctrico del vehículo (Figura 4).

Figura 4

Sistema Eléctrico de Alto Voltaje en Vehículos Eléctricos e Híbridos



Tomado de: <https://www.csm.de/en/fields-of-application/use-cases/high-voltage-current-and-voltage-measurement/1004-verification-of-high-voltage-electrical-systems#downloads>

El sistema eléctrico de alto voltaje del vehículo en los vehículos eléctricos modernos conecta varios sistemas de consumo con la batería de alto voltaje.

Los inversores y convertidores conectados provocan ondas modificadas de corriente y tensión en los circuitos de CC de alta tensión, lo que puede provocar daños en los componentes. Por este motivo, los fabricantes de vehículos prueban y verifican la calidad del sistema eléctrico de alta tensión del vehículo para garantizar el funcionamiento de todos los consumidores con todas las funciones durante todo el ciclo de vida del vehículo

2.1.6 Diagnóstico de Vehículos Híbridos

Cada vehículo, ya sea convencional, híbrido o puramente eléctrico debe poseer algún tipo de diagnóstico para proporcionar informes con los problemas que pueden producirse y el estado actual del vehículo.

El diagnóstico puede estar en varios niveles:

- Uno está al nivel del vehículo dentro del vehículo, y proporciona información al conductor o al servicio sobre qué pasaría con el vehículo.
- El segundo nivel de diagnóstico puede estar en un nivel algo más alto de mantenimiento cuando el vehículo se puede dividir en diferentes subsistemas en el servicio, con la identificación de problemas y el eventual reemplazo de la pieza defectuosa (montaje).
- Diagnósticos de tercer nivel puede ser a nivel de concesionario de automóviles o posiblemente un vehículo fabricante, para determinar las razones por las cuales parte (circuito) no se cumple su función.
- Finalmente, el diagnóstico puede ser a nivel de componentes o subcomponentes cuando junto con el análisis más microscópico de los componentes se puede determinado una deficiencia en la producción, diseño u otros defectos, si los hubiere.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Vehículo Toyota Prius G3

Este vehículo a diferencia de la primera y segunda generación, tienen características muy notorias como lo son el peso y tamaño. La tercera generación del Toyota Prius al igual que las otras generaciones fueron mejorando en la tecnología y en componentes, haciendo que esta diferencia sea más notoria en países como Estados Unidos.

La batería (Figura 5) se encuentra localizada en la parte inferior de los asientos traseros (Toyocosta, 2019).

Figura 5

Batería Toyota Prius 2004-2009 Tercera Generación



Tomado de: <http://www.cise.con/portal/notas-técnicas/ítem/465-temperatura-en-bater%C3%ADas-de-veh%C3%ADculos-h%C3%ADbridos.html?tmpl=component&print=1>

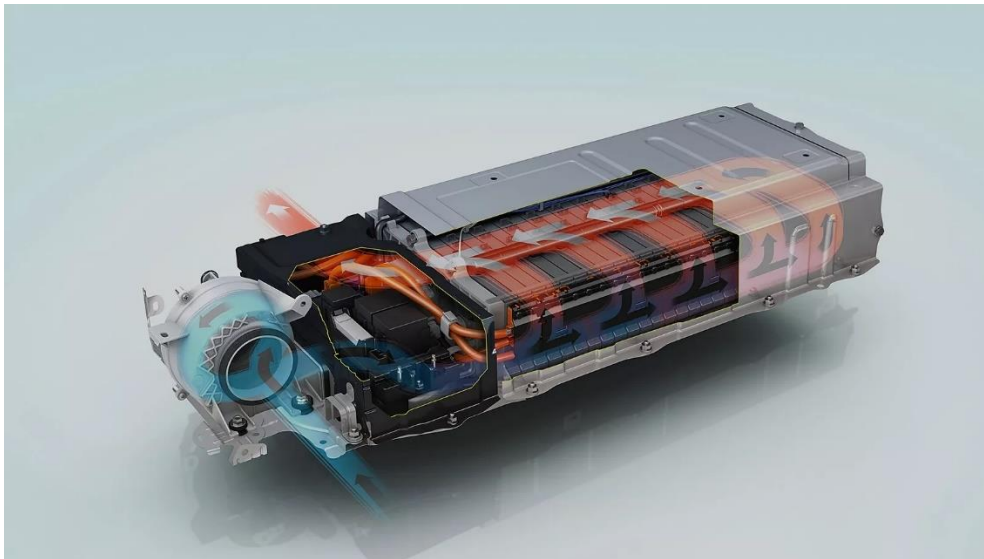
2.2.2 Batería de Automóvil Híbrido

Una batería de automóvil híbrido (Figura 6) es como cualquier otra batería excepto que es recargable y tiene suficiente energía, como para mover un gran vehículo pesado por la carretera durante varios kilómetros.

La batería híbrida son acumuladores con sistemas petroleoquímicas, los cuales condensan grandes cantidades de energía, con la función de movilizar un vehículo híbrido, a través de su sistema de control de tracción eléctrico, soportando ciclos de descargas importantes y constantes (Espinoza, 2015).

Figura 6

Batería del Vehículo Híbrido



Tomado de: <https://www.Toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/2018/mantenimiento-bateria-coche-hibrido-toyota>

Las baterías se pueden clasificar en distintas formas, según sea: diseño, sus características de funcionamiento, el campo de aplicación, etc., pero a continuación se muestra la clasificación de las baterías de acuerdo con la posibilidad de recarga. En esta última categoría existen las baterías primarias y las secundarias (Pérez, 2003).

Las baterías primarias no permiten ser recargadas una vez que han sido descargadas, por lo que la única opción es reemplazarla, el campo de aplicación son elementos que funcionan con potencias bajas, por tal razón generalmente son de tamaño pequeño (Pérez, 2003).

Las baterías secundarias tienen un campo de aplicación muy extenso, se caracterizan por su posibilidad de recarga, por su elevada densidad de potencia, su elevado régimen de descarga, su curva de descarga plana, y su buen comportamiento a temperatura bajas (Pérez, 2003). Según Pérez, la clasificación dada por medio del campo de aplicación las baterías secundarias tienen la siguiente subdivisión:

2.2.3 Baterías que Funcionan en Régimen Estacionario

La carga de estas baterías se las realiza por medio de una fuente primaria por lo general la red eléctrica y la descarga se da solo de manera ocasional al no tener acceso a la fuente primaria de energía o cuando esta no alcanza con los requerimientos de funcionamiento de la aplicación. Para mantener la batería plenamente cargada durante largos periodos de inactividad se le aplica un régimen continuo de carga. Dentro de la aplicación con este funcionamiento se encuentra las baterías de arranque en vehículos con motor combustión interna, sistemas de alimentación ininterrumpida, etc. (Pérez, 2003).

2.2.4 Baterías que Funcionan con Régimen Cíclicos de Carga y Descarga

Estas baterías se descargan sobre un circuito eléctrico, el cual sirve como fuente de alimentación y posteriormente se recarga desde unas fuentes primarias de energía por lo general la red eléctrica, el uso de estas baterías es similar a las primarias con la diferencia de que cuando están agotada con la energía almacenada pueden volver a recargarse. Dentro de estas aplicaciones se encuentran la mayoría de los sistemas de tracción eléctrica, como los vehículos industriales, los vehículos eléctricos, entre otros (Pérez, 2003).

2.2.5 Tipos de Mantenimiento

Según una publicación del portal de Lux (2012), existen varios tipos de mantenimiento, los cuales son:

- **Mantenimiento periódico:** Periódicamente se debe de realizar el mantenimiento a base de lo que indique el manual de mantenimiento por lo general es entre 6 a 12 meses todo esto dependiendo la empresa o los técnicos que lo definan.
- **Mantenimiento programado:** Este sistema es utilizado con mayor frecuencia para piezas las cuales ya tienen fechas prolongadas y establecidas las cuales por obligación se las deban cambiar, este accionar puede representar inconvenientes a gastos innecesarios ya que se deberá retirar las mismas piezas donde las conforman.
- **Mantenimiento predictivo:** Se basa en tener establecido un listado de posibles fallas que puedan suceder para así evitar problemas con el cliente y retrasos.
- **Mantenimiento preventivo:** Este mantenimiento se realiza para evitar llegar a tener un mantenimiento correctivo y así tenga mayor vida útil del vehículo ya que como todos los componentes son propensos a tener desgastes, deterioro, corrosión, entre otros.

En la Figura 7 puede verse los tipos de mantenimiento aplicados a los vehículos.

Figura 7

Tipos de Mantenimiento



Tomado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/76463/ALLALI%20-%20Propuesta%20de%20un%20plan%20de%20mantenimiento%20para%20la%20flota%20vehicular%20MEGALOG.pdf?sequence=>

2.2.6 Equipos de Diagnóstico

Se utiliza diferentes tipos de equipos para el manejo y diagnóstico de la batería con sistema híbrido entre esa están:

- Banco de prueba carga y descarga (Figura 8): Herramienta utilizada para el diagnóstico y reparación del conjunto de celdas que componen la batería de alta tensión en los vehículos híbridos o eléctricos (Lux, 2012).

Figura 8

Banco de Prueba Carga y Descarga



- Multímetro (Figura 9): Herramienta digital utilizada para las revisiones de resistencias, amperaje, voltaje, continuidad en los vehículos (Lux, 2012).

Figura 9

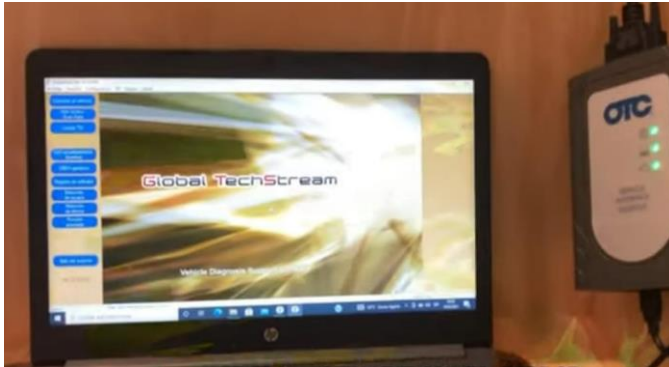
Multímetro para Diagnóstico de Vehículos



- Escáner (Figura 10): Herramienta de diagnóstico y programación original Toyota Tech Stream la cual permite tomar las lecturas de los diferentes componentes del sistema de alta tensión, para el diagnóstico del vehículo híbrido (Lux, 2012).

Figura 10

Escáner de Diagnóstico



2.2.7 Tipos de Celdas de Batería

Según García (2020) existen tres tipos de celdas (Figura 11): la celda plana, celda prismática y celda cilíndrica.

La celda plana conocido también como "celda pouch", presenta ventajas en su geometría, la cual se puede colocar de cualquier forma, es de fácil en la elaboración a diferencia de otras celdas, se necesita más trabajo a nivel del módulo. La celda plana se considera uno de los más habituales en la construcción de automóviles ya que tiene buena derivación de temperatura todo esto es posible gracias al libre posicionamiento de apilamientos de electrodos (García, 2020).

La celda prismática tiene compuesto ánodos apilados y cátodos. Tiene una carcasa metálica muy resistente, existe un gran ahorro de espacio a la hora de empaquetar el módulo.

La diferencia es que la carcasa que cubre esta celda es elevada en costo, pero es más segura y brinda mayor densidad de energía al módulo. Tiene como característica una excelente densidad, seguridad y como resultado larga vida útil. Esta celda por lo general la tienen los vehículos eléctricos (García, 2020).

La celda cilíndrica se suele utilizar en el tipo 21700 para la elaboración de automóviles. Por el diseño de la celda, la carga que tiene será limitada y por eso es necesario varias celdas para obtener una buena potencia. Están compuestas con un ánodo y cátodo que van enrollados por un separador formando un cilindro. La desventaja se debe a su forma que al ser cilíndrica ocupa mucho espacio a diferencia de los otros (García, 2020).

Figura 11

Geometría de las Celdas

GEOMETRÍA	CILÍNDRICA	PRISMÁTICA	TIPO BOLSA
Imagen de referencia			
Disipación térmica	Poca área exterior, disipación pobre comparada con otras geometrías.	Área externa mayor, disipación mayor a la presentada en celdas cilíndricas.	
Densidad de empaquetado	Pobre	Alta	Alta
Rigidez de la estructura	Robusta	Robusta	Vulnerable
Costo	Costo bajo en tamaños estándar	Alto costo, comparado con otras geometrías	Costo bajo

Tomado de: <https://www.revistaautocrash.com/fabricacion-de-baterias-electricas-conozca-las-tecnologias-en-sus-componentes-y-materiales/>

2.2.8 Costo de Reemplazo de la Batería Híbrida

Las baterías de alto kilometraje pueden costar hasta \$2,000 dependiendo el país que vivan , y si se necesita una batería nueva para el vehículo Prius, es importante investigar antes de reparar el automóvil. Si no se tiene cuidado, los mecánicos podrían tratar de cobrar más de lo justo. Para evitar que cobren de más por el reemplazo de la batería híbrida, se debe asegurar de que cualquier estimación o cotización incluya todos los costos de mano de obra para quitar e instalar un paquete de batería híbrido nuevo completo (no solo un módulo). También debe incluir repuestos e impuestos.

Generalmente, el costo de reemplazo de una batería híbrida puede oscilar entre \$ 2000 y \$ 5000. En última instancia, el precio puede variar según el modelo y marca del vehículo o

incluso el centro de servicio. Sin embargo, si se decide reemplazar la batería, hay algunas cosas a considerar en términos del costo de reemplazo de la batería híbrida:

- La duración de la batería de un vehículo híbrido puede verse afectada por condiciones climáticas extremas.
- Prestar atención a las luces de advertencia del tablero, ya que pueden alertar sobre cualquier problema anormal que pueda estar experimentando el vehículo híbrido.
- A veces el sistema híbrido falla, pero eso no significa que la batería haya fallado o se deba reparar o reemplazar.

2.2.9 Seguridad en la Medición de Vehículos Híbridos

Todos los principales fabricantes de automóviles y camiones están desarrollando vehículos híbridos, y la tecnología híbrida es un salto hacia los componentes avanzados de propulsión eléctrica que se utilizarán tanto en vehículos con celdas de combustible de hidrógeno como en vehículos totalmente eléctricos. La complejidad y sofisticación de los vehículos híbridos de hoy están muy por encima de las de un automóvil o camión normal.

En ninguna parte es esto más evidente que en una comparación de circuitos eléctricos híbridos y no híbridos. Mientras que el sistema eléctrico de un vehículo convencional funciona casi en su totalidad con voltajes de doce a catorce voltios, el vehículo híbrido actual puede producir cinco o más voltajes de circuito diferentes, que van desde 12 a 650 voltios. Se emplean corrientes de CA y CC, y los voltajes variables son comunes.

Los híbridos están diseñados para minimizar la necesidad de medir directamente circuitos activos de alto voltaje. Sin embargo, habrá momentos en que el técnico especializado en vehículos híbridos tendrá que hacer precisamente eso. Si bien trabajos de investigación como este solo pueden complementar la información de servicio del OEM, existen algunas precauciones generales que un técnico profesional debe tomar al acercarse a un circuito de alto voltaje.

