

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**MAQUETA DEL SISTEMA Y FUNCIONAMIENTO DE UN
INVERSOR EN VEHÍCULOS HÍBRIDOS**

Proyecto Técnico

Christian Andrés Meneses Pinto

Electromecánica Automotriz

Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención de
Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, 18 de mayo del 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE CALIFICACION DEL TRABAJO DE TITULACION

Christian Andrés Meneses Pinto

Calificación: _____

Nombre del profesor, Título académico. Gonzalo Tayupanta,
MSc

Firma del tutor: _____

Quito, 18 de mayo del 2018

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombre:

Christian Andrés Meneses Pinto

Código de estudiante:

00066615

C. I.:

1002581922

Lugar, Fecha

Quito, 18 de mayo de 2018

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado, a mis padres, que con su esfuerzo y trabajo han sido mi apoyo a lo largo de este tiempo, a mis amigos, que con sus conocimientos se pudo complementar este trabajo de la mejor manera, Ing Juan Carlos Mera, quien con su conocimiento y experiencia en el tema, fue poco a poco aclarando mis dudas y desaciertos .

AGRADECIMIENTOS

Al concluir este trabajo, quiero agradecer a la USFQ por permitirme ser parte de ella, además a todas las personas que la conforman, a los profesores que con mucha paciencia han estado pendientes en mi desarrollo y de manera especial a mi Tutor Gonzalo Tayupanta, quien, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y dedicación ha sido un pilar fundamental a lo largo de mi carrera.

Agradezco a mis padres que gracias a su apoyo y cariño fue posible cursar este tiempo para poder obtener este título académico.

Gracias a mis amigos y compañeros que a lo largo de esta etapa han estado presentes como un apoyo para ahora concluir mi carrera.

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 1 |
| Abstract | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| CAPÍTULO I | 5 |
| 1.1. Historia de los vehículos Híbridos..... | 5 |
| 1.2. Estructura de los Sistemas híbridos | 7 |
| 1.2.1. Sistema híbrido en serie..... | 7 |
| 1.2.2. Sistema híbrido en paralelo | 8 |
| 1.2.3. Sistema híbrido serie-paralelo | 8 |
| 1.3. Vehículos híbridos en Ecuador | 8 |
| 1.4. Componentes de los autos híbridos | 10 |
| 1.4.1. Motor de combustión interna..... | 10 |
| 1.4.2. Motor eléctrico | 10 |
| 1.4.3. Sistema de control de energía..... | 11 |
| 1.4.4. Batería..... | 11 |
| 1.4.5. Tracción delantera | 12 |
| 1.4.6. Tracción posterior..... | 12 |
| CAPÍTULO II | 13 |
| 2. Sistema inversor híbrido | 13 |
| 2.1. Funcionamiento general del inversor..... | 13 |
| 2.1.2. Diagrama y partes | 14 |
| Sistema de elevación de tensión | 14 |
| Convertidor de corriente..... | 15 |
| Inversor del A/C | 15 |
| Control del ensamble inversor-conversor..... | 16 |
| Sistema de enfriamiento | 17 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO III..... | 18 |
| 3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO | 18 |
| 3.1. Mantenimiento Preventivo..... | 18 |
| 3.1.1. Mantenimiento del Sistema Híbrido..... | 18 |
| 3.1.2. Inspección del inversor..... | 20 |
| 3.1.3. Valores óptimos para el Inversor..... | 22 |
| Inspección del convertidor..... | 24 |
| 3.2. Mantenimiento Correctivo | 26 |
| 3.2.1. Mantenimiento Correctivo del Sistema Inversor..... | 26 |
| CAPITULO IV | 29 |
| 4. Análisis y Resultados..... | 29 |
| 4.1. REACTOR | 31 |
| 4.2. SISTEMA ELÉCTRICO DEL INVERSOR | 31 |
| 4.3. ELEVADOR DE TENSIÓN (BOOSTER) | 32 |
| 4.4. CONDUCTO DE RIFRIGERACIÓN..... | 32 |
| CONCLUSIONES..... | 34 |
| RECOMENDACIONES | 35 |
| Glosario de términos..... | 36 |
| Bibliografía | 40 |

| | |
|--|----|
| Figura 1: Primer auto Híbrido- Lohner-Porsche Semper Vivus.1900..... | 6 |
| Figura 2: Estructura de los sistemas híbridos: Serie, Paralelo, Serie-Paralelo | 7 |
| Figura 3: Sistema híbrido en paralelo..... | 8 |
| Figura 4: Funcionamiento del vehículo híbrido | 9 |
| Figura 5: Componentes de los autos híbridos..... | 10 |
| Figura 6: Partes de un inversor | 14 |
| Figura 7: Sistema de elevación de tensión | 14 |
| Figura 8: Sistema de Convertidor de corriente..... | 15 |
| Figura 9: Sistema del Inversor del A/C | 16 |
| Figura 10: Sistema del Control del ensamble inversor-conversor..... | 16 |
| Figura 11: Sistema de enfriamiento..... | 17 |
| Figura 12: Conectores Del Sistema Inversor..... | 21 |
| Figura 13: Puntos De Medición Del Inversor..... | 22 |
| Figura 14: Luces del HV y aviso de carga..... | 24 |
| | |
| Fotografía 1: Sistema de inversor. - inversor con tapa | 20 |
| Fotografía 2: Interior del Sistema de Inversor | 21 |
| Fotografía 3: Análisis correctivos de conjunto inversor de un vehículo híbrido..... | 28 |
| Fotografía 4: Desmontaje del conjunto Inversor del Toyota Highlander..... | 30 |
| Fotografía 5: Cables de alta tensión | 30 |
| Fotografía 6: Reactor interno de un sistema Inversor | 31 |
| Fotografía 8: Sistema eléctrico de un inversor..... | 31 |
| Fotografía 9: Booster o elevador de tensión | 32 |
| Fotografía 10: Conducto de refrigeración..... | 33 |
| | |
| Tabla 1: Valores óptimos para el inversor..... | 22 |

RESUMEN

La presente investigación, aborda el estudio descriptivo, característico y representativo del sistema de funcionamiento y los elementos más importantes que componen el inversor de voltaje, superando la limitada información tanto en medios virtuales como bibliográficos, a fin de aportar un documento de consulta y un modelo didáctico - práctico para el análisis y funcionamiento de un vehículo híbrido, lo que facilitará el proceso de enseñanza y aprendizaje.