2.2.10 Arquitectura de Vehículos Eléctricos

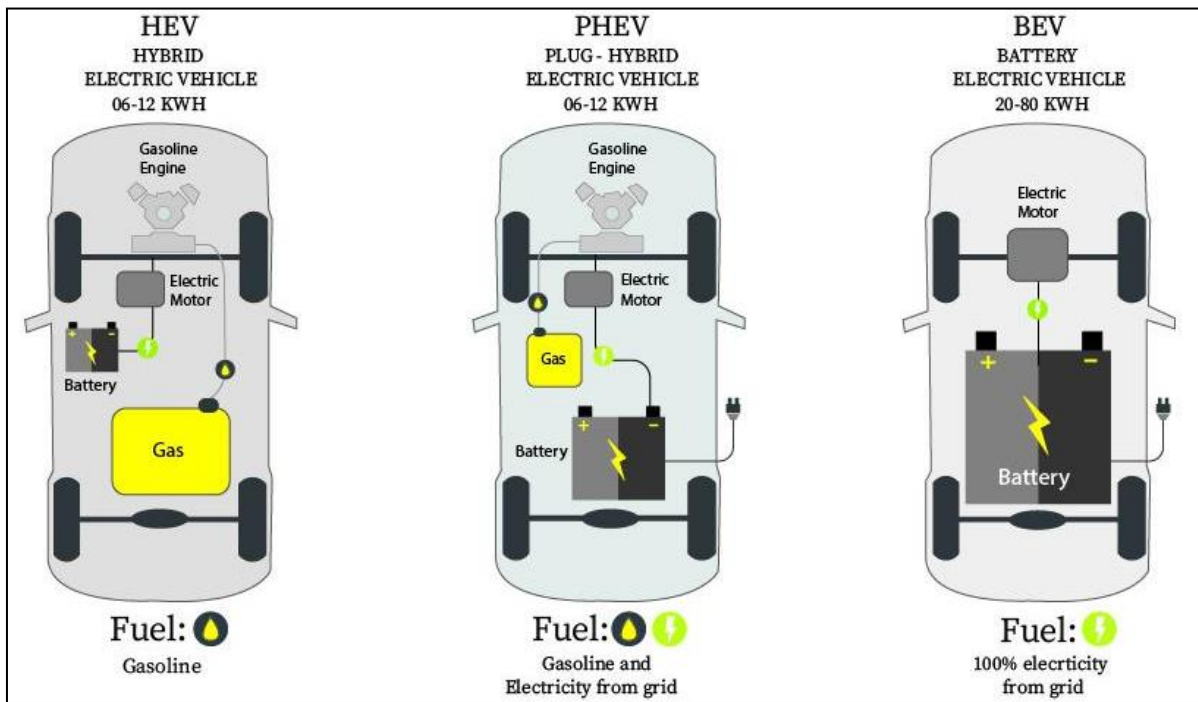
La arquitectura del vehículo eléctrico es la columna vertebral de los vehículos eléctricos.

Los siguientes son los tipos de vehículos eléctricos (Figura 12):

- Vehículo eléctrico híbrido.
- Vehículo eléctrico híbrido enchufable (PHEV).
- Vehículo eléctrico de batería (BEV).

Figura 12

Arquitectura de los Vehículos



Tomado de: <https://e-vehicleinfo.com/electric-vehicle-architecture-ev-powertrain-components/>

En los modelos anteriores, hay diferentes potenciales y diferentes configuraciones, pero PHEV tiene la misma transmisión que un vehículo eléctrico. En la arquitectura de un vehículo híbrido, el vehículo convencional simplemente se modifica con motores eléctricos, y la operación del ciclo de manejo es de tal manera que el motor que quema combustible es más eficiente en un rango pequeño y en el punto de operación más eficiente produce menos emisiones.

2.2.11 Precauciones en Circuitos de Alto Voltaje de un Vehículo Híbrido

Como todos los mecanismos de apagados híbridos están conectados directamente a cables de alto voltaje, se deben usar guantes aislantes (Figura 13) al quitar el enchufe de servicio HV de un vehículo híbrido (Ford, Toyota, Lexus).

Figura 13

Precauciones en Circuitos de Alto Voltaje de un Vehículo Híbrido



Tomado de: <https://www.blogmecanicos.com/2015/12/medidas-de-seguridad-en-la-reparacion.html>

Para deshabilitar o aislar de manera segura los circuitos de alto voltaje de un híbrido, se debe tener:

- Una comprensión de los procedimientos de apagado del sistema de alto voltaje aprobados por el fabricante del vehículo para el vehículo específico que se está reparando.
- Un par de guantes aislantes de caucho o caucho sintético, clasificados para al menos 1000 voltios CA (Clase 0), que no tengan fallas.

- Un multímetro digital con una capacidad nominal de al menos 1000 voltios, CAT III o CAT IV.
- Cables eléctricos con una capacidad nominal de al menos 1000 voltios, CAT III o CAT IV, y que estén equipados con al menos una pinza amperimétrica.

2.2.12 Protocolos de Servicio

Antes de realizar mantenimiento en un vehículo híbrido se recomienda observar estos protocolos de servicio:

- Un híbrido no se apaga necesariamente hasta que se verifica que el vehículo está apagado.
- Mantenga las llaves del vehículo a una distancia segura del híbrido, más de 6 m, ya que muchos vehículos híbridos tienen encendido sin llave, con sensibilidad de encendido/apagado de hasta 6 m del vehículo.
- Siempre verifique el indicador de Encendido del tablero de instrumento vehículo para asegurarse de que el vehículo esté realmente "apagado" antes de realizar cualquier tipo de trabajo en el vehículo.

Capítulo III

Protocolo de Mantenimiento en el Sistema de Alta Tensión del Vehículo

Los avances incesantes en el desarrollo de tecnología de vehículos híbridos y totalmente eléctricos continúan planteando nuevos desafíos para el sector automotriz.

La batería de alto voltaje (HV) se ha considerado durante mucho tiempo como una "caja negra". Pero ahora, cada vez son más los fabricantes que también se aventuran en la reparación de baterías HV.

El mantenimiento del sistema de alta tensión de un vehículo eléctrico es esencial para garantizar su seguridad y fiabilidad.

A continuación, se presenta un protocolo de mantenimiento básico que puede ser adaptado según las especificaciones del fabricante y las condiciones de uso del vehículo:

- Inspección visual: Realice una inspección visual del sistema de alta tensión, prestando especial atención a las conexiones y cables. Si se detecta algún signo de desgaste, daño o corrosión, se debe proceder a su reparación o reemplazo.
- Comprobación del nivel de líquido refrigerante: Verifique el nivel de líquido refrigerante del sistema de enfriamiento del motor eléctrico. Si el nivel es bajo, agregue líquido refrigerante según las especificaciones del fabricante.
- Comprobación del estado de las baterías: Compruebe el estado de carga y la salud de las baterías del sistema de alta tensión utilizando un equipo de diagnóstico. Si se detecta un problema, se debe proceder a su reparación o reemplazo.
- Comprobación de la tensión del sistema: Verifique la tensión del sistema de alta tensión utilizando un multímetro. Si la tensión es demasiado alta o baja, se debe proceder a su ajuste según las especificaciones del fabricante.

- Comprobación de los fusibles: Compruebe el estado de los fusibles del sistema de alta tensión. Si alguno de ellos está quemado, reemplácelo por uno nuevo del mismo amperaje.
- Comprobación de la estanqueidad del sistema: Verifique la estanqueidad del sistema de alta tensión utilizando un detector de fugas. Si se detecta una fuga, se debe proceder a su reparación.
- Limpieza del sistema: Limpie el sistema de alta tensión con un paño suave y húmedo para eliminar cualquier suciedad o residuos acumulados.
- Es importante que este protocolo se realice regularmente según las especificaciones del fabricante del vehículo y en función de las condiciones de uso de este, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de alta tensión y la seguridad de los ocupantes del vehículo.

3.1 Funcionamiento de Sistema Híbrido del Toyota Prius

El Prius de segunda generación como vehículo híbrido gasolina-eléctrico utiliza la tecnología Hybrid Synergy Drive significa que el vehículo contiene un motor de gasolina y un motor eléctrico para obtener energía. Las dos fuentes de energía híbridas se almacenan a bordo del vehículo:

1. Gasolina almacenada en el tanque de combustible del motor de gasolina.
2. Electricidad almacenada en un paquete de baterías de vehículo híbrido (HV) de alto voltaje para el motor eléctrico.

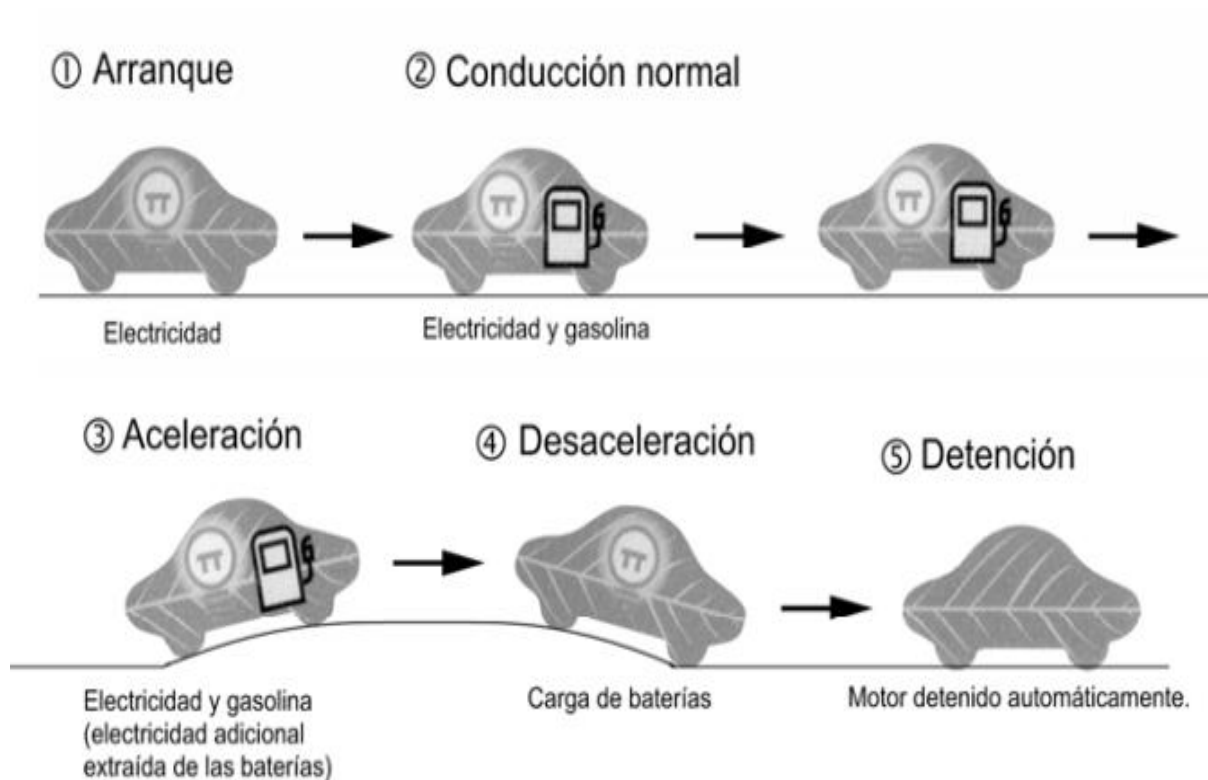
El resultado de combinar estas dos fuentes de energía da una mejor economía de combustible y emisiones reducidas. El motor de gasolina también alimenta un generador eléctrico para recargar la batería; a diferencia de un vehículo totalmente eléctrico, del Toyota Prius no necesita recargarse de una fuente de energía eléctrica externa.

Dependiendo de las condiciones de conducción, se utilizan una o ambas fuentes para impulsar el vehículo.

La figura 14 muestra cómo funciona el Vehículo Toyota Prius en diversas condiciones de conducción.

Figura 14

Modos de Funcionamiento del Vehículo Híbrido



Tomado de: <https://techinfo.Toyota.com/techInfoPortal/staticcontent/en/techinfo/html/prelogin/docs/3rdprius-ES.pdf>

Los estados de funcionamiento del Vehículo Toyota Prius en diversas condiciones de conducción son los siguientes:

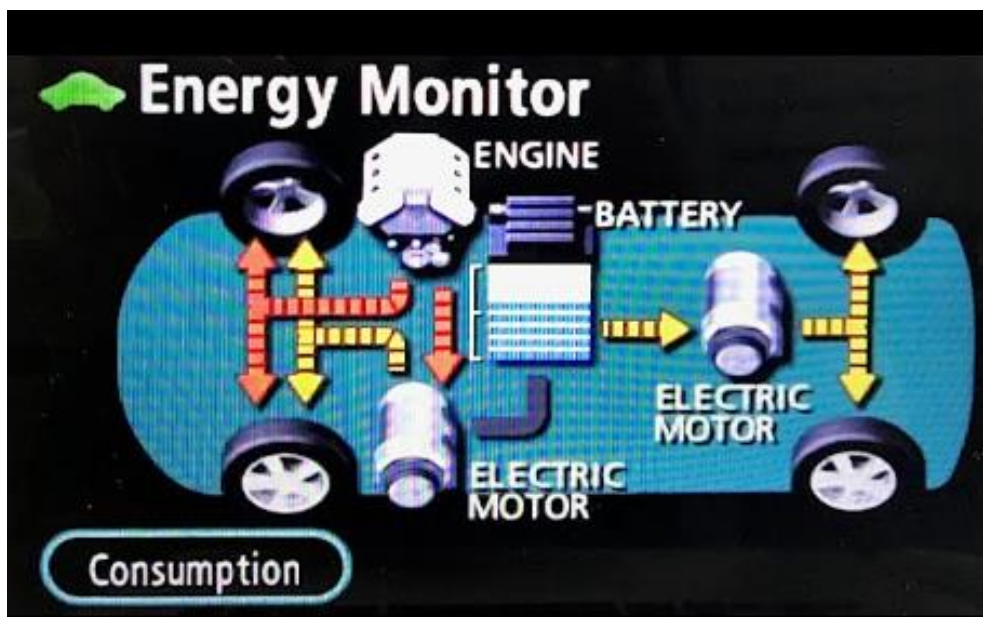
1. Durante una ligera aceleración a baja velocidad, el vehículo es propulsado por el motor eléctrico.
2. El motor de gasolina está apagado.

3. Durante la conducción normal, el vehículo funciona principalmente con un motor de gasolina. El motor de gasolina también alimenta el generador para recargar la batería.
4. Durante la aceleración total, como al subir una colina, tanto el motor de gasolina como el motor eléctrico alimenta el vehículo.
5. Durante la desaceleración, como al frenar, el vehículo regenera la cinética energía de las ruedas para producir electricidad que recarga la batería.
6. Mientras el vehículo está parado, el motor de gasolina y el motor eléctrico están apagados, sin embargo, el vehículo permanece encendido y operativo.

En la figura 15 se muestra en la pantalla el modo de funcionamiento del vehículo.

Figura 15

Monitor de Funcionamiento



Tomado de: <https://biznakenya.com/used-toyota-prius-2004-2009-review/>

3.2 Características Generales del Vehículo de Prueba

3.2.1 Vehículo Utilizado

El vehículo Toyota Prius con un motor 1.8 L, debido a que se toma de referencia la estadística de uno de los HV más vendidos en el Ecuador.

En la Tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas del vehículo.

Tabla 2

Datos del Vehículo Toyota Prius

Dato	Especificación
• Marca	• Toyota
• Modelo	• Prius Hybrid Modelo A
• Año	• 2010
• Motor a Combustión	• 2ZR-FXE / 1790 cm ³
• Potencia (MCI)	• 60 kW at 5000 rpm
• Motor Eléctrico	• AC Sincrónico de Imán Permanente / Amperaje 5A
• Potencia Máxima (ME)	• 50 kW entre 1200 y 1540 rpm
• Combustible	• Gasolina
• Clase del vehículo	• M1

3.2.2 Conjunto de Batería de Vehículo Híbrido (HV)

El PRIUS +/PRIUS v cuenta con un vehículo híbrido (HV) de alto voltaje, conjunto de batería que contiene celdas de batería selladas de iones de litio (Li-ion).