El afán por investigar y conocer sobre esta nueva tecnología motiva en sus inicios a revisar manuales técnicos, documentos electrónicos y observar videos detenidamente para tener una idea clara sobre el diseño y construcción del modelo de sistema de Inversor híbrido, de modo que aporte activamente a la comprensión rápida y clara a los estudiantes.

Se consideró de vital importancia para la educación con soporte amplio y asertivo para estudiantes ya que son los primeros beneficiados para la preparación y mejora académica en el campo del Sistema Inversor del vehículo Híbrido.

Consta de cuatro capítulos; siendo divididos en la fase estructural del Sistema híbrido, Sistema de un Inversor híbrido, Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema híbrido y por último se realizó el respectivo análisis y resultados de los componentes de un Sistema Híbrido tomando como referencia de un automóvil Toyota HybridSystem.

Llegando a esquematizar y simplificar información obtenida a través de medios de investigación digital y bibliográfica a fin de proporcionar un documento que permita un aprendizaje integral sobre el sistema y sirva como base para la comprensión en otros sistemas híbridos.

Al terminar de analizar los componentes de un sistema híbrido, se ha logrado comprender de una manera óptima el funcionamiento y la combinación existente entre diferentes tecnologías como es; la mecánica, electrónica y eléctrica; que se fusionan para obtener automóviles eficientes, económicos y de alta calidad.

ABSTRACT

The present investigation addresses the descriptive, characteristic and representative study of the operating system and the most important elements that make up the voltage inverter, overcoming the limited information in both virtual and bibliographic media, in order to provide a consultation document and a model didactic - practical for the analysis and operation of a hybrid vehicle, which will facilitate the teaching and learning process.

The eagerness to investigate and learn about this new technology motivates in its beginnings to review technical manuals, electronic documents and watch videos carefully to have a clear idea about the design and construction of the Hybrid Investor system model, so that it actively contributes to the Quick and clear understanding to the students.

It was considered of vital importance for education with broad and assertive support for students since they are the first beneficiaries for the preparation and academic improvement in the field of the Hybrid Vehicle Investor System.

It consists of four chapters; being divided into the structural phase of the Hybrid System, a Hybrid Investor System, preventive and corrective maintenance of the hybrid system and finally the respective analysis and results of the components of a Hybrid System taking as reference of a Toyota HybridSystem car.

Arriving to outline and simplify information obtained through digital and bibliographic research means in order to provide a document that allows a comprehensive learning about the system and serves as a basis for understanding in other hybrid systems.

After finishing analyzing the components of a hybrid system, it has been possible to understand in an optimal way the functioning and the existing combination between different technologies such as; mechanical, electronic and electrical; that are merged to obtain efficient, economical and high quality cars.

INTRODUCCIÓN

La tecnología híbrida es aquella combinación entre dos o más motores, generan combustible para moverse; es una simbiosis tecnología entre un motor de gasolina y uno eléctrico. Cada uno de esos motores entra en acción de forma automática cuando es necesario o cuando lo desee el conductor.

Un automóvil híbrido exprime la energía al máximo obteniendo un mayor rendimiento a un menor consumo. La energía almacenada en una batería de alto voltaje se une a la energía de la gasolina para conseguir movimiento.

Existen diferentes tipos de vehículos híbridos; los más comunes llamados híbridos paralelos en donde existe una fuente eléctrica y otra de combustión interna trabajan por separado o al mismo tiempo; o las llamadas en serie donde el motor a gasolina funciona para generar electricidad y así alimentar a la fuente eléctrica.

Una de las ventajas de esta tecnología es que reduce desde un 20% hasta el 60%, disminuyendo así la emisión de gases contaminantes al ambiente, con respecto a un automóvil convencional.

El funcionamiento de un automóvil híbrido, requiere de cinco componentes básicos: motor de combustión interna, transaxle híbrido, moto generadores, inversor/conversor y batería de alta tensión; siendo, cada uno importante en su proceso; en esta investigación me enfocaré exclusivamente al sistema inversor híbrido, donde se compone por el inversor de voltaje, que es un elevador de tensión que, transforma de corriente continua en corriente alterna para alimentar a la moto generador en la transmisión delantera y para el diferencial trasero, incorpora la gran cantidad de elementos electrónicos y eléctricos, controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV que es la que se encarga de controlar al inversor, generando cualquier tipo de diagnóstico.

No existe la suficiente información de material didáctico del sistema híbrido, en especial de sus componentes; por este motivo, se hace necesario estar actualizado en este proceso.

La presente investigación, aborda el estudio descriptivo, característico y representativo del sistema de funcionamiento y los elementos más importantes que componen el inversor de voltaje, superando la limitada información tanto en medios virtuales como bibliográficos, a fin de aportar un documento de consulta y un modelo didáctico -

práctico para el análisis y funcionamiento de un vehículo híbrido, lo que facilitará el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se consideró de vital importancia para la educación con soporte amplio y asertivo para estudiantes ya que son los primeros beneficiados para la preparación y mejora académica en el campo del Sistema Inversor del vehículo Híbrido.

CAPÍTULO I

1.1. Historia de los vehículos Híbridos

Los vehículos híbridos nacieron debido a que se quería eliminar los ineficientes motores de combustión interna de gasolina y a que los motores eléctricos tenían el problema de que su tecnología en las baterías era obsoleta.

En el año 1996; en los EEUU recomiendan utilizar otro tipo de automóviles para reducir la contaminación ambiental(Camargo, Hernández, Constanzo, & y Bentancour, 2012).

en 1969; mencionó que el futuro estaba en los autos a gasolina-eléctrico; así fue que General Motors presenta tres tipos de microcoche: un eléctrico, y uno a gasolina(Cabrera, 2012).

Baruch Berman, George H. Gelb y Neal A. Richardson; en los años 1971, desarrollaron un sistema de transmisión electromecánica, utilizando un motor pequeño de combustión interna(MOTORPASIÓN, 2009).

Volkswagen, en 1973, desarrolló un taxi híbrido que llegó a recorrer 13mil km en pruebas. En 1896 los británicos H. J. Dowsing y L. Epstein patentaron ideas sobre hibridación en paralelo, que posteriormente fueron utilizadas en Estados Unidos para mover vehículos grandes, como camiones o autobuses(Dorsey, 2004).