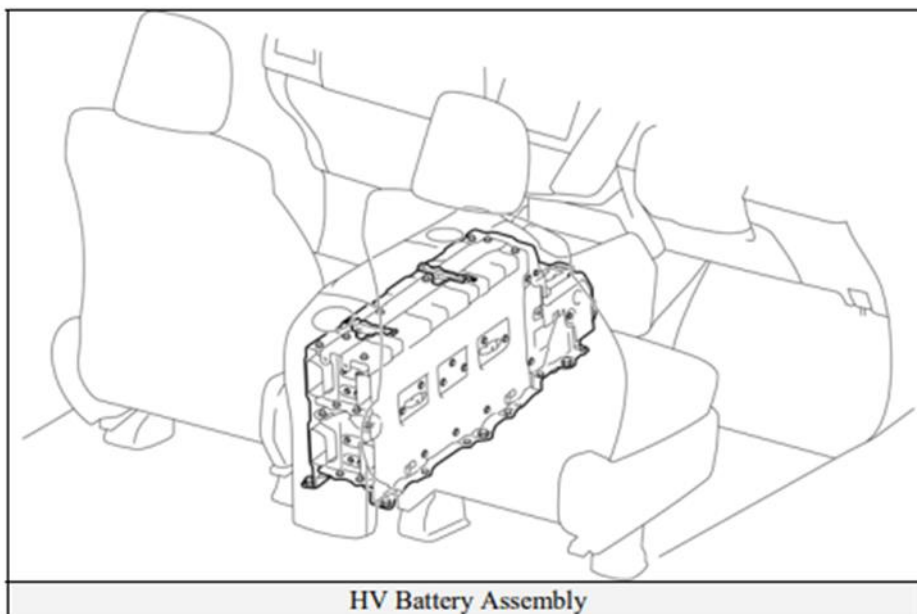
Conjunto de batería HV tiene las siguientes características:

- El ensamblaje de la batería HV está encerrado en una caja de metal y está montado rígidamente debajo de la consola central. La caja de metal está aislada de alto voltaje.

- El conjunto de la batería HV consta de 56 baterías de iones de litio de bajo voltaje (3,6 voltios), celdas de batería conectadas en serie para producir aproximadamente 201,6 voltios y cada celda de la batería de iones de litio es a prueba de derrames y está en una caja sellada (Figura 16).
- El electrolito utilizado en las celdas de la batería de iones de litio es un compuesto orgánico inflamable. El electrolito se absorbe en el separador de celdas de la batería y normalmente no tendrá fugas, incluso en caso de colisión.

Figura 16

Recuperación del Ensamblaje de la Batería HV de Iones de Litio



Tomado de: <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub57399.pdf>

3.2.3 Descripción del Sistema de Accionamiento Eléctrico Híbrido

El vehículo Toyota Prius del año 2010 es un automóvil híbrido de nueva generación que se introdujo en el mercado por Toyota Motor Corporation. Como vehículo híbrido, el Toyota Prius del año 2010 usa tanto un motor de combustión interna alimentado por gasolina capaz de entregar una potencia máxima de salida de 57 kW y un motor eléctrico alimentado por batería capaz de entregar una potencia máxima de salida de 50 kW como fuerza motriz. La combinación de estas dos fuentes de energía motriz da como resultado una mayor

eficiencia del combustible y una reducción emisiones en comparación con los automóviles tradicionales y proporciona al vehículo Toyota Prius del año 2010 las siguientes características de ahorro de energía:

- La reducción de la pérdida de energía se logra deteniendo automáticamente el motor cuando está en ralentí.
- La energía se recupera y reutiliza capturando la energía cinética que normalmente se desperdicia como calor durante la desaceleración y el frenado. El motor de arranque y el motor eléctrico convierten esta energía en electricidad para el uso.
- El motor puede funcionar a la máxima velocidad de eficiencia durante un largo período de tiempo.
- El motor eléctrico proporciona energía suplementaria durante la aceleración cuando la eficiencia del motor es baja.
- La eficiencia óptima del vehículo se logra mediante el uso del motor eléctrico para hacer funcionar el vehículo bajo condiciones de operación cuando la eficiencia del motor es baja y generando electricidad cuando el motor la eficiencia es alta.

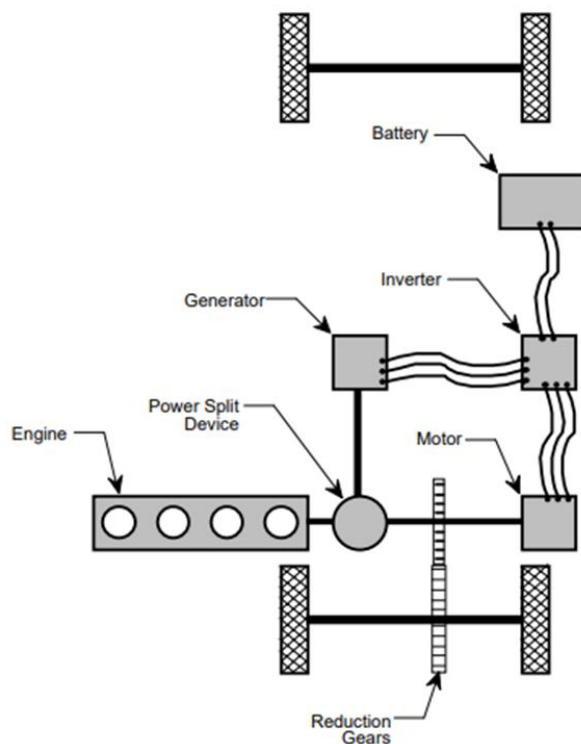
En operación, el vehículo Toyota Prius 2010 es capaz de funcionar en los siguientes modos:

- Cuando la eficiencia del motor es baja, como durante el arranque y velocidades medias, la fuerza motriz es proporcionado por el motor solo utilizando la energía almacenada en la batería.
- En condiciones normales de conducción, la eficiencia general se optimiza controlando la potencia. Asignación de modo que parte de la potencia del motor se utilice para encender el generador para suministrar electricidad para el motor mientras que la potencia restante se utiliza para hacer girar las ruedas.

- Durante los períodos de aceleración cuando se necesita energía adicional, el generador complementa la electricidad que se extrae de la batería para que el motor se suministre con el nivel requerido de energía eléctrica.
- Durante la desaceleración y el frenado, el motor actúa como un generador que es impulsado por las ruedas, por lo que permitiendo la recuperación de la energía cinética. La energía cinética recuperada se convierte en energía eléctrica que se almacena en la batería.
- Cuando es necesario, el generador recarga la batería para mantener suficientes reservas.
- Cuando el vehículo no se mueve y cuando el motor se mueve fuera de cierta velocidad y condiciones de carga, el motor se detiene automáticamente (Figura 17).

Figura 17

Disposición de Componentes para el THS II



Tomado de: <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub57399.pdf>

El circuito de alimentación de alto voltaje del THS II, que incluye el motor y el generador, está diseñado para operar en un rango de voltaje variable de 200 a 500Vdc. Esta característica de diseño de voltaje elevado da como resultado un aumento de la eficiencia porque se puede suministrar energía eléctrica al motor usando una corriente más pequeña. Además, el voltaje elevado permite que el motor funcione a velocidades más altas en las que una fuerza contraelectromotriz alta permite inhibir la velocidad de un motor de menor voltaje.

3.3 Componentes del Sistema del Vehículo Prius

Los componentes principales de THS II en el Prius 2010 incluyen:

- Motor
- Dispositivo de división de potencia
- Generador
- Motor
- Inversor
- Batería

El Toyota Prius de tercera generación (G3) del año 2010 es un vehículo híbrido que combina un motor de gasolina con un motor eléctrico para aumentar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones. Aquí se detallan algunos de los componentes principales de un Toyota Prius G3 2010:

- Motor de gasolina: El Prius G3 2010 suele estar equipado con un motor de gasolina de cuatro cilindros y 1.8 litros.
- Motor eléctrico: Este modelo cuenta con un motor eléctrico que funciona en conjunto con el motor de gasolina para proporcionar potencia y mejorar la eficiencia del combustible.

- Batería híbrida: El vehículo está equipado con una batería híbrida de níquel-metal hidruro (NiMH) que almacena energía para alimentar el motor eléctrico y recuperar la energía de frenado regenerativo.
- Transmisión: El Vehículo Toyota Prius G3 2010 utiliza una transmisión continua variable (CVT) que permite una conducción suave y eficiente al ajustar continuamente la relación de transmisión.
- Sistema de frenado regenerativo: El sistema de frenado regenerativo convierte la energía cinética en electricidad durante el frenado, recargando así la batería híbrida y mejorando la eficiencia general.
- Sistema de gestión híbrida: Un sistema de control computarizado gestiona la transición entre el motor de gasolina y el motor eléctrico según las condiciones de conducción y la demanda de potencia.
- Pantalla de información y entretenimiento: El panel de control muestra información sobre el consumo de combustible, la energía híbrida, la navegación y más.
- Sistema de navegación (opcional): Algunos modelos pueden estar equipados con un sistema de navegación integrado que incluye mapas y funciones de dirección asistida.
- Sistema de climatización: El sistema de aire acondicionado y calefacción está diseñado para ser eficiente energéticamente y puede estar equipado con modos de funcionamiento eco.
- Carrocería y chasis: El Prius G3 2010 presenta un diseño aerodinámico para mejorar la eficiencia del combustible. También cuenta con sistemas de suspensión y dirección diseñados para un manejo cómodo.
- Sistema de seguridad: Puede incluir sistemas de seguridad como bolsas de aire (airbags), frenos antibloqueo (ABS), control de estabilidad (VSC), entre otros.

- Interior y características: Dependiendo del nivel de equipamiento, el interior puede incluir asientos de tela o cuero, controles de audio en el volante, sistema de entrada sin llave, y más.

La especificación para estos componentes se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Especificación para Componentes THS II

Componente	Descripción	Especificación
Engine	Type	Máximo output 1.8-liter gasoline
	Maximum torque	60 kW at 5000 rpm
		115 Newton meter (Nm) at 4200 rpm
Motor	Type	Synchronous ac permanent magnet
	Maximum output	50 kW between 1200 and 1540 rpm
	Maximum torque	400 Nm between 0 and 1540 rpm
System*	Maximum output	82 kW at 85 km/h and higher
	Maximum torque at 22 km/h	478 Nm
	or lower	
Battery	Type Construction	Nickel-metal hydride 28 each 7.2V modules connected in series
	Voltage	201.6V
	Power output	21 kW

*Maximum combined engine and hybrid battery output and torque constantly available within a specified vehicle speed range.

Sources: <http://www.Toyota.co.jp/en/tech/environment/th2/>,
<http://www.Toyota.com/vehicles/2005/prius/specs.html>

El sistema híbrido es del tipo de tren de potencia que emplea una combinación de dos tipos de fuerzas motrices, tales como un motor de gasolina y un MG2. Este sistema se

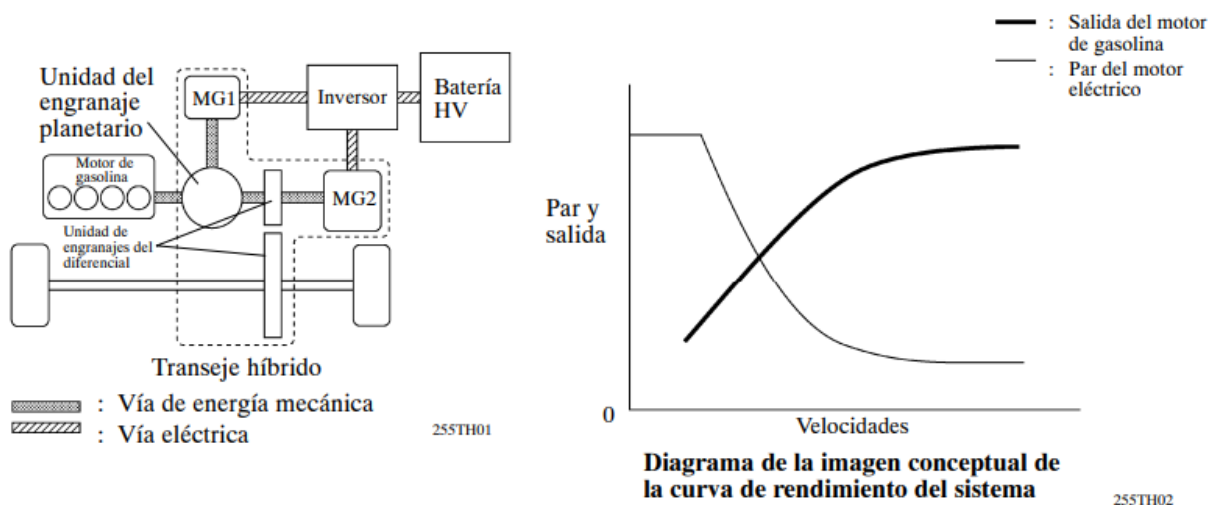
caracteriza por su uso inteligente de los dos tipos de fuerzas motrices de acuerdo con las condiciones de marcha. Utiliza al máximo las fuerzas de cada una de las fuerzas motrices y complementa sus debilidades. Por lo tanto, puede alcanzar un rendimiento de alta respuesta y dinámico, así como la gran reducción del consumo de combustible y de las emisiones de los gases de escape. El THS-II puede dividirse a grandes rasgos en dos sistemas, el sistema híbrido en serie y el sistema híbrido paralelo.

3.4 Operación Básica del Sistema Híbrido del Vehículo Prius

En el THS-II se adapta un convertidor de elevación de tensión dentro del conjunto inversor (Figura 18).

Figura 18

Sistema Híbrido



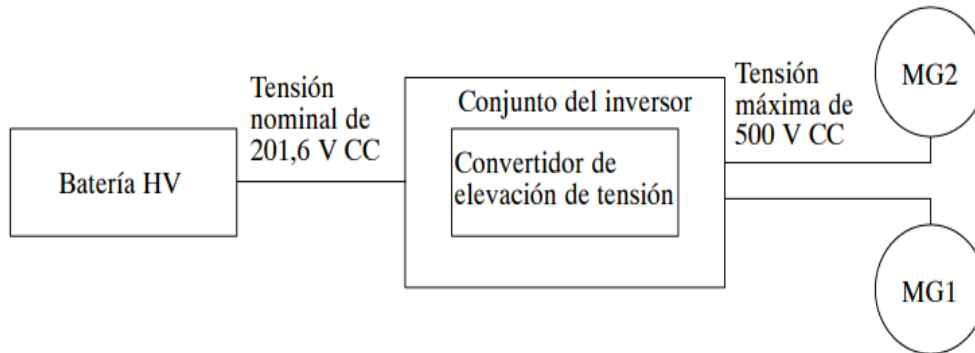
Tomado de: <https://www.greentecauto.com/hybrid-battery/toyota-hybrids/prius-hybrid-batteries/toyota-prius-2010-2015/toyota-prius-generation-3-hybrid-battery>

El motor 2ZR-FXE ocupa un lugar intermedio en el rango de potencia de la familia ZR, entre los motores 1ZR y 3ZR. Este motor de gasolina de cuatro cilindros y 1.8 litros se introdujo en 2007 y rápidamente se convirtió en una alternativa para la unidad de potencia 1ZZ-FE (Figura 19). Toyota produce algunas variantes diferentes del 2ZR según los modelos

de vehículos (por ejemplo, el Toyota Corolla normal o el Toyota Prius híbrido) y los mercados (Europa, Japón, América del Norte, etc.).