En 1980, la compañía de cortacéspedes Briggs&Stratton desarrollaron un coche híbrido utilizando un bicilíndrico de 16 CV con gasolina y un motor eléctrico, con una potencia combinada de 26 CV. El vehículo era de diseño propio, con dos puertas y seis ruedas (Palacios, 2006).

Los hermanos belgas Henri Pieper y Nicolás Pieper construyeron en 1899 su Voiturette, con un motor de gasolina unido a uno eléctrico bajo el asiento, generaba electricidad para las baterías, para luego dar potencia extra al subir pendientes o acelerar.

Se dedicaron a su comercialización hasta vender la empresa a Henry Pescatore(Cabrera, 2012).

Elektromobil Lohner-Porsche, en 1900 realiza la apertura en París un cabrioler de propulsión eléctrica, compuesta de ácido de plomo, transmitiendo energía de dos motores eléctricos, acoplados en las ruedas del automóvil, siendo el primer auto eléctrico híbrido (MOTORPASIÓN, 2009).



Figura 1: Primer auto Híbrido- Lohner-Porsche Semper Vivus.1900

Fuente: (Costas, 2011)

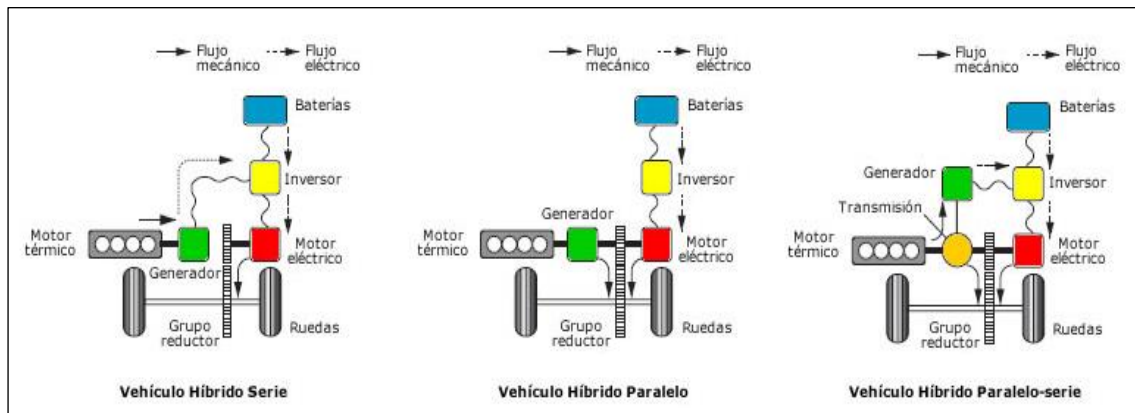
En 1991 se presenta otro prototipo, Audi Duo II, basado en el mismo coche. La carrocería familiar era idónea por su espacio para las baterías.

Es finalmente Toyota la que se *arriesga* y lanza al mercado japonés el Toyota Prius (en latín, “pionero”) en diciembre de 1997, es el primer híbrido de producción masiva del Mundo (MANUAL DE LA TOYOTA). Es un híbrido puro, con una cantidad muy elevada de soluciones técnicas innovadoras e incluso un problema de patentes que los jueces fallaron en contra de Toyota. El primer año de ventas fue un éxito, 18.000 unidades. A finales de 2000 se vendió en otros mercados con algunos cambios (Cabrera, 2012).

Honda se apunta a la carrera en 1999 con el Honda Insight, un semihíbrido con cambio manual o CVT, de reducido tamaño y peso, aerodinámica optimizada y un consumo de combustible realmente bajo. Se vendió en EEUU, en España no llegamos a verlo. Entre 2003 y 2005 se vende el Honda Civic IMA como respuesta al Prius, con cambio manual (MOTORPASIÓN, 2009).

1.2. Estructura de los Sistemas híbridos

Debido a su tecnología pueden combinarse entre ellos para estructurarse como modelos



que utilicen la propulsión en serie, paralelo o mixta(Friedman, 2003).

Figura 2: Estructura de los sistemas híbridos: Serie, Paralelo, Serie-Paralelo

Fuente: (Friedman, 2003)

1.2.1. Sistema híbrido en serie

En estos vehículos el motor de combustión proporciona movimiento a un generador que o carga las baterías o suministra la potencia directamente al sistema de propulsión (motor eléctrico) y por lo tanto reduce la demanda a la batería(Friedman, 2003).

El motor térmico impulsa un generador eléctrico, normalmente un alterador trifásico, que recarga las baterías, una vez rectificadas la corriente, y alimenta al motor o motores eléctricos y estos son los que impulsan al vehículo(Camargo, Hernández, Constanzo, & y Bentancour, 2012).

La parte eléctrica genera tracción, el motor de combustión se utiliza para suministrar electricidad, es decir el motor a gasolina no mueve directamente al automóvil.

La principal ventaja que ofrece este diseño frente al de en "paralelo" es la de un diseño mecánico simple. Se dispone de un motor térmico diseñado y optimizado para trabajar siempre en el mismo régimen de revoluciones.

1.2.2. Sistema híbrido en paralelo

Este tipo de vehículo utiliza dos sistemas de tracción en paralelo. Según esta configuración ambos proveen de potencia a las ruedas de modo que los dos sistemas pueden ser utilizados independientemente o simultáneamente para obtener una potencia máxima (Friedman, 2003).

El motor a gasolina entra en funcionamiento cuando el vehículo necesita más energía. Y al detenerse, el híbrido aprovecha la energía normalmente empleada en frenar para recargar su propia batería (frenado regenerativo).

Tanto la parte eléctrica como el motor de combustión interna, pueden hacer girar las ruedas.