Figura 19

Unidad de Potencia en un Vehículo Híbrido



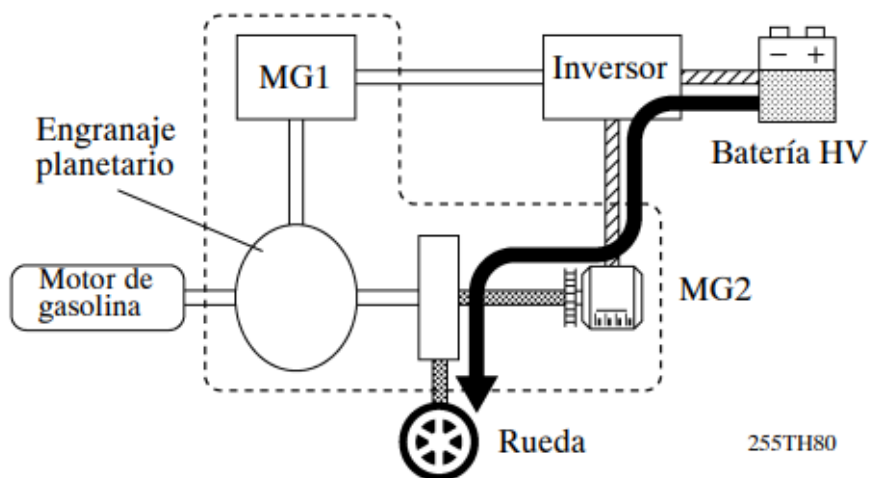
Tomado de: <https://f01.justanswer.com/>

Este sistema controla los modos siguientes para conseguir las operaciones más eficientes para adaptarlas a las condiciones de la marcha

(1) El suministro de energía eléctrica desde la batería HV al MG2 proporciona fuerza para impulsar las ruedas (Figura 20).

Figura 20

Operación Básica del Sistema

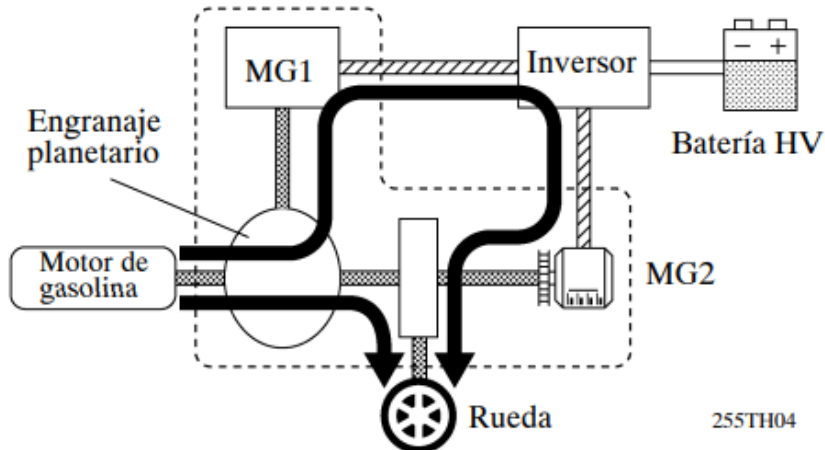


Tomado de: <https://f01.justanswer.com/>

(2) Mientras el motor de gasolina impulsa las ruedas a través de los engranajes planetarios, MG 1 gira mediante el motor de gasolina a través de los engranajes planetarios para suministrar la electricidad generada a MG2 (Figura 21).

Figura 21

Operación Básica del Sistema

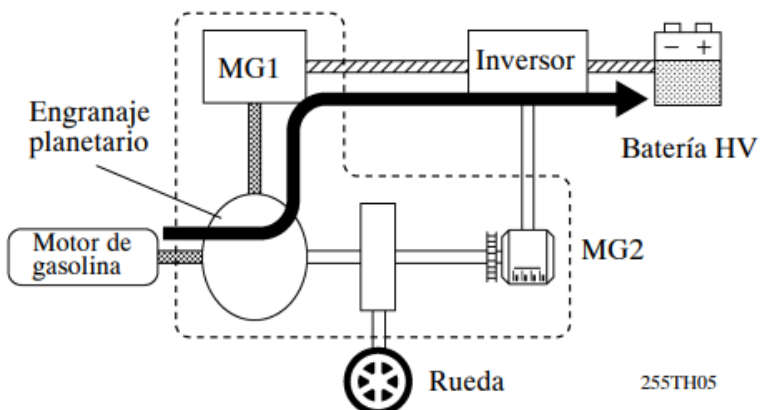


Tomado de: https://f01.justanswer.com/manuel0253/a1bbe9f9-a169-431b-949a-67fe64cee7b7_m_th_0003.pdf

(3) El motor de gasolina hace girar MG1 mediante los engranajes planetarios para cargar la batería HV (Figura 22).

Figura 22

Operación Básica del Sistema

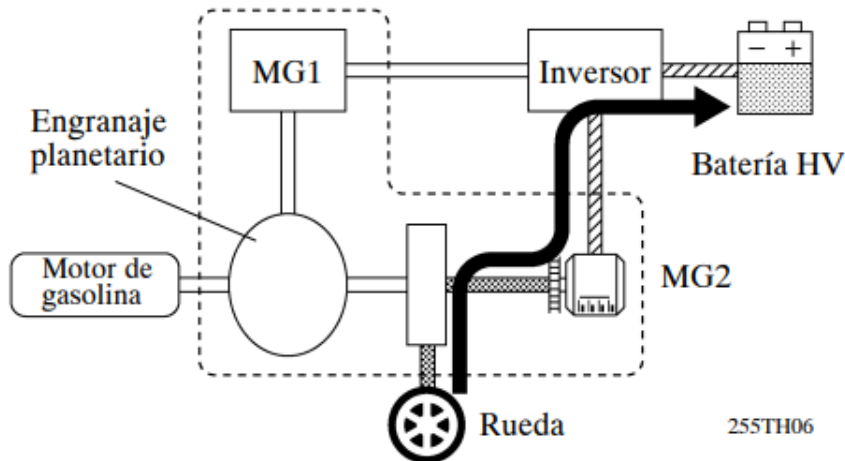


Tomado de: https://f01.justanswer.com/manuel0253/a1bbe9f9-a169-431b-949a-67fe64cee7b7_m_th_0003.pdf

(4) Cuando el vehículo se desacelera, la energía cinética de las ruedas se recupera y se convierte a energía eléctrica, y se emplea para recargar la batería HV mediante MG2 (Figura 23).

Figura 23

Operación Básica del Sistema



Tomado de: https://f01.justanswer.com/manuel0253/a1bbe9f9-a169-431b-949a-67fe64cee7b7_m_th_0003.pdf

La ECU HV cambia entre estos modos ((1), (2), (3), (1) + (2) + (3), o (4)) de acuerdo con las condiciones de la marcha.

Sin embargo, cuando el SOC (State of Charge – estado de carga) de la batería HV es bajo, la batería HV se carga mediante el motor de gasolina que hace girar a MG1.

El "ECU HV" se refiere al "Controlador de Unidad de Alta Tensión" en un vehículo híbrido como el Toyota Prius G3 del año 2010. Este componente es esencial para la operación del sistema de propulsión híbrida y está encargado de gestionar y controlar el flujo de energía entre la batería de alta tensión y los motores eléctricos del vehículo.

Como resultado, se consigue mayor economía del combustible en comparación con los vehículos de motor de gasolina convencionales, a un nivel reducido de emisión de gases de escape. Además, este revolucionario tren de transmisión ha eliminado los impedimentos

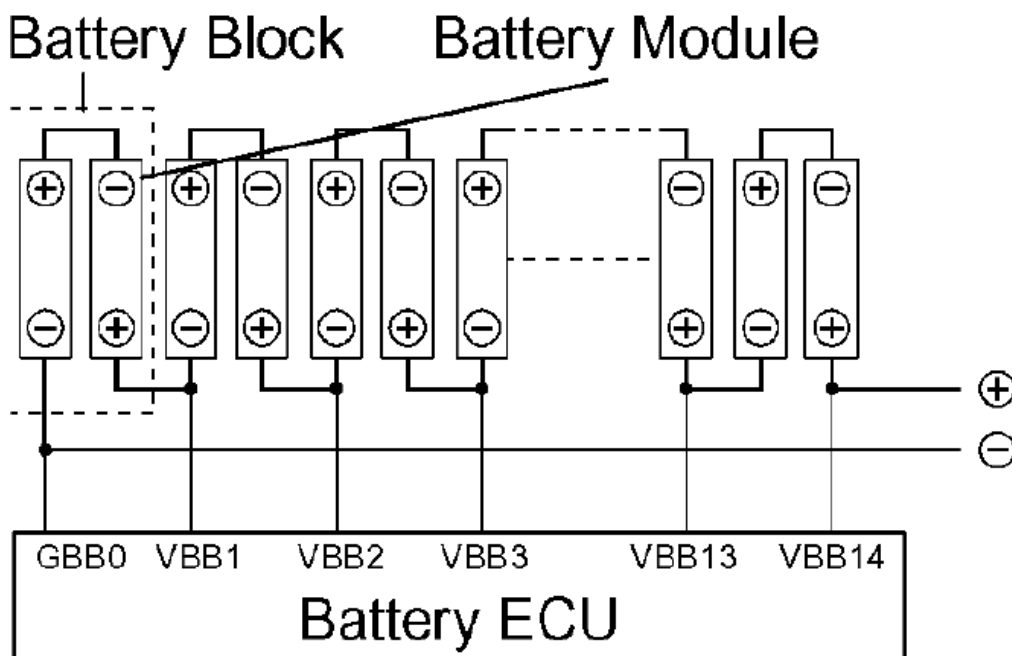
asociados con los vehículos eléctricos (tales como el margen corto de marcha o su dependencia en unidades de recarga exteriores).

3.5 Funcionamiento del Conjunto de Baterías HV del Sistema Híbrido en el Prius

En general un conjunto de baterías funciona entregando y recibiendo energía eléctrica, y aunque los medios para alcanzarlo son distintos de un vehículo convencional, se realiza un recuento de los modos de operación que demandan el funcionamiento de este sistema (Figura 24).

Figura 24

Conjunto de Baterías HV un Sistema Híbrido



Tomado de: <https://autosporte.com/la-bateria-de-alta-tension-en-vehiculos-hibridos/>

La unidad de control de potencia consta de los siguientes componentes:

- Motor inversor
- Inversor generador
- Convertidor reductor/acelerador
- Compresor inversor de aire acondicionado
- Convertidor de CC a CC de 12 V

La unidad, que se muestra en la Figura 25, es capaz de convertir la CC de la batería en CA para conducir.

- El motor y un convertidor de CC a CC para conversión a 12 V para equipos auxiliares. También incluye un convertidor de CC a CC bidireccional de alto voltaje que aumenta la batería de 200 V hasta un máximo de 500 V CC.
- Reduce el enlace de CC de mayor voltaje (que puede oscilar entre 200 V y 500 V) para cargar los 200 V de la batería.

Figura 25

Inversor del Toyota Prius



Tomado de: <https://info.ornl.gov/sites/publications/Files/Pub57399.pdf>

La ECU de control de gestión de energía tiene las siguientes funciones:

- Realiza un control integral del sistema híbrido.
- Se recibe información de varios sensores, así como de las ECU (ECM, MG ECU, unidad inteligente de batería y la unidad de control de derrape), y en base a esto se calcula el par requerido y la potencia de salida. La unidad de control de

administración de energía transmite el resultado calculado al ECM, a la ECU del MG y a la unidad de control de derrape.

- Supervisa el SOC de la batería HV.
- Controla el convertidor DC-DC.
- Controla el conjunto de la bomba de agua del inversor.
- Controla el conjunto del ventilador de enfriamiento de la batería.

3.6 Proceso de Mantenimiento del Sistema de Alto Voltaje

3.6.1 Presentación de Especificaciones del Paquete de Baterías

- Energía total = 1310Wh = 1,31kWh
- Energía utilizable ~520Wh
- Ventana de SoC utilizable 40% (40 a 80%)
- Potencia máxima de descarga 21,2 kW 10s y 30,0 kW 1s al 50%
- Potencia continua [W]
- Tensión nominal [V] = 201,6V
- Capacidad [Ah] = 6,5Ah
- Rango de voltaje [V] = 180 V a 270 V en uso
- Peso [kg] = 37,2 kg (82 lb)
- Módulo = 1,04 kg
- Paquete de volumen = 66,9 litros (según las dimensiones)
- Módulo = 0,57 litros
- Dimensiones del paquete [m] = 863,6 (34") x 406,4 (16") x 190,5 (7,5") mm
- Módulo = 19,6 mm x 106 mm x 275 mm
- Número de celdas [#] = 168
- 168s

- 1p
- Tiempo de carga [minutos]
- Formato de celda = prismático
- Módulos
- 6 celdas en serie en cada módulo
- 28 módulos en cada paquete.
- Cada módulo contiene un controlador de carga y un relé.

3.6.2 *Técnicas de Diagnóstico*

La metodología aplicada para determinar el funcionamiento del conjunto de baterías de alto voltaje (HV) en el sistema híbrido del Toyota Prius G3 implica una serie de pasos y técnicas de diagnóstico. A continuación, se proporciona una visión general de cómo puede llevarse a cabo:

- Recopilación de Datos: Se recopilan los datos relacionados con el sistema de baterías HV del Prius G3, que podrían incluir información sobre la carga, descarga, temperatura, voltaje, corriente y otros parámetros relevantes. Estos datos pueden provenir de sensores en el vehículo, herramientas de diagnóstico y sistemas de monitoreo.
- Inspección Visual y Física: Se lleva a cabo una inspección visual y física de las baterías y sus componentes para identificar posibles problemas visibles, como daños, corrosión o cables sueltos.
- Pruebas de Voltaje y Resistencia: Se realizan pruebas para medir el voltaje y la resistencia en las celdas individuales de la batería. Esto puede ayudar a identificar celdas defectuosas o desequilibradas.

- Análisis de la Curva de Descarga: Se realiza una prueba de descarga para analizar la curva de descarga de la batería. Esto puede revelar la capacidad real de la batería y si alguna celda tiene un rendimiento deficiente.
- Análisis Térmico: Se monitorea la temperatura de las baterías durante el funcionamiento normal y bajo carga. El sobrecalentamiento puede indicar problemas en el sistema de enfriamiento o en las celdas individuales.
- Análisis de Códigos de Error: Se utilizan herramientas de diagnóstico para verificar la presencia de códigos de error relacionados con el sistema de baterías. Estos códigos pueden proporcionar pistas sobre problemas específicos.
- Pruebas de Funcionamiento en Condiciones Reales: El vehículo se prueba en condiciones reales de conducción para evaluar el rendimiento general del sistema híbrido y su eficiencia en la alternancia entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico.
- Análisis de Datos Históricos: Si hay registros históricos de datos, se analizan para identificar patrones de comportamiento, degradación gradual de la batería u otros problemas a lo largo del tiempo.
- Comparación con Especificaciones del Fabricante: Se comparan los resultados obtenidos con las especificaciones proporcionadas por el fabricante para determinar si el rendimiento y el estado de la batería están dentro de los rangos aceptables.
- Recomendaciones y Reparaciones: En base a los resultados de las pruebas y el análisis, se realizan recomendaciones para el mantenimiento, reparación o reemplazo de componentes según sea necesario.

Es importante tener en cuenta que la metodología exacta puede variar según la disponibilidad de herramientas de diagnóstico, el acceso a información técnica y las capacidades de los técnicos involucrados. En muchos casos, los fabricantes de vehículos

proporcionan pautas específicas para el diagnóstico y mantenimiento de sus sistemas híbridos, como en este caso del Toyota Prius.