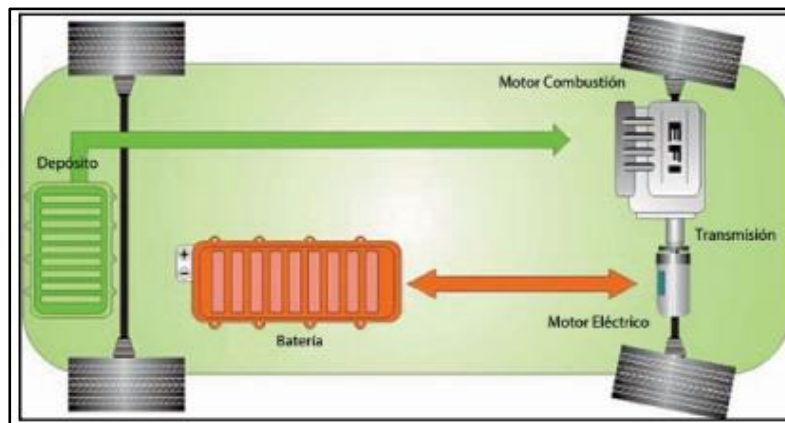


Figura 3: Sistema híbrido en paralelo

Fuente: (Camargo, Hernández, Constanzo, & y Bentancour, 2012)

Tiene la ventaja que el generador al estar diseñado para funcionar sólo como generador, será más eficiente que el motor funcionando como generador. Usando el motor eléctrico como generador: se disminuye el número de componentes, pero puede disminuir el rendimiento.

1.2.3. Sistema híbrido serie-paralelo

Este sistema combina las configuraciones serie y paralelo para aumentar al máximo los beneficios de ambos sistemas. Tiene dos motores, y dependiendo de las condiciones de manejo, usa sólo el motor eléctrico o el poder de ambos para lograr el nivel de eficacia más alto.

1.3. Vehículos híbridos en Ecuador

Se han llamado “híbridos” a los automóviles que utilizan un motor eléctrico, y un motor de combustión interna para realizar su trabajo. A diferencia de los automóviles solo

eléctricos, los vehículos híbridos no requieren conectar a una toma de corriente para recargar las baterías, el generador y el sistema de freno regenerativo se encargan de mantener la carga de las mismas. Al utilizar el motor térmico para recargar las baterías, se necesitan menor número de estas por lo que el peso total del vehículo es menor ya que el motor térmico suele ser pequeño.

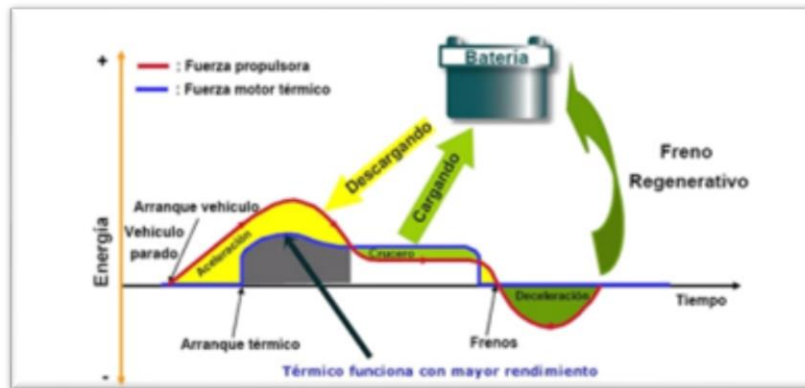


Figura 4: Funcionamiento del vehículo híbrido
Fuente: (Cabrera, 2012)

En el año 2009; ingresa la comercialización de este tipo de autos en el Ecuador, marcas colocadas en el mercado como Toyota, Ford, Chevrolet y Lexus, son las que alcanzaron a vender 4509 unidades a finales del año 2010 (EL UNIVERSO, 2017).

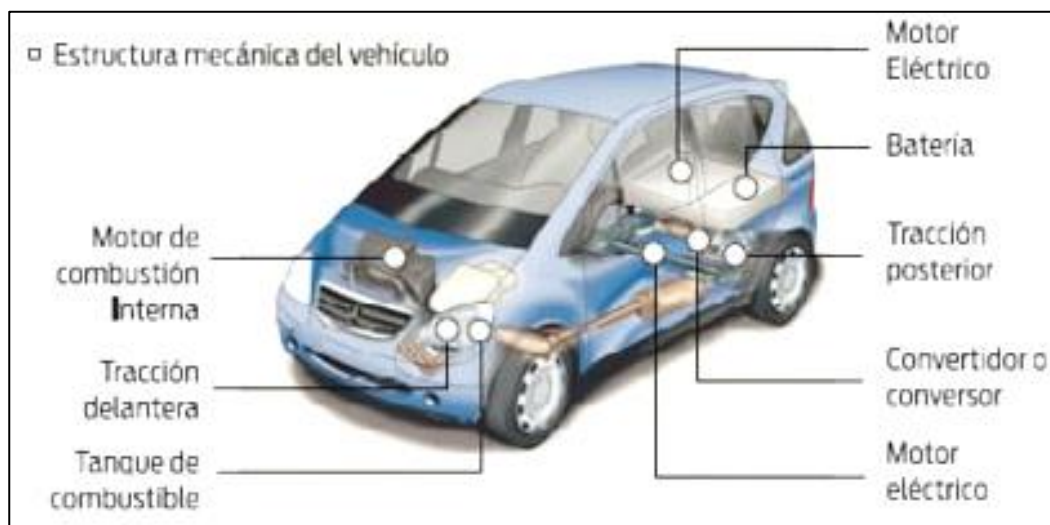
Estos autos son exonerados de impuestos del ICE; llegan a un valor de 35mil con un motor de hasta 2000 cm³

Fabián Rodríguez, jefe de Producto de Toyota, sostiene que el cliente que adquiere un vehículo híbrido es una persona con alto nivel de educación, que realiza una compra racional identificando el costo beneficio que el vehículo le brinda con respecto a bajo consumo de combustible, bajas emisiones contaminantes y alto nivel de equipamiento en tecnología y seguridad.

Esta marca, que desde el 2009 ha colocado más de 4.600 unidades, comercializa en Ecuador dos modelos híbridos: el Prius C Sport y el Prius 4G, que es la cuarta generación del híbrido más vendido a nivel mundial. Este último se presentó en el Automundo 2017 (EL UNIVERSO, 2017). La marca brinda en los híbridos ocho años de garantía o 160 mil km para todos los componentes del sistema híbrido, incluida la batería

1.4. Componentes de los autos híbridos

Este tipo de vehículos tiene varios componentes comunes independientemente de la



arquitectura (híbrido en serie, paralelo o combinado).

Figura 5: Componentes de los autos híbridos

Fuente: (Camargo, Hernández, Constanzo, & y Bentancour, 2012)

1.4.1. Motor de combustión interna

O motor de explosión, es un mecanismo destinado a transformar la energía calorífica en trabajo, El motor de combustión interna es el utilizado en la práctica totalidad de los vehículos de carretera y ciudad.