3.7 Descripción del Proceso de Evaluación del Sistema de Alta Tensión

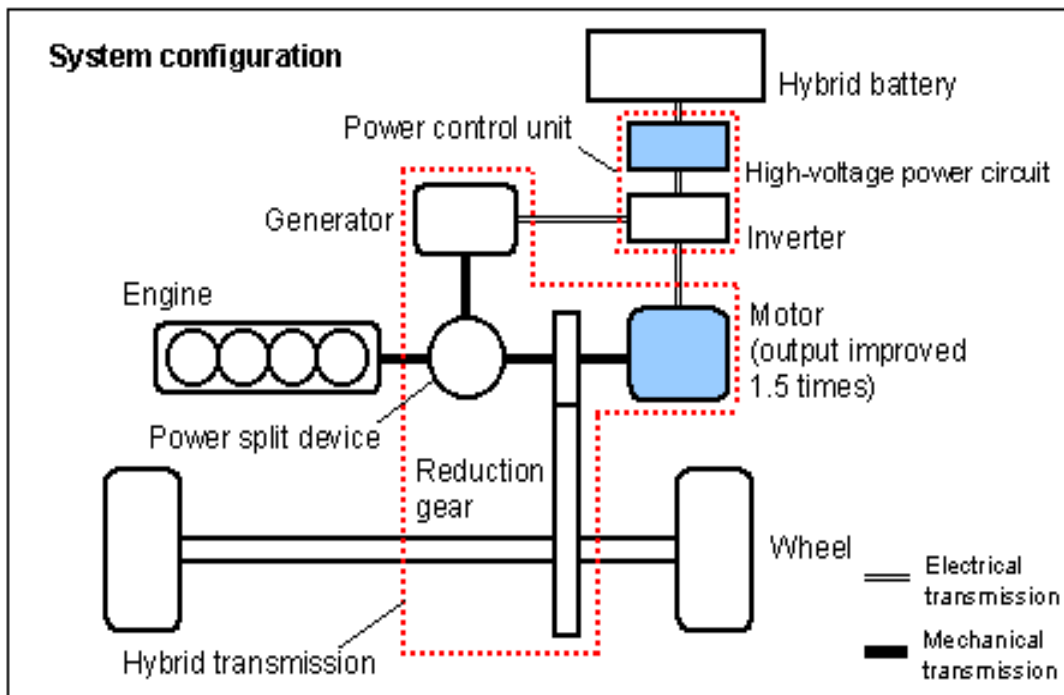
Aquí se describe la metodología general aplicada al mantenimiento del sistema de alta tensión en el vehículo híbrido Toyota Prius G3:

Conocimiento del sistema: Se debe familiarizar con el sistema de alta tensión del vehículo.

Esto incluye comprender cómo funciona el sistema híbrido, las ubicaciones de los componentes de alta tensión y los procedimientos de seguridad asociados (Figura 26).

Figura 26

Conocimiento del Sistema



Tomado de: <https://global.Toyota/en/detail/220017>

Procedimientos de seguridad: Antes de realizar cualquier trabajo en el sistema de alta tensión, asegurarse de seguir las pautas de seguridad proporcionadas por el fabricante.

Esto puede incluir el desactivar el sistema, desconectar la batería de alta tensión y tomar medidas para prevenir descargas eléctricas (Figura 27).

Figura 27*Procedimientos de Seguridad*

Use the proper personal protective equipment (PPE).

Tomado de: <http://jrbtest.jrbassoc.com/CRR/TechInfo%20Battery.pdf>

3.7.1 Herramientas y Equipo a Usar

Se debe asegurar de tener las herramientas y el equipo adecuados para trabajar en el sistema de alta tensión. Esto podría incluir herramientas aisladas, guantes y gafas de seguridad (Figura 28).

Figura 28*Herramientas y Equipos para Comprobar Toyota Prius*

Tomado de: <https://autosoporte.com/la-bateria-de-alta-tension-en-vehiculos-hibridos/>

Inspección visual: Realizar inspecciones visuales regulares para detectar daños en los cables, conectores y otros componentes del sistema de alta tensión. Buscar signos de desgaste, corrosión o deterioro (Figura 29).

Figura 29

Inspección Visual



Tomado de: <https://www.batterydesign.net/toyota-prius-gen-2-battery/>

Mantenimiento preventivo: Seguir el programa de mantenimiento recomendado por el fabricante. Esto puede incluir pruebas de la batería de alta tensión, inspecciones de los sistemas de enfriamiento y calefacción, y verificaciones de los sistemas de carga (Figura 30).

Figura 30

Realización de Mantenimientos



Tomado de: <https://www.toyotaguru.us/prius-2010-manual/hybrid-system-1.html>

Diagnóstico y solución de problemas: Si se presentan problemas en el sistema de alta tensión, se debe utilizar herramientas de diagnóstico recomendadas por el fabricante para

identificar y resolver problemas. Esto podría incluir la lectura de códigos de error y la interpretación de datos del sistema (Figura 31).

Figura 31

Diagnóstico y Solución de Problemas



Check DTCs before beginning hybrid vehicle service.

Insulation malfunctions can cause **high voltage to be present in unexpected locations. Always check DTCs and repair any isolation faults before proceeding with vehicle service.**

DTC	INF Code	Indicates
P0AA6*	526, 611, 612, 613, 614	HV Battery Voltage System Isolation Fault
P0A1D	721, 722, 723, 787, 818	Monitor CPU Malfunction (ECU internal error)
P0AA7	727	Malfunction in insulation monitoring circuit in HV Battery Smart Unit
P0A1F	129	Malfunction in HV battery voltage circuit in the HV Battery Smart Unit

*In 2001-2003 Prius, P3009 was used in place of P0AA6.

Tomado de: <http://jrbtest.jrbassoc.com/CRR/TechInfo%20Battery.pdf>

Capacitación: Asegurarse de que el personal que realizará el mantenimiento esté debidamente capacitado en las técnicas y procedimientos de trabajo en sistemas de alta tensión. La formación adecuada es esencial para garantizar la seguridad y la integridad del sistema.

Documentación: Llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas en el sistema de alta tensión. Esto ayuda a realizar un seguimiento de las inspecciones, diagnósticos y reparaciones anteriores.

Hay que recordar que trabajar en sistemas de alta tensión puede ser peligroso si no se siguen los procedimientos de seguridad adecuados. Siempre es recomendable consultar el

manual del propietario del vehículo y seguir las pautas proporcionadas por el fabricante para garantizar un mantenimiento seguro y efectivo.

3.8 Mantenimiento del Sistema de Alta Tensión del Vehículo Toyota Prius G3

3.8.1 Descripción

El conjunto de batería HV alimenta el sistema eléctrico de alto voltaje con CC. Los cables de alimentación de alto voltaje de color naranja positivo y negativo son encaminados desde el conjunto de la batería, debajo del panel del piso del vehículo, hasta el inversor/convertidor. El inversor/convertidor contiene un circuito que aumenta la tensión de la batería de 201,6 a 650 Voltios CC. El inversor/convertidor usa 3-fases AC para alimentar el motor. Los cables de alimentación se conectan desde el Inversor/convertidor a cada motor de alto voltaje (motor eléctrico, generador eléctrico, y compresor de aire acondicionado).

Los ocupantes del vehículo y el personal de emergencia están a salvo del sistema de alto voltaje. Estos circuitos de alta tensión del sistema híbrido pueden funcionar con hasta 650 voltios. Los voltajes son peligrosos y pueden causar lesiones personales graves, quemaduras, descarga eléctrica e incluso la muerte si no se toman las precauciones de seguridad adecuadas. Consultar siempre el manual de reparación para obtener detalles específicos del vehículo.

3.8.2 Inspección del Sistema de Seguridad de Alto Voltaje

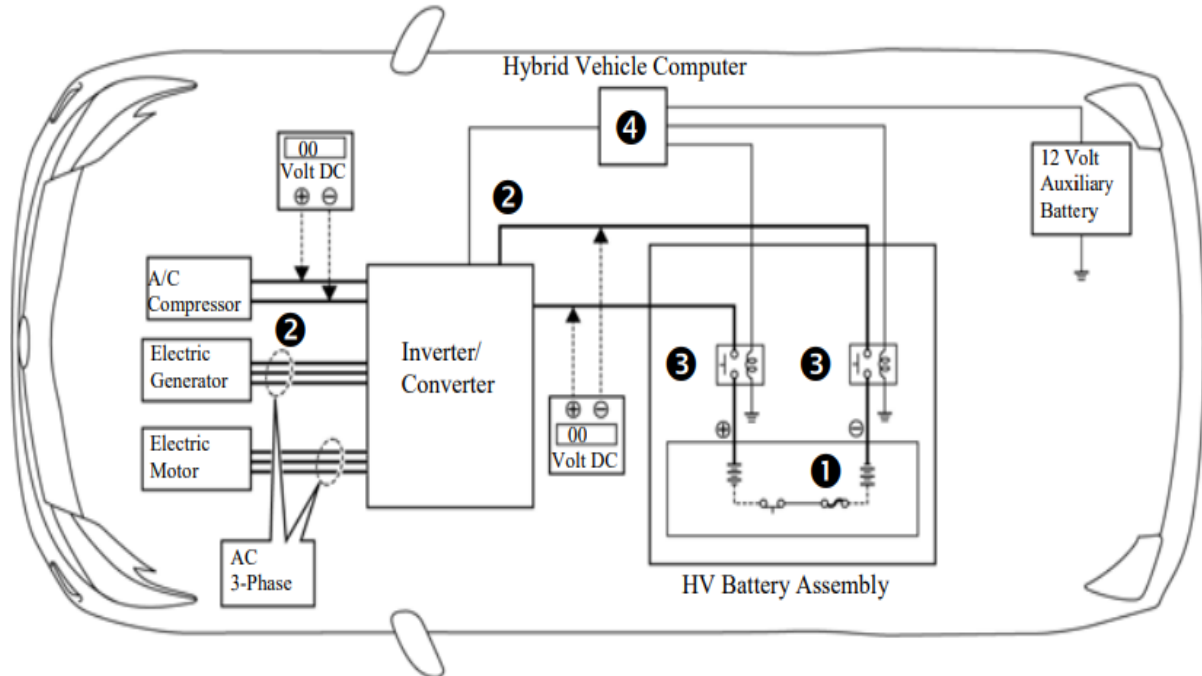
En las figuras 32 y 33 se muestra la disposición de los elementos y a continuación se mencionan su ubicación:

- Un fusible de alto voltaje (1) proporciona protección contra cortocircuitos en la batería HV.
- Cables de alimentación de alto voltaje (2) positivo y negativo conectados al HV y el conjunto de batería está controlado por relés normalmente abiertos (3) de 12 voltios p.
- Cuando el vehículo se apaga, los relés impiden que el flujo eléctrico salga del HV.

conjunto de batería.

Figura 32

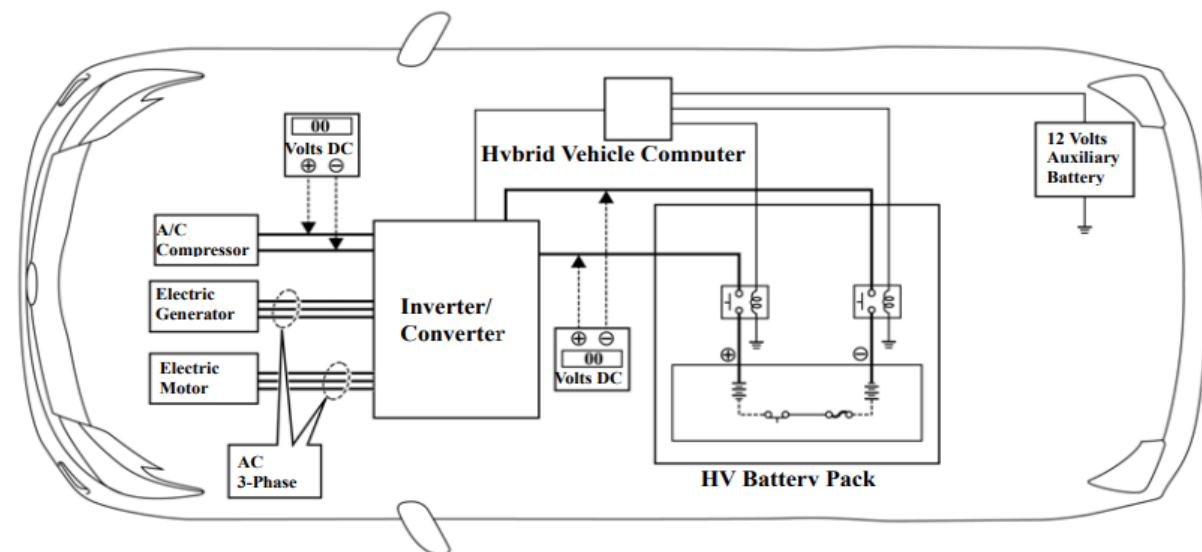
Sistema de Seguridad de Alto Voltaje: Apagado del Vehículo (READY-OFF)



Tomado de: https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/EN/hvdm_prius_zvw35.pdf

Figura 33

Sistema de Seguridad de Alto Voltaje: Vehículo Encendido y Operativo (READY-ON)



Tomado de: https://www.toyota-tech.eu/HYBRID/HVDM/EN/hvdm_prius_zvw35.pdf

Los cables de alimentación positivos y negativos están aislados del metal. La electricidad de alto voltaje fluye a través de estos cables y no a través la carrocería metálica del vehículo. Es seguro tocar la carrocería metálica del vehículo porque está aislado de los componentes de alto voltaje.

El sistema de alto voltaje puede permanecer encendido hasta 10 minutos después del vehículo está apagado o inutilizado. Para evitar lesiones graves o la muerte debido a quemaduras graves o descargas eléctricas, evitar tocar, cortar o romper cualquier cable de alimentación naranja de alto voltaje o componente de alto voltaje.

Buscar etiquetas de advertencia de los componentes de alto voltaje que están claramente identificados por etiquetas de advertencia adheridas al vehículo.

Además, los cables de voltaje y el cableado están generalmente de color naranja (Figura 34) para fácil identificación.

Figura 34

Identificación de los Componentes de Alto Voltaje



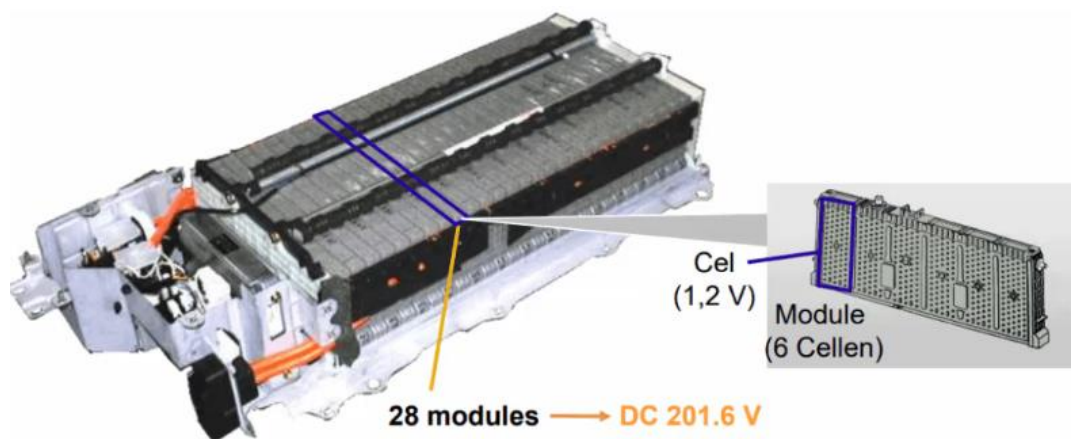
Tomado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8512309/>

3.8.3 Inspección de las Baterías

La figura 35 muestra el conjunto de baterías del Toyota Prius. Esta batería de níquel metal hidruro (NiMH) contiene 28 módulos cada uno de los cuales consta de 6 celdas. Cada celda tiene un voltaje de 1,2 voltios. En total, el voltaje de esta batería es de 201,6 voltios.