En su interior se produce una combustión y unos gases a alta presión y temperatura que producen el movimiento del motor y, se producen también emisiones contaminantes (Alarcón, 2010).

1.4.2. Motor eléctrico

Es un motor síncrono de imanes permanentes de neodimio. Impulsa el auto por si solo en momentos cuando es más eficiente (largada, aceleración suave y frenado) Igual sirve como complemento del motor de combustión.

Funciona a 500 V y puede dar 50 kW entre 1.200 y 1.540 rpm., dado el desarrollo de transmisión que tiene el coche y su velocidad máxima (170 km/h), el régimen máximo del motor eléctrico es unas 6.150 r.p.m.(Martínez, 2010)

Se pueden usar motores de corriente continua o de corriente alterna.

Motor de corriente continua. – son motores de imanes permanentes y, alto margen de regulación de su velocidad, alimentación, tiene la ventaja de ser más fáciles de controlar que los de alterna ya que solo hay que controlar la amplitud.

Motor de corriente alterna. Son más difíciles de inspeccionar que los de continua ya que hay que controlar la frecuencia de la tensión de alimentación y la amplitud de esta tensión.

1.4.3. Sistema de control de energía

La unidad de control de energía contiene un inversor que convierte el voltaje DC que viene de la batería en un voltaje AC para hacer funcionar el motor eléctrico además de convertir de DC a DC. Además, posee la batería híbrida y el freno regenerativo que son responsables de mantener un óptimo desempeño eléctrico del vehículo. Estos elementos son descritos a continuación (Suntaxi & Roberto., 2010).

EL INVERSOR CONVERTIDOR

Este componente es parte fundamental del vehículo híbrido, incorpora gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos, pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido quien es encargada de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico el mismo (MOTORPASIÓN, 2009).

1.4.4. Batería

Las baterías en un auto híbrido son la fuente de energía del motor eléctrico. A diferencia de la gasolina en el tanque de combustible, que solo puede proveer de energía al motor a gasolina, el motor eléctrico en el auto híbrido puede suministrar energía a las baterías, así como obtenerla de estas. El problema es su peso; para 100 Km. de autonomía, el peso está entre 200 y 300 Kilos.

Para el funcionamiento del vehículo es necesario que en momentos los motogeneradores sean accionados con carga almacenada, esta carga se encuentra en una batería denominada de alta tensión o híbrida, la cual en carga nominal debe tener un mínimo de 201,6 V. Todo este paquete suministra tensión al conjunto inversor y recibe carga de este en condiciones específicas como accionamiento de MG1 o mediante MG2 en el llamado freno regenerativo (Martínez, 2010).

La batería de alta tensión es de níquel e hidruro metálico, esta batería sólo se recarga con el generador, al que impulsa el motor térmico. No tiene ningún tipo de conexión para conectarla a una red o a otro dispositivo de carga.

Para seguridad del vehículo y procedimientos de reparación y diagnóstico el circuito interno de la batería está dividido en dos a través de un Jumper de seguridad, si éste abre el circuito la tensión no llega al inversor y el vehículo no se moverá (Mott, 1992).

1.4.5. Tracción delantera

Lo más habitual en un vehículo es la tracción delantera, que consiste en transmitir el par generado por el motor únicamente a las ruedas del eje delantero, el mismo eje en el que se suele encontrar la dirección del vehículo. La mayoría de vehículos de tracción delantera incorporan el diferencial en la estructura de la caja de cambios (LEASEPLAN, 2017).

Los vehículos eléctricos e híbridos, con motores cada vez más compactos e independientes, están desarrollando una tecnología en la que presentan ejes y ruedas con tracción independiente y sin conexión física. La ventaja es evidente. Se puede prescindir de elementos pesados y que conllevan pérdidas energéticas como ejes de transmisión para optar por transmisiones directas a cada rueda o cada eje (Martínez, 2010).

1.4.6. Tracción posterior

Cuando la transmisión de la fuerza motriz se realiza sobre el eje trasero se denomina propulsión. La propulsión o tracción trasera es el sistema en el que la transmisión del movimiento del motor se realiza sobre las ruedas traseras (LEASEPLAN, 2017).

En los vehículos híbridos se combina un motor térmico que transmite su fuerza al eje delantero con uno eléctrico que manda tracción al eje posterior. Su actuación conjunta convierte a este tipo de vehículos en tracción integral sin los inconvenientes que esta conlleva y con las ventajas añadidas de una administración inteligente del flujo de energía y par entre motores térmicos y eléctricos (Dorsey, 2004).

CAPÍTULO II

2. SISTEMA INVERSOR HÍBRIDO

2.1. Funcionamiento general del inversor

El inversor, es un compuesto importante en un vehículo híbrido ya que incorpora elementos eléctricos y electrónicos, controlados por la unidad del sistema ECU HV; su función es convertir la corriente continua en alterna o viceversa, alimentando a las motos generadoras en la transmisión delantera y trasera (Fernández, 2009).

Para obtener un movimiento del motor generador se utiliza una corriente de tres fases, obtenida por un circuito amplificador que eleva la tensión de 220V a 650V de corriente directa a alterna, otra función que cumple este compuesto es que se convierte por instantes en generadores para elevar la carga de batería (Friedman, 2003).

El inversor se encarga de las siguientes funciones:

- ✓ Convierte los 201,6 V DC (corriente continua) que entrega la batería HV en 201,6 V AC trifásica (corriente alterna).
- ✓ Multiplica estos 201,6 V AC trifásica hasta un máximo de 550 V AC trifásica. al motor y al generador eléctricos del THSD.
- ✓ Convierte los 201,6 V DC en 201,6 V AC para el compresor eléctrico del aire acondicionado.
- ✓ Convierte los 201,6 V DC en 12V DC y 100 A. para recargar la batería de 12V, dada la ausencia de alternador y alimentar a los demás elementos eléctricos del vehículo (luces, audio, ventiladores, etc.).
- ✓ Gestiona la activación de los transistores de potencia es controlada por la ECU de HV. Transmite la información necesaria para controlar la corriente, tal como el amperaje de salida o la tensión hacia la ECU de HV.

En caso de una colisión en la que el vehículo se ve implicado, el sensor del disyuntor del circuito, que está instalado en el inversor, detecta una señal de colisión para detener el sistema.

2.1.1. Diagrama y partes

En el análisis del circuito electrónico en el interior del inversor, se encuentra el sistema en dos partes, una encargada de manejar los Moto generadores y otra que maneja el motor del aire acondicionado y el conversor DC-DC(Training, 2006).

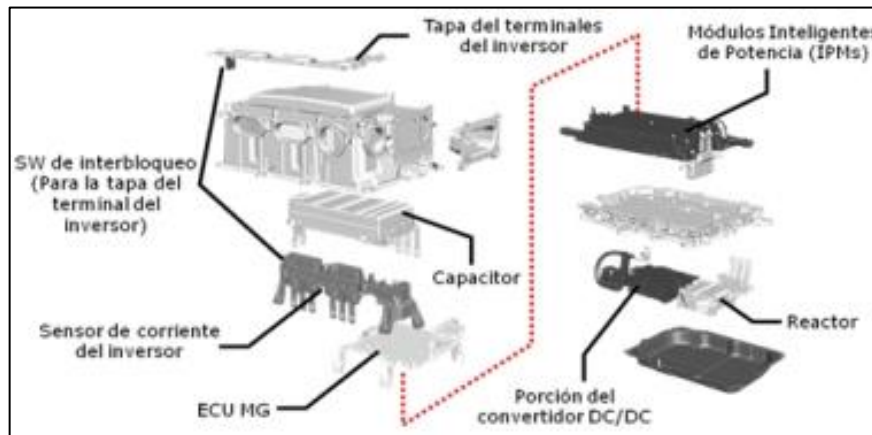
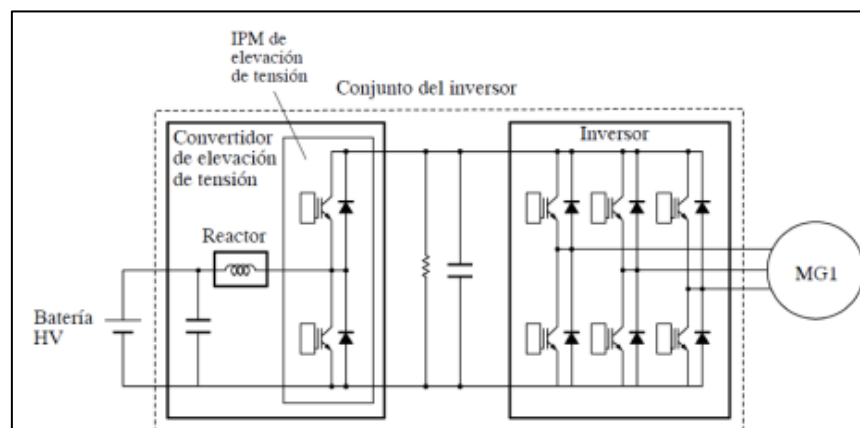


Figura 6: Partes de un inversor
Fuente: (Training, 2006)

2.1.2. Sistema de elevación de tensión

“el sistema de elevación de tensión es, la clave del mecanismo del inversor, está compuesto por un reactor y un módulo IPM (Integrated Power Module – módulo de alimentación integrado) que contiene transistores IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor – transistor bipolar de compuerta aislada) que efectúa el control de



conmutación, y el reactor que almacena la energía (Suntaxi & Roberto., 2010).”

Figura 7: Sistema de elevación de tensión
Fuente: (Suntaxi & Roberto., 2010)

Cuando MG1 o MG2 actúa como el generador, el inversor convierte la corriente alterna (margen de 201,6 a 500V) generada por uno de ellos a corriente continua, y luego el convertidor de elevación de tensión la reduce a 201,6V CC, y de este modo se carga la batería HV(Robert L. Mott, 2006).

2.1.3. Convertidor de corriente

La fuente de alimentación del equipo auxiliar del vehículo, como son: las luces, sistema de audio y sistema de aire acondicionado (con excepción del compresor del A/C), así como las ECU, se basa en un sistema de 12 V CC. Puesto que el generador del THS-II emite una tensión nominal de 201,6 V CC, el convertidor se usa para transformar la tensión desde 201,6 V CC a 12 V CC para recargar la batería auxiliar. El convertidor está instalado en la parte inferior del inversor (Acosta, 2013).

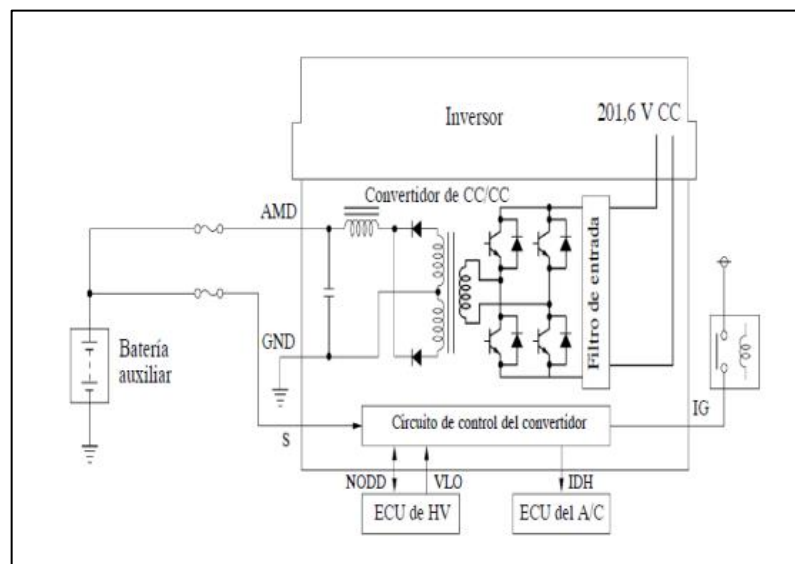


Figura 8: Sistema de Convertidor de corriente
Fuente: (Acosta, 2013)

Dentro del circuito inversor, se encuentra un conjunto de resistencias, las cuales son importantes ya que, si esas no existieran, podría permanecer mucho tiempo cargado el circuito luego de que el vehículo se encuentre apagado, lo que se traduce en un riesgo inminente (Alarcón, 2010).

2.1.4. Inversor del A/C

En el conjunto del inversor se ha incluido un inversor del A/C que suministra alimentación para impulsar el compresor del inversor eléctrico del sistema del A/C. Este inversor convierte la tensión nominal de la batería de 201,6 V CC a 201,6 V CA y

suministra alimentación para operar el compresor del sistema del A/C (CISE Electrónica, 2011).