Figura 35

Baterías del Toyota Prius



Tomado de: <https://autolab.con.co/blog/calcular-consumo-combustible-kilometro/omado>

En el Toyota Prius 2010, el fabricante recomienda que primero se desconecte el cable negativo de la batería convencional de 12 voltios (que también se encuentra en el maletero).

Retirar el panel del piso del maletero y la cubierta, desconectar la batería de 12 voltios

Luego ubicar el enchufe de servicio en el lado izquierdo y tirar de la manija hacia abajo y hacia afuera para quitar el enchufe.

Si se tiene que quitar o reemplazar el fusible, el cual está ubicado debajo del enchufe de servicio y se sujeta en su lugar mediante dos pernos.

Cuando se reemplaza el enchufe de servicio, se debe asegurar de que la manija regrese a la posición vertical para bloquear el enchufe en su lugar; de lo contrario, un enchufe flojo puede establecer códigos de falla de batería.

Al realizar estas actividades se recomienda usar guantes aislantes.

3.8.4 Condiciones del Vehículo para la Prueba

Se deben considerar algunas recomendaciones previo a la realización de las pruebas, dentro de las cuales se enuncian las siguientes:

- Ubicación de la caja de fusibles (Figura 36).

Figura 36

Ubicación de la Caja de Fusibles



Tomado de: <https://diagrama-de-fusibles.mx/fusibles-toyota-prius-xw30-2010-2015/>

Se diagnostica problemas, en el DLC, que están asociados con cableados pelados, sulfatación de pines y revisar si hace contacto con el OBD II (da señal al scanner) y se procede a realizar el arreglo del DLC (Figura 37).

Se revisa la información de servicio para las descripciones de códigos y los criterios de configuración.

Los códigos indicaban un problema asociado con el paquete de baterías del HV y un problema con una o más celdas en los bloques.

También se consultó el boletín de Servicio Técnico de Toyota, el cual indicaba que el sobrecalentamiento debido a los residuos en el ventilador de enfriamiento del HV podría provocar que se estableciera un código de falla.

Figura 37

Arreglo de DLC



Se comienza verificando las fallas presentes en el vehículo, en este caso las luces de advertencia y la falta de energía.

A continuación, se realiza el diagnóstico completo de Health Check usando un equipo adecuado con el software de diagnóstico de Toyota. Se verificaron ciertos fallos o códigos de falla presentes en el sistema híbrido (Figura 38).

Evitar Derrames: El Toyota Prius contiene los mismos fluidos automotrices comunes que se usan en otros vehículos Toyota no híbridos, con la excepción del electrolito NiMH utilizado en el paquete de baterías HV. El electrolito de la batería NiMH es un cáustico alcalino (pH 13,5) que daña los tejidos humanos. El electrolito, sin embargo, se absorbe en las placas de las celdas y normalmente no se derrama ni gotea incluso si un módulo de batería está agrietado. Es poco probable que se rompa tanto la caja metálica del paquete de baterías como un módulo de batería metálico.

Figura 38

Códigos Encontrados en el Vehículo para las Pruebas



3.8.5 *Códigos que Quedaron en el Vehículo*

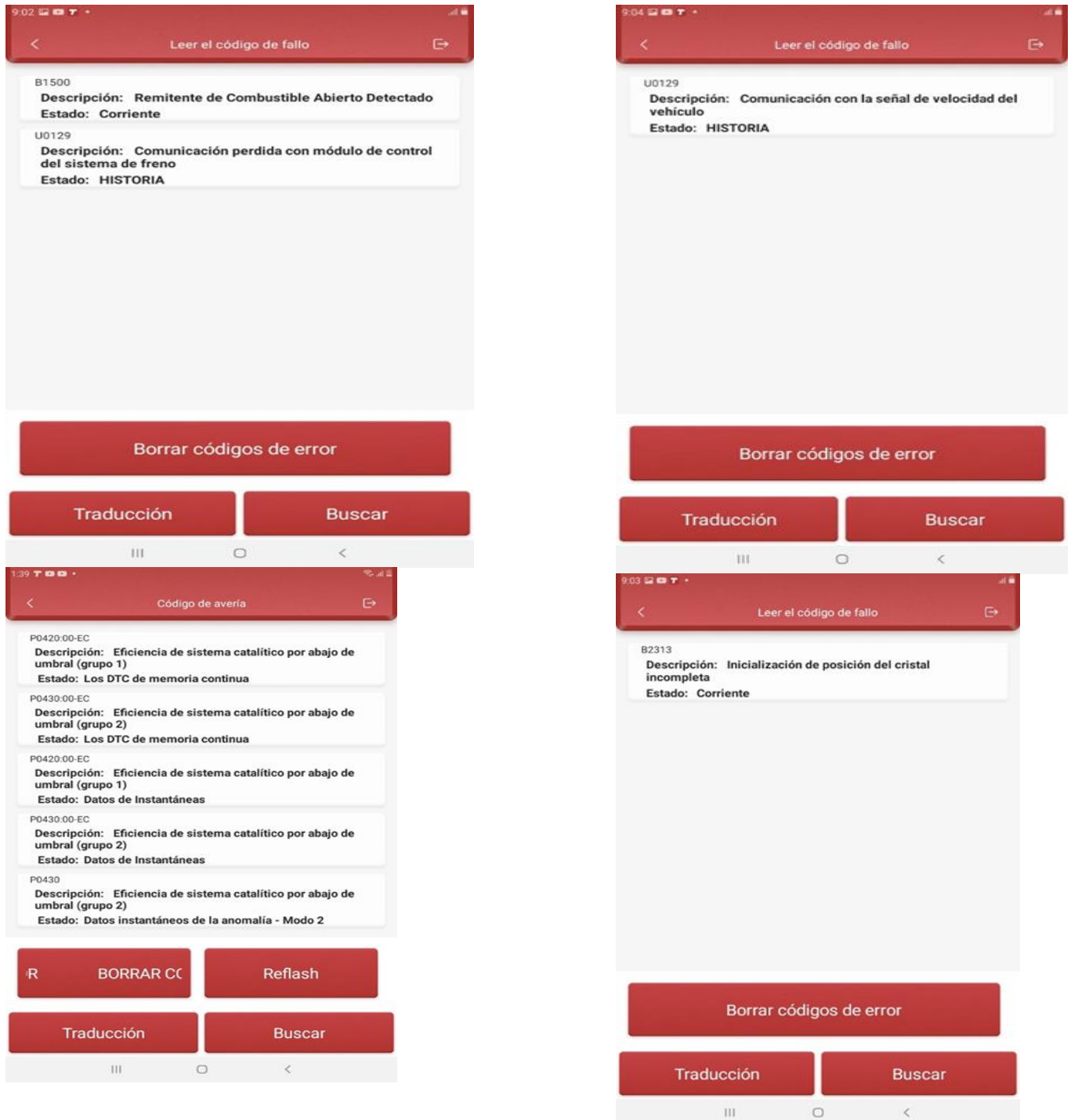
El diagnóstico de un Toyota Prius es similar al de cualquier otro vehículo de último modelo. Si ocurre un problema con algo que no es parte del sistema híbrido, establecerá el código de diagnóstico que corresponde a la falla y encenderá la luz Check Engine.

Pero si una falla involucra alguno de los componentes del sistema híbrido (cosas como que el auto no arranca, se cala o no funciona correctamente, problemas con la batería, etc.), es probable que el diagnóstico requiera una herramienta de escaneo Toyota o una herramienta de posventa con capacidades de software similares, como MasterTech y acceso a la información de servicio de Toyota.

Se borraron los códigos y se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 39):

Figura 39

Códigos



Se prepara el vehículo y puso marcha atrás con el pie izquierdo en el pedal del freno. Una vez apagado el motor de gasolina, presionó el pedal del acelerador para cargar la batería con el MG2, para garantizar el funcionamiento correcto del sistema.

3.8.6 Preparar el Vehículo para las Pruebas

Las pruebas preliminares permiten familiarizarse con los equipos con los que se va a trabajar. Para poder conocer a fondo todas las funciones de cada equipo y su aplicación, de manera que permita extraer la información requerida en la investigación. Las pruebas se realizan siguiendo las recomendaciones técnicas en el vehículo Toyota Prius (Figura 40).

Figura 40

Vehículo para las Pruebas



3.8.7 Realización de Pruebas

El objetivo es realizar el mantenimiento preventivo en el sistema de alta tensión del vehículo (Figura 41).

Figura 41

Inspección de la Batería de Alta Tensión



- El objetivo es realizar la revisión de los componentes del sistema de alta tensión del vehículo (Figura 42).

Figura 42

Componentes del Sistema de Alta Tensión



- Monitoreo del estado de la batería de alto voltaje: Mientras se prueba el vehículo en carretera, se comprueba el estado de la batería de alto voltaje en determinadas condiciones de funcionamiento (Figura 43).

Figura 43

Comprobar el Estado de la Batería de Alto Voltaje



- El vehículo se traslada en grúa con ayuda de patines por motivo que no encendía y no se podía poner el vehículo en modo neutro (Figura 44).

Figura 44

Traslado del Vehículo

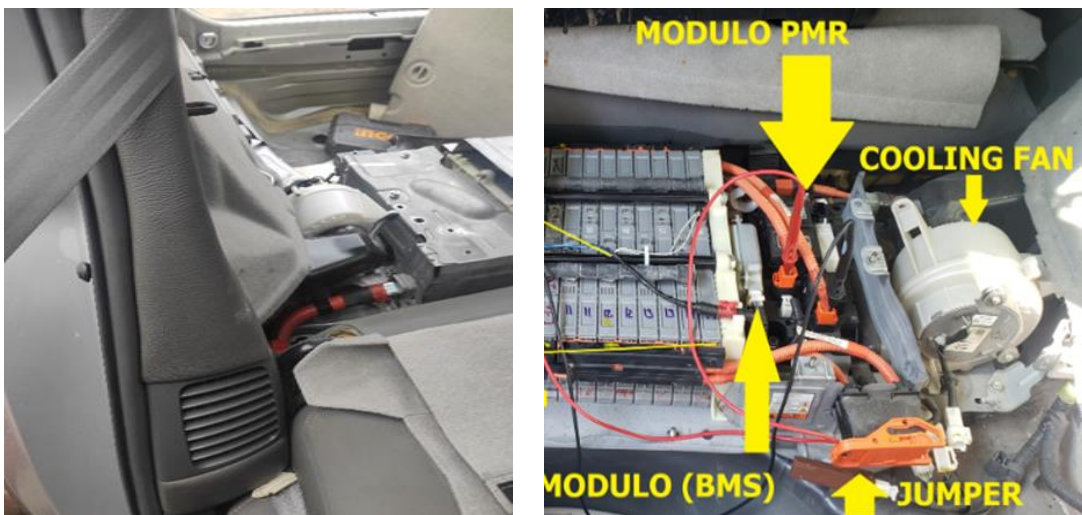


3.8.8 Limpieza del Conjunto de Enfriamiento de Batería

- Se desarma el conjunto de ventilador de enfriamiento de batería (Figura 45).

Figura 45

Conjunto de Ventilador de Enfriamiento de Batería





3.8.9 *Revisión de los Sistemas de Refrigeración de Vehículos Híbridos*

La batería HV del Prius se enfría/calienta por aire con un solo ventilador de refrigeración que aspira aire del compartimento de pasajeros y lo empuja hacia afuera por las rejillas de ventilación unidireccionales de alivio de presión en los paneles de los cuartos traseros.

A continuación, se completa de gas el sistema y se lubrica con aceite para poder minimizar el sonido que tiene el compresor (Figura 46). Se usa un aceite de color verde para a la larga verificar si se tiene fuga en el sistema.

Figura 46

Revisión del Conjunto de Enfriamiento del Sistema de Alta tensión





- Se limpia el conjunto de ventilador de enfriamiento de batería (Figura 47).

Figura 47

Limpieza del Conjunto de Enfriamiento del Sistema de Alta tensión

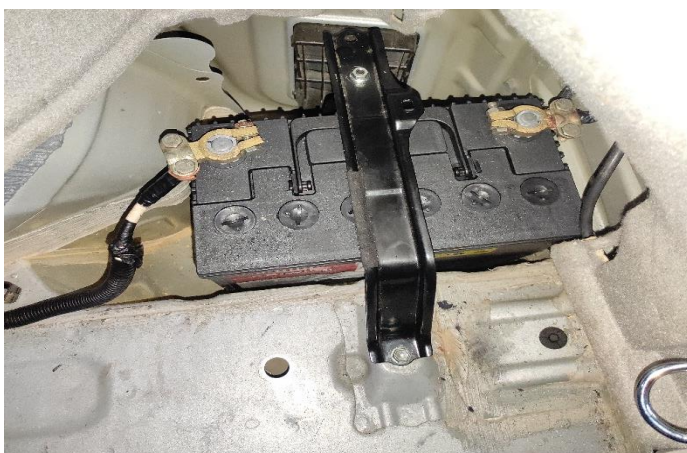


3.8.10 Cambio de Batería de 12V

- Se cambió la batería de 12v por una nueva (Figura 48), ya que la que se encontraba montada en el vehículo estaba defectuosa.

Figura 48

Cambio de Batería de 12v



3.8.11 Resultados Finales

- Tablero con cero señal de alerta (Figura 49).

Figura 49

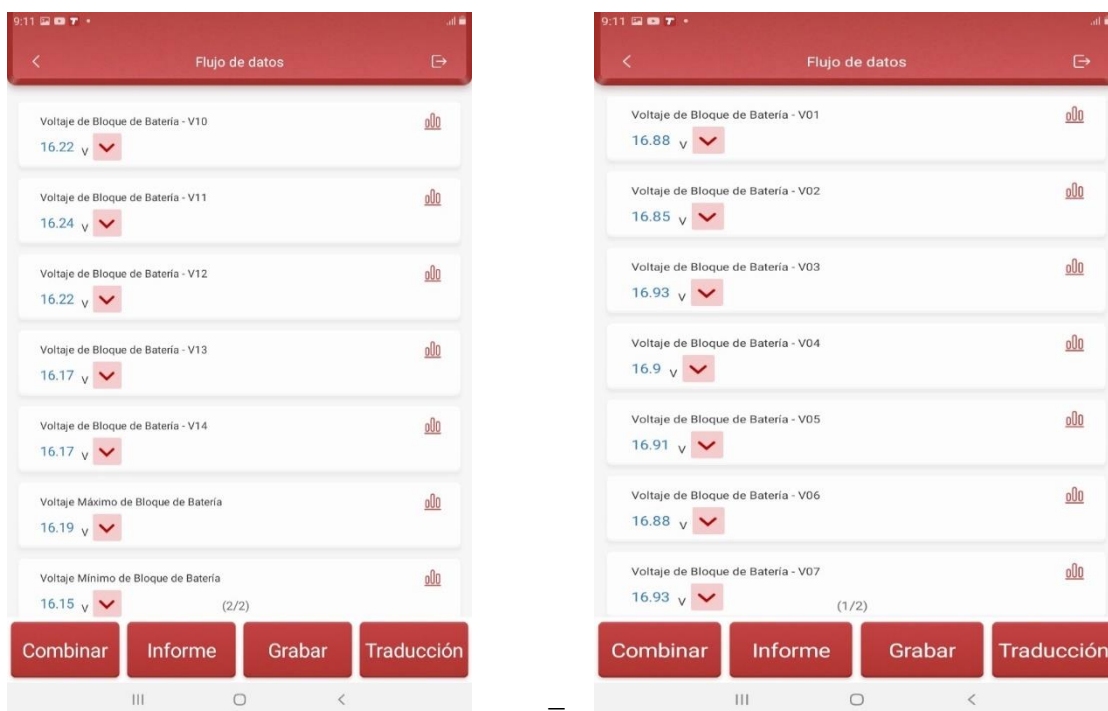
Indicación de Funcionamiento en el Tablero



- Códigos de falla que se reflejaron después del mantenimiento y se observa el flujo de datos (Figura 50) usando un escáner.