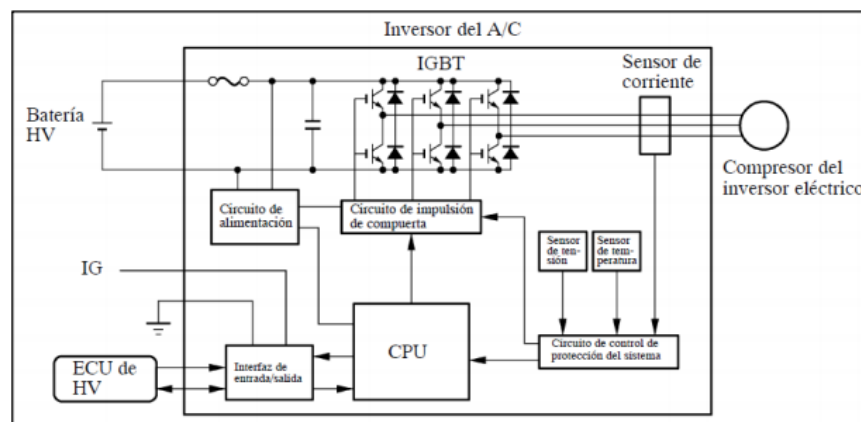


Figura 9: Sistema del Inversor del A/C
Fuente: (CISE Electrónica, 2011)

2.1.5. Control del ensamble inversor-convertidor

El ECU MG, transmite señales a los transistores de potencia dentro del convertidor para la comunicación de las fases de la bobina del estator U, V y W de lo MG1, MG2, y MGR; la misma que se basa en la información de posición del rotor enviado por el MG1, MG2 y el resolver del MGR(Javaz, 2012).

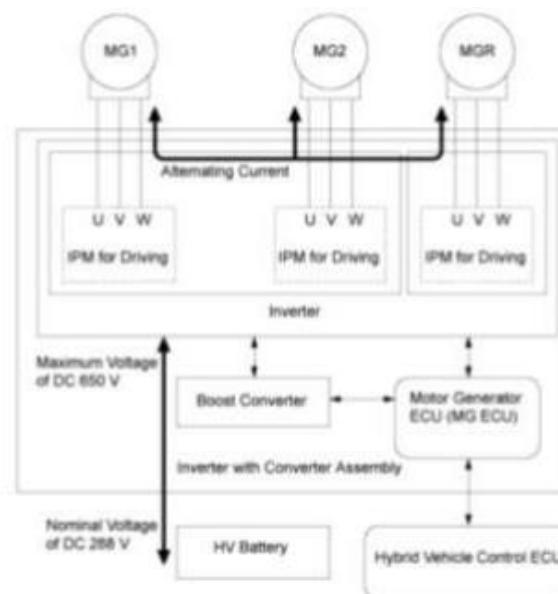


Figura 10: Sistema del Control del ensamble inversor-convertidor
Fuente: (Javaz, 2012)

Cuando el vehículo se encuentra en neutro el ECU, recibe una señal de tensión de falla, sobre-calentamiento o una sobre intensidad de corriente desde el inversor, el ECU transmite una señal de control de apagado para el inversor, con el fin de apagar los transistores de potencia para MG1 para una desconexión eléctrica de los MG2 y MGR(Toyota D. E., 2014).

2.1.6. Sistema de enfriamiento

Cuenta con un radiador que está integrado con el radiador del motor de gasolina, utiliza una bomba de agua, los MG se encuentran separados del sistema de enfriamiento del motor.

El sistema de enfriamiento del Inversor y los Motogeneradores está provisto de un tanque de almacenamiento del refrigerante caliente (CoolantHeat Storage Tank) el cual está en capacidad de almacenar el líquido caliente por lapso de 3 días, este sistema permite un rápido calentamiento de la maquina (MCI Motor de Combustión Interna) precalentando la cabeza de cilindros para cuando el MCI arranque lo haga desde un rango mayor de temperatura reduciendo así el esfuerzo del arranque en frio y reduciendo también de esta forma la producción de emisiones al medio ambiente(Toyota M. C., 2010).

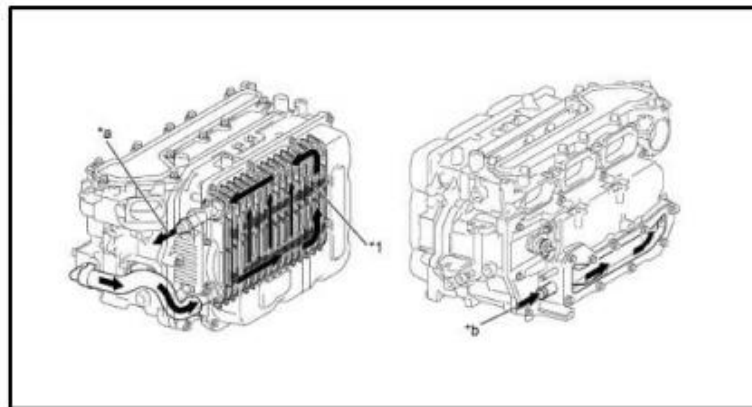


Figura 11: Sistema de enfriamiento
Fuente: (Toyota M. C., 2010)

CAPITULO III

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

3.1. Mantenimiento Preventivo

El término "mantenimiento preventivo" ha llegado a significar, como generalidad, un sistema rutinario de inspección de equipos. Estas inspecciones, de acuerdo con el tipo y aplicación que ha de darse a la maquinaria, precisan también de pruebas de servicio de los dispositivos, o de sistemas completos de aparatos.

Aplicando más concretamente el término, significa la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones.