Figura 50

Flujo de Datos



Capítulo IV

Análisis de Funcionamiento del Sistema de Alta Tensión

En este capítulo se muestran ejemplo de guía de prácticas que está diseñado para propósitos educativos e ilustrativos. Se recomienda siempre consultar el manual oficial del fabricante y buscar asesoramiento profesional antes de realizar cualquier mantenimiento en un vehículo híbrido.

4.1 Análisis Mediante Guías Prácticas

El sistema de alta tensión en un vehículo híbrido Toyota Prius G3 es crucial para su funcionamiento eficiente. Está compuesto por baterías, inversores, motores eléctricos y otros componentes. El mantenimiento adecuado es esencial para garantizar la seguridad y el rendimiento del vehículo. A continuación, se presentan algunas pautas para el mantenimiento del sistema de alta tensión, que deben contener las guías:

- Seguridad: Antes de realizar cualquier trabajo en el sistema de alta tensión, asegurarse de que el vehículo esté apagado y desconectado de la fuente de energía. Utilizar equipo de protección personal, como guantes y gafas de seguridad.
- Inspección Visual: Realizar una inspección visual regular de los cables, conexiones y componentes del sistema de alta tensión. Buscar signos de daños, corrosión o cables pelados. Si se encuentra algún problema, no intentar repararlo por sí mismo; buscar la ayuda de un profesional.
- Mantenimiento de la Batería: Verificar regularmente el nivel de carga de la batería híbrida según las indicaciones del manual del propietario.
- Limpiar los terminales de la batería y asegurarse de que estén bien conectados. Si la batería muestra signos de deterioro o no retiene la carga, comunicarse con el concesionario Toyota para obtener asistencia.

- Mantenimiento del Inversor y Motores Eléctricos: No intentar realizar mantenimiento en el inversor o los motores eléctricos por propia cuenta. Si surge algún problema, consultar a un técnico capacitado en vehículos híbridos.
- Actualizaciones de Software: Mantener actualizado el software del sistema de gestión de energía y el sistema de control del vehículo, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Esto puede ayudar a optimizar el rendimiento y la eficiencia del vehículo.
- Servicios Profesionales: Para un mantenimiento más profundo y diagnósticos precisos, acudir a un concesionario Toyota autorizado o a un taller especializado en vehículos híbridos. Los técnicos capacitados tienen el conocimiento y las herramientas adecuadas para realizar un mantenimiento seguro y efectivo.
- Cuidado en Caso de Accidente: Si el vehículo ha estado involucrado en un accidente, especialmente si se ha dañado el sistema de alta tensión, no se debe manipular ninguna parte del sistema por sí mismo. Desconectar la energía y llamar a profesionales para la evaluación y reparación.
- Almacenamiento Prolongado: Si se planea almacenar el vehículo por un período prolongado, consultar el manual del propietario para conocer las recomendaciones específicas sobre cómo desconectar y almacenar el sistema de alta tensión de manera segura.

Hay que recordar que las pautas aquí presentadas son generales y no reemplazan las instrucciones específicas del fabricante. Siempre seguir las indicaciones del manual del propietario y buscar asesoramiento profesional cuando sea necesario. El mantenimiento adecuado del sistema de alta tensión es fundamental para mantener la seguridad y el rendimiento del vehículo Toyota Prius G3 híbrido.

4.2 Descripción de las Guías de Práctica

En este subcapítulo se detalla las guías prácticas que se desarrollan para el mantenimiento del mantenimiento de alta tensión. Aquí se detallan dos guías, las cuales son las siguientes:

- a) Sistema de Baterías en un Vehículo Híbrido
- b) Diagnóstico de un Vehículo Híbrido

En la primera guía se muestra el proceso de desmontaje de la batería teniendo en cuenta las precauciones necesarias para evitar descargas eléctricas, ya que la batería híbrida es el corazón de cualquier vehículo híbrido, y en el caso del Toyota Prius, su cuidado y mantenimiento son esenciales para garantizar un rendimiento óptimo y una vida útil prolongada. Aunque estas baterías están diseñadas para durar, con el tiempo pueden presentar desgaste o fallos.


Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA
-----	-----	DD/MM/AAAA	XX-HORAS

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
UIDE-(Autotrónica)	01	Sistema de Baterías en un Vehículo Híbrido

1.	OBJETIVO GENERAL
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el desmontaje del vehículo del Sistema de Baterías en un Prius. 	

2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Describir el proceso de desmontaje del sistema de baterías del Toyota Prius. • Leer las instrucciones antes de continuar con las instrucciones de extracción de la batería HV. 	

3.	RECURSOS		
EQUIPOS		MATERIALES	INSUMOS
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de medición 		<ul style="list-style-type: none"> Manual de Toyota 	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas varias
4.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA		
<p>1. Apague el encendido (el indicador READY está apagado). Luego desconecte el cable del terminal negativo (-) de la batería auxiliar.</p> <p>(1) Retire la tabla central de la plataforma.</p> <p>(2) Retire la caja auxiliar central y tapa de la batería.</p> <p>(3) Desconecte el terminal negativo de la batería.</p>			
<p>2. Retire la empuñadura del tapón de servicio.</p> <p>Precaución: Use guantes aislantes para los siguientes 3 pasos.</p> <p>(1) Deslice la manija del agarre del enchufe de servicio hacia la derecha.</p> <p>(2) Levante la manija de liberación del agarre del enchufe de servicio.</p> <p>(3) Retire la empuñadura del tapón de servicio.</p> <p>(4) Aplique cinta aislante al enchufe del conector del enchufe de servicio para aislarlo.</p>			
<p>3. Lleve el conector de servicio retirado en su bolsillo para evitar que otros miembros del personal reinstalarlo accidentalmente mientras desmonta el vehículo.</p> <p>4. Informe al resto del personal que se está desmantelando un sistema de alto voltaje utilizando la siguiente señal: PRECAUCIÓN: ALTA TENSIÓN. NO TOCAR.</p> <p>5. Si la empuñadura del tapón de servicio no se puede quitar debido a daños al vehículo, retire el Fusible IGCT (30A) y fusible AM2 (7,5A).</p>		 	
<p>6. Después de desconectar o exponer un conector o terminal de alto voltaje, aislalo inmediatamente</p>			

utilizando cinta aislante. Antes de desconectar o tocar un objeto desnudo terminal de alto voltaje, use guantes aislantes.

7. Compruebe si hay fugas en la batería HV y en el área cercana. Si encuentra algún líquido, puede ser electrolito alcalino fuerte. Use goma guantes y gafas y neutralizar el líquido usando una solución saturada de ácido bórico o vinagre. Luego limpie el líquido usando trapos de desecho, etc.

8. Si el electrolito entra en contacto con su piel, lávela inmediatamente usando una solución saturada de ácido bórico o una gran cantidad de agua. Si el electrolito se adhiere a cualquier prenda de vestir, quítese la ropa inmediatamente.

9. Si el electrolito entra en contacto con sus ojos, pida ayuda en voz alta. No frótese los ojos. En su lugar, lave los ojos con una solución diluida de ácido bórico o una solución grande cantidad de agua y busque atención médica.

10. Con excepción de la batería HV, retire las piezas siguiendo los procedimientos que se similar a los vehículos Toyota convencionales. Para retirar la batería HV.



En la siguiente guía se muestra el protocolo de mantenimiento en el sistema de alta tension donde se enuncian los pasos recomendados para realizar la desconexión del JUMPER en el Pack del Toyota Prius de la Batería Híbrida (Revisar cada caso en el manual de servicio del fabricante):

1. Desconectar el contacto, o llevar el botón de encendido a la posición OFF.
2. Desconectar la batería de baja tensión auxiliar de 12V.
3. Utilizar guantes adecuados según norma CAT.
4. Desconectar el JUMPER de seguridad.
5. Esperar 10 minutos antes de empezar a realizar cualquier trabajo en el sistema.
6. Instalar el JUMPER antes de conectar la batería de 12V.
7. Borrar DTC que se generen en el proceso de desconexión.

Guía de Práctica

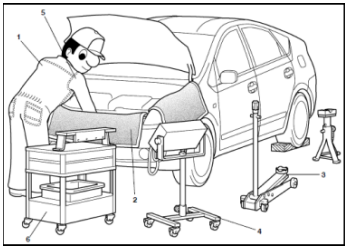

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA
-----	-----	DD/MM/AAAA	XX-HORAS

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
UIDE-(Autotrónica)	02	Extracción de la Batería HV

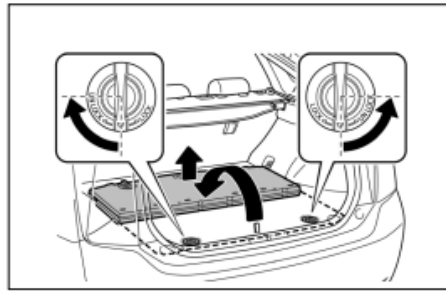
1.	OBJETIVO GENERAL
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar extracción de la batería HV en un Prius. 	

2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> • Describir el proceso de extracción del sistema de baterías del Toyota Prius • Determinar el proceso para la extracción de la batería HV. 	

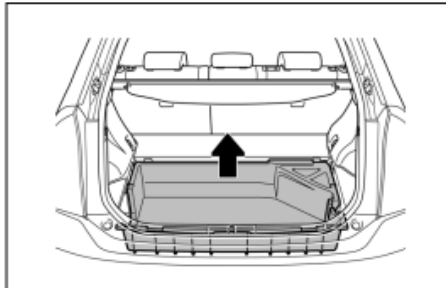
3.	RECURSOS	
EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS
<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos de medición 	<ul style="list-style-type: none"> • Manual de Toyota 	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas varias

4.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA
<p>ADVERTENCIA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de usar guantes aislantes al manipular alto voltaje. • Incluso si el vehículo está apagado y los relés están apagados, asegúrese de retirar la empuñadura del enchufe de servicio antes de realizar más trabajos. • La energía permanece en el sistema eléctrico de alto voltaje durante 10 minutos incluso después de apagar la batería HV porque el circuito tiene un condensador que almacena energía. • Asegúrese de que la lectura del probador sea 0 V antes de tocar cualquiera de los terminales de alta tensión que no estén aislados. • El SRS puede permanecer encendido hasta 90 segundos después de que el vehículo está pagado o inutilizado. Para evitar lesiones graves o muerte por despliegue involuntario del SRS, evite cortar los componentes del SRS. 	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>

1. Apague el encendido (el indicador LISTO está apagado).
2. Retire la cubierta de la lona (la lona para cubrir).
3. Retire la batería auxiliar de 12 voltios.
(1) Retire la tabla central de la plataforma.



- (2) Retire la caja auxiliar central.
- (3) Retire la tapa de la batería y la batería (tapa del orificio de servicio).



- (4) Desconecte el cable del auxiliar terminal negativo (-) de la batería.
- (5) Desconecte el cable del auxiliar terminal positivo (+) de la batería.
- (6) Retire la batería auxiliar de 12 voltios.



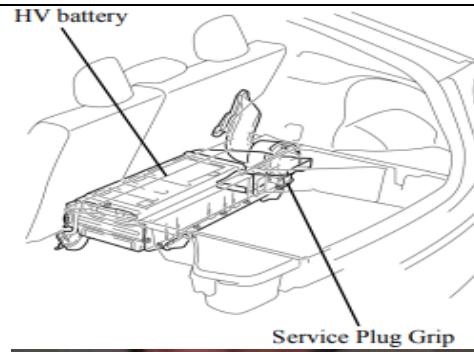
4. Retire la empuñadura del tapón de servicio.
(1) Levante la manija de liberación del servicio. agarre del enchufe como se muestra en la ilustración abajo.

(2) Retire la empuñadura del tapón de servicio.

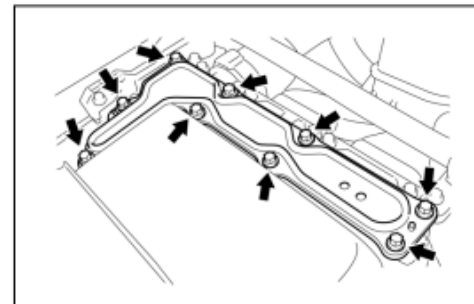
(3) Aplique cinta aislante al zócalo del agarre del enchufe de servicio para aislarlo.

Precaución:

Use guantes aislantes para los siguientes 3 pasos



5. Retire los 9 pernos y el terminal del inversor. cubrir.



6. Verifique el voltaje en los terminales del punto de inspección en la unidad de control de potencia.

Precaución:

Use guantes aislantes.

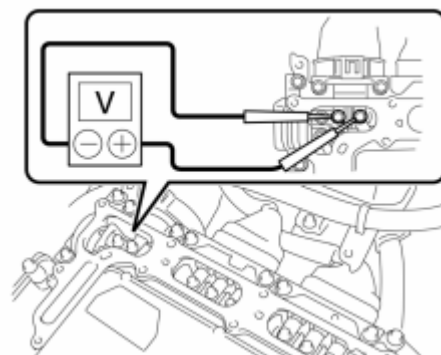
Para evitar lesiones graves o la muerte, no proceder con el desmantelamiento del HV.


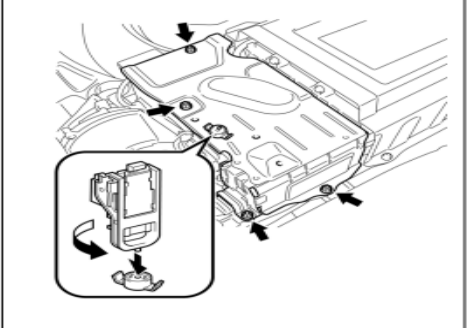

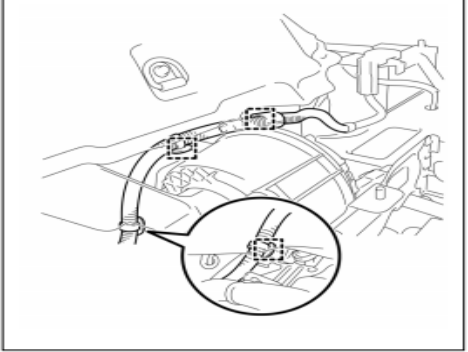

Sistema hasta que el voltaje en los terminales en el punto de inspección es 0 V.

Tensión estándar: 0 V

Pista: Configure el probador en CC 750 voltios para medir la Voltaje.

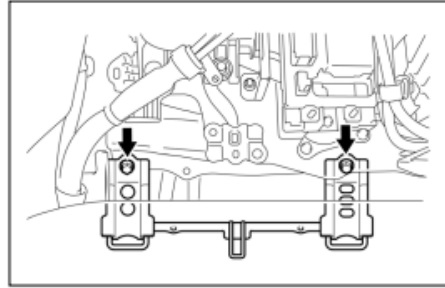
Esta inspección se realiza para verificar que sea seguro retirar la batería del HV.



	
<p>7. Retire el escape de la batería híbrida n° 1 conducto.</p> <p><u>Precaución:</u> Use guantes aislantes para los siguientes 2 pasos.</p> <p>(1) Utilizando el mango del tapón de servicio, retire el cerradero de bloqueo de tapa de batería.</p> <p>Pista: Inserte la parte saliente del enchufe de servicio. Agarre y gire el botón de la tapa de la batería. Bloquee el percutor en sentido antihorario para liberar el cerrar con llave.</p> <p>(2) Retire las 4 tuercas y el subconjunto de la tapa superior de la batería híbrida.</p>	 
<p>8. Retire la entrada de la batería híbrida n.º 1 conducto.</p> <p>(1) Retire los 2 clips y el híbrido No. 1 conducto de entrada de batería.</p> <p>9. Retire el ventilador de enfriamiento de la batería. asamblea.</p> <p>(1) Desconecte las 3 abrazaderas del mazo de cables.</p> <p>(2) Desconecte el ventilador de enfriamiento de la batería -conector de montaje y abrazadera.</p> <p>(3) Retire los 2 pernos, la tuerca y la batería conjunto del ventilador de enfriamiento.</p>	 

10. Retire los 2 bolts y el asiento de retención infantil-subconjunto del soporte de anclaje izquierdo.

11. Retire los 2 bolts y el asiento de retención infantil-subconjunto del soporte de anclaje derecho.



12. Desconecte los 2 cables del marco.

Precaución:

Use guantes aislantes.

Aviso:

Aísle los terminales de los extraídos-alambre del marco con cinta aislante.

- (1) Retire las 2 tuercas, luego desconecte el cable del cuadro de la batería híbrida-conjunto del bloque de conexiones.
- (2) Desconecte la abrazadera y el cable del marco.

13. Retire el conjunto de la batería HV.

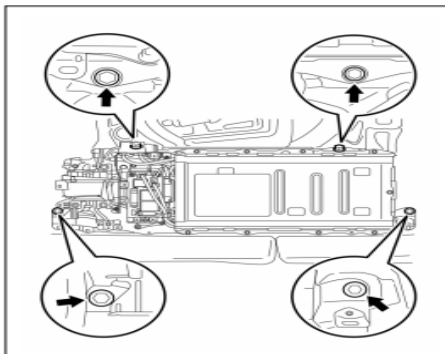
Precaución:

Use guantes aislantes.

(1) Desconecte el conector y el sistema eléctrico-abrazadera del oscilador clave.

(2) Desconecte la ventilación de la sala de baterías-manguera del panel del piso.

(3) Retire los 4 pernos y la batería HV ensamblada.



14. La batería del HV es reciclable. Comuníquese con su distribuidor Toyota (si está incluido en la etiqueta de precaución de la batería HV) o comuníquese con el concesionario Toyota más cercano (consulte las 2 páginas siguientes para muestras de la etiqueta de precaución de la batería HV).

Precaución:

Después de retirar la batería del HV, no vuelva a instalar el conector del enchufe de servicio en el HV batería.

Etiqueta de precaución de la batería HV.



A continuación, se realiza la guía práctica sobre el sistema de baterías en un Vehículo Híbrido Toyota Prius y su proceso para realizar el diagnóstico de la batería HV debe estar desmontada, la verificación se realiza midiendo cada pack o en conjunto, ya que se encuentran en serie o también con la verificación del scanner observando el flujo de datos de la batería híbrida en este caso tiene que estar montada en el auto.

Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA
-----	-----	DD/MM/AAAA	XX-HORAS

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
UIDE-(Autotrónica)	03	Diagnóstico de un Vehículo Híbrido

1.	OBJETIVO GENERAL
<ul style="list-style-type: none"> Realizar el diagnóstico del vehículo del Sistema de Baterías en un Prius. 	

2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> Describir el proceso del diagnóstico del sistema de baterías del Toyota Prius. Establecer los pasos detallados para realizar de manera correcta el diagnóstico del sistema de baterías. 	

3.	RECURSOS							
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">EQUIPOS</th> <th style="width: 33%;">MATERIALES</th> <th style="width: 33%;">INSUMOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de medición Escáner </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Manual de Toyota </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Herramientas varias </td> </tr> </tbody> </table>			EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS	<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de medición Escáner 	<ul style="list-style-type: none"> Manual de Toyota 	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas varias
EQUIPOS	MATERIALES	INSUMOS						
<ul style="list-style-type: none"> Instrumentos de medición Escáner 	<ul style="list-style-type: none"> Manual de Toyota 	<ul style="list-style-type: none"> Herramientas varias 						

4.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA
-----------	----------------------------------

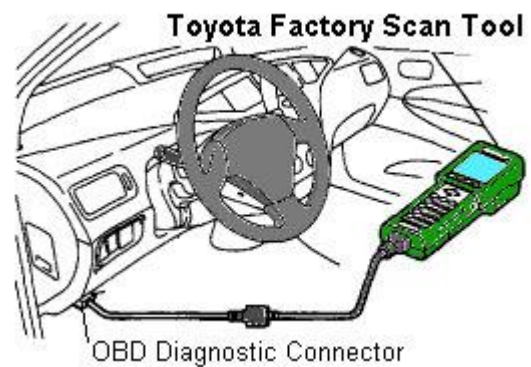
Advertencia:

NO toque ningún cable naranja de alto voltaje cuando trabaje en un Prius.

IMPORTANTE: Un sistema de Alto Voltaje sólo debe ser trabajado por técnicos debidamente calificados. Se debe retirar el enchufe de servicio de alto voltaje y dejar que el sistema tenga el tiempo adecuado para desenergizarse antes de realizar trabajos en el sistema.



Para acceder a los diagnósticos integrados necesita una herramienta de escaneo. La mayoría de los lectores de códigos de bricolaje económicos solo muestran códigos. Una herramienta de este tipo es mejor que nada, pero no mostrará ningún valor de sensor ni otros datos del sistema. Para eso, necesita una herramienta de escaneo completa o un software de escáner que esté actualizado y pueda leer tanto códigos OBD II P0 genéricos como códigos P1 de fábrica de Toyota.

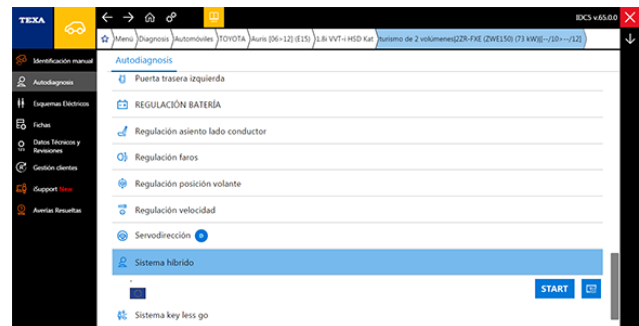


Si la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) está encendida, querrá conectar su herramienta de escaneo para leer los códigos y cualquier dato del cuadro congelado que pueda haber sido capturado para ayudarlo en su diagnóstico (si usa una herramienta de escaneo o el software del escáner puede mostrar dicha información).

- El P3000 hace referencia al sistema de control de la batería de tracción y normalmente suele ir relacionado junto a alguno de los otros dos códigos de avería mencionados.

- El P0A80 hace referencia a la sustitución completa de la batería del sistema híbrido, es decir la batería de alta tensión o batería de tracción.

- El P0A7E hace referencia a un problema de sobrecalentamiento de la batería de tracción.



Ubicación de la batería de alto voltaje (HV).

Detrás del asiento de la segunda fila.

La batería suministra energía eléctrica de alto voltaje al módulo de potencia (INVERSOR/CONVERSOR), para que esta a su vez la transforme en alterna y distribuya de forma controlada a los 2 Moto/generadores (MG1- MG2) y el convertidor de CC/CC y/o el módulo del compresor del aire acondicionado (ACCM).



Arquitectura de la batería de tracción de Toyota.

La batería de tracción de alto voltaje (HV) de los vehículos híbridos de la línea TOYOTA Modelo (PRIUS). Consta de baterías tipo celda níquel-hidruro metálico (Ni-MH) con 168 células conectadas en serie, agrupadas en un módulo de 28 celdas que proporcionan aproximadamente 201,6 VDC. denominado Voltaje nominal.



Verificar el estado del bus de interconexiones.

Comprobar manualmente la tensión de los módulos por parejas.

Con un polímetro medir el voltaje de cada pareja de módulos. La diferencia de tensión entre la que menos tiene y la que más debe ser de 0,09 V (15,67 V y 15,76 V), salvo una, que daba 14,44 V. He aquí el módulo culpable.



Revisar los cables de CC al inversor de los terminales del relé principal del sistema en el paquete de baterías.



Cable de estructura y relés principales del sistema

Conclusiones

Al realizar el proyecto se pudo concluir que, al realizar un correcto mantenimiento, diagnóstico en los vehículos híbridos hay que considerar principalmente la complejidad de transmisión y aplicación de una amplia gama de componentes electrónicos.

Se determinó que un correcto y oportuno análisis de la información del vehículo híbrido para la revisión del estado de los componentes que conforman el sistema de alta tensión del vehículo es una tarea de vital importancia en términos de seguridad, rendimiento y eficiencia.

Al llevar a cabo este análisis, se obtiene una visión integral del estado de los componentes críticos del sistema de alta tensión, como las baterías, los motores eléctricos, los inversores y los cables de alta tensión. Esto permite detectar posibles fallas, desgastes o anomalías que podrían comprometer tanto la seguridad de los ocupantes como el rendimiento general del vehículo.

Al llevar a cabo el mantenimiento preventivo en el sistema de alta tensión de un vehículo es una práctica esencial para garantizar su funcionamiento seguro, eficiente y prolongado. Un manual de mantenimiento preventivo proporciona una guía detallada sobre la seguridad, inspecciones regulares, pruebas de funcionamiento, limpieza y mantenimiento de componentes.

La elaboración de guías prácticas para la aplicación del protocolo de mantenimiento (conjunto de reglas y procedimientos) en el sistema de alta tensión del vehículo híbrido Toyota Prius G3 es de vital importancia para garantizar un rendimiento óptimo, seguridad y durabilidad del vehículo.

Las guías prácticas proporcionan un enfoque paso a paso para llevar a cabo el mantenimiento adecuado de este sistema, lo que incluye inspecciones regulares, pruebas de funcionamiento, identificación temprana de posibles problemas y la realización de acciones correctivas cuando sea necesario. Esto contribuye a prevenir averías graves, reducir el riesgo de accidentes y minimizar los costos de reparación.

Recomendaciones

El mantenimiento adecuado del sistema de alta tensión en un vehículo híbrido como el Toyota Prius G3 es esencial para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

Seguridad primero: Antes de realizar cualquier trabajo en el sistema de alta tensión, asegúrate de seguir todas las precauciones de seguridad recomendadas por Toyota y de desconectar la batería híbrida.

Seguir el programa de mantenimiento recomendado por el fabricante en el manual del propietario. Este manual proporciona información específica sobre los intervalos de mantenimiento y las tareas a realizar.

Se debe realizar inspecciones visuales periódicas para detectar daños o signos de desgaste en cables, conectores y componentes del sistema de alta tensión.

Verificar regularmente el sistema de refrigeración de la batería híbrida para asegurarte de que esté funcionando correctamente. Si el sistema de enfriamiento falla, podría afectar el rendimiento y la vida útil de la batería.

Se recomienda para las pruebas de diagnóstico utilizar herramientas de diagnóstico adecuadas para verificar el estado de la batería híbrida y otros componentes del sistema de alta tensión. Esto puede ayudar a detectar problemas antes de que se conviertan en fallas importantes.

Se deben identificar los componentes desgastados o dañados durante las inspecciones, se deben reemplazar de acuerdo con las especificaciones del fabricante. No se intentar repararlos por su cuenta, ya que se podría comprometer la seguridad y el rendimiento del sistema.

Bibliografía

- Andrade, J. (2018). Diseño de procedimiento técnico para el análisis del vehículo Toyota Prius mediante un multímetro FSA 050. Ecuador: UIDE.
- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. (2022). Boletín Sector Automotor en cifras. AEADE, 121 - 128. Obtenido de <https://www.aeade.net/anuario/>
- Auto Avance. (2020). Reparación de Baterías Híbridas. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/repuracion-bateria-hibrida/>
- Calle, J. (2012). Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo Toyota Prius III generación en la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca.
- Chavez, I. (2020). Batería híbrida (HV) Toyota Prius "Modelo Sedan". TAAET Electronics. <https://www.taaet.com.app.exur.com/news-taaet-blog/bateria-hibrida-hv/toyota-prius-modelo-sedan>.
- Coluccio, E. (2021). Voltaje. Concepto.de. Obtenido de <https://concepto.de/voltaje/>
- Curiosoando.con. (2018). Qué es el amperaje. Obtenido de <https://curiosoando.con/que-es-elamperaje>
- Ehsani, M., Gao, Y., & Emadi, A. (2003). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles: fundamentals, theory, and design (No. 10482). CRC press.
- Espinoza, J. (2015). Análisis del Funcionamiento de una Batería Híbrida de un Vehículo Toyota Prius con una Guía de Estudio. Universidad Tecnológica Equinoccial. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14020/1/62621_1.pdf
- García, G. (2020). Así son las celdas de batería tipo bolsa de GM, mejores que cualquier diseño cilíndrico. Híbridos y eléctricos. <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnología/asi-son-celdas-bateria-tipobolsa-gm-mejores-cualquier-diseno-cilindrico/20200520180459035285.html>

- Higuera Castillo, E. (2021). Modelización del comportamiento del consumidor en la adopción de vehículos eléctricos e híbridos.
- Hybrid Automotive. (2020). Prolongpro Battery System User Manual. <https://Hybridautomotive.com/prolongpro-user-guide/> 21
- Lamichhane, R. R., Ericsson, N., Frank, S., Britton, C., Marlino, L., Mantooth, A., ... & Cole, Z. (2014, June). A wide bandgap silicon carbide (SiC) gate driver for high-temperature and high-voltage applications. In 2014 IEEE 26th International Symposium on Power Semiconductor Devices & IC's (ISPSD) (pp. 414-417). IEEE.
- Leijen, P., & Scott, J. (2013). Failure analysis of some Toyota Prius battery packs and potential for recovery (No. 2013-01-2561). SAE Technical Paper.
- Leijen, P. (2014, June). Real world battery diagnostics model based and prius case study. In 2014 IEEE 23rd international symposium on industrial electronics (ISIE) (pp. 2457-2462). IEEE.
- Lux, G. (2012). Mantenimiento del Automóvil. Motores y Más. <https://motoresymas.com/cont-tecnico/mantenimiento-del-automovil/>
- Morante, L. (2021). Fallas comunes en auto híbrido.
- Noroña, M. (2022). *Restitución de Baterías de Vehículos Híbridos Y Eléctricos Mediante un Proceso de Regeneración Eléctrica*. Ecuador: Tinta & Pluma.
- Pérez, V. (2003). Clasificación de las Baterías.
- Portal Automexico. (2021). Mantenimiento. Fallas comunes en vehículos híbridos. <https://automexico.com/mantenimiento/fallas-comunes-en-autos-hibridos-aid11259>.
- Portal Coches. (2017). Redacción sobre: Toyota Prius: historia y evolución del primer híbrido fabricado en serie. <https://noticias.coches.com/noticias-motor/toyotaprius-historia/260291>

Toyocosta. (2019). Ecuador fue uno de los destinos del Toyota Hybrid Experiencie.

<http://www.Toyocosta.com/blog/toyota-hybridexperience/#:~:text=Por%20si%20no>

[%20lo%20sab%C3%ADas,unidades%20en%20t%20odo%20el%20pa%C3%ADs](#)

Yee Iu, H., & John, S. (2009). Report on the Field Performance of A123Systemss

Hymotion™ Plug-in Conversion Module for the Toyota Prius. *SAE Technical Paper*.