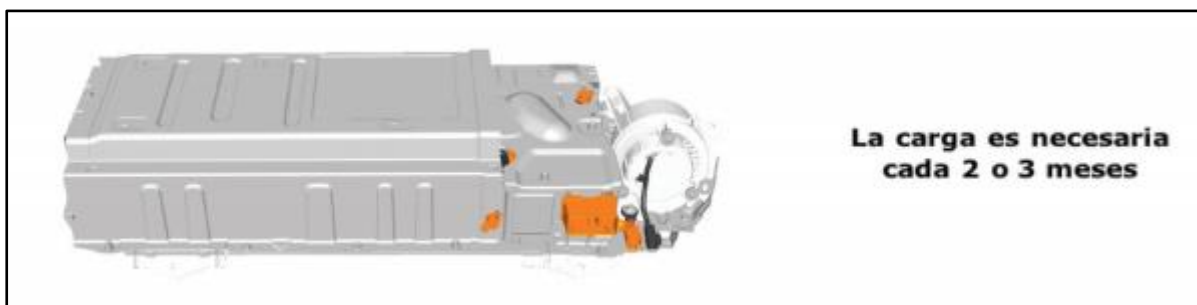
Es una inspección periódica de un determinado equipo, sistema y/o elemento; encaminados a determinar su correcto funcionamiento.

3.1.1. Mantenimiento del Sistema Híbrido

Precauciones antes de brindar el servicio(BOLETÍN 15, PRIUS TOYOTA, 2011):

1. Utilice el letrero "PRECAUCIÓN: ALTO VOLTAJE, NO TOCAR".
2. Ponga el modo de encendido en OFF (apagado) y mueva la llave fuera de la ranura e inicie el área de detección interior del sistema.
3. Desconecte el cable de la terminal negativa de la batería auxiliar.
4. Inspeccione los guantes aislantes.
5. Retire el enganche de la toma de servicio.
6. Espere 10 minutos después de retirar el enganche de la toma de servicio para permitir que se descargue el capacitor de alto voltaje dentro del conjunto inversor-conversor.
7. Verifique el voltaje en las terminales del capacitor de alto voltaje en el conjunto inversor/conversor (verificación de 0 V).

Evitando que la batería HV se descargue:



Método de carga

1. Conecte la terminal negativa de la batería auxiliar.
2. Active el interruptor de encendido (IG) sin aplicar ninguna carga eléctrica. Mantenga el vehículo en este estado por 3 minutos. Este paso se necesita para permitir que la ECU detecte el SOC correcto (estado de carga).
3. Entre al estado de READY-ON. Después que el motor arranque, déjelo inactivo seleccionando Park (P) hasta que el motor se detenga (la auto-carga se haya completado).

3.2. Mantenimiento Preventivo del Sistema Inversor Híbrido

El mantenimiento que se debe realizar al conjunto inversor es cambiar su refrigerante cada 40.000 Km o 2 años, esto se debe a que con el tiempo el líquido refrigerante se descompone y pierde sus propiedades anticorrosivas.

Para realizar el cambio de refrigerante se tiene que extraer el tapón del depósito del inversor, retirar el tapón de drenaje y vaciar el refrigerante; Luego se coloca de nuevo el tapón de drenaje y se vierte el líquido refrigerante lentamente, aproximadamente 2,1 litros, hasta llegar a la marca Full (F) del depósito del inversor, después se procede a realizar la purga de aire en el sistema, esto se realiza encendiendo el vehículo y esperando que disminuya el ruido producido por la bomba de agua del inversor y una vez que baje el nivel del depósito se vuelve a rellenar hasta la marca Full (F), si es necesario se repite el proceso hasta que el ruido desaparezca, para finalizar se coloca el tapón del depósito del inversor. (Gil Martínez, 2008)

3.2.1 Inspección del inversor

Para realizar el respectivo mantenimiento e inspección del inversor es necesario utilizar guantes aislantes y comprobar los códigos DTC.

Hay que tomar en cuenta los siguientes puntos para realizar la inspección:

1. Apagar el interruptor de alimentación
2. Retirar el tapón deservicio
3. Retirar la tapa del inversor:

Retirar los tornillos y luego la tapa del inversor



Fotografía 1: Sistema de inversor. - inversor con tapa
Fuente: Autor



Fotografía 2: Interior del Sistema de Inversor

Fuente: Autor

Deberá entregar los siguientes valores expresados en la tabla:

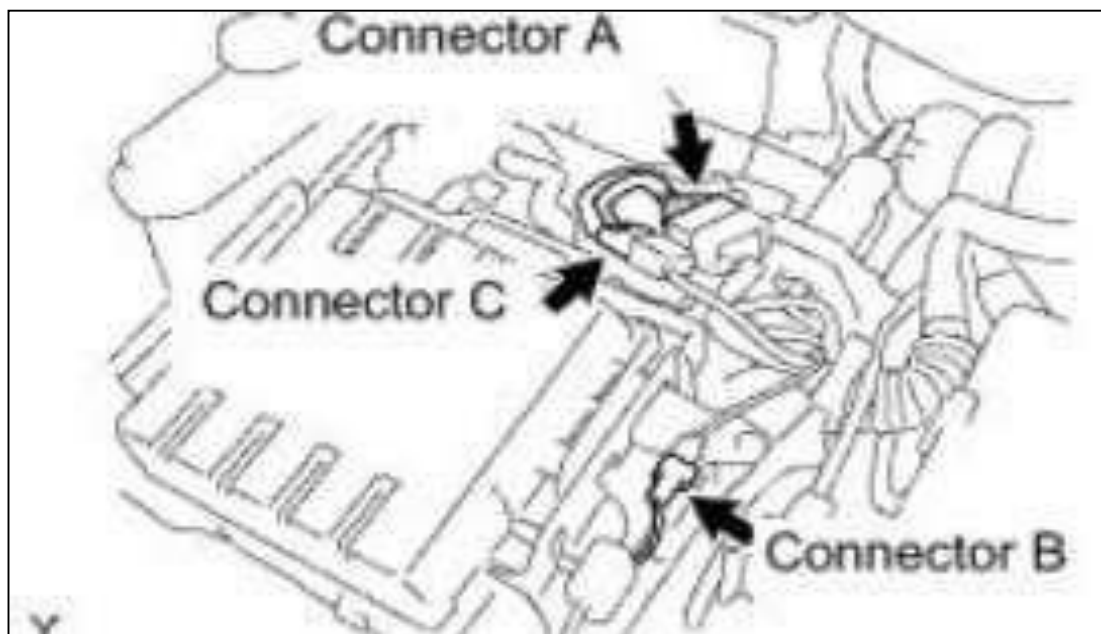


Figura 12: Conectores Del Sistema Inversor

Fuente: (Toyota M. C., 2010)

4. Desconectar los conectores A y B se muestra en la ilustración
5. Girar el interruptor de encendido en ON(IG).
6. Medir el voltaje y la resistencia mediante un multímetro

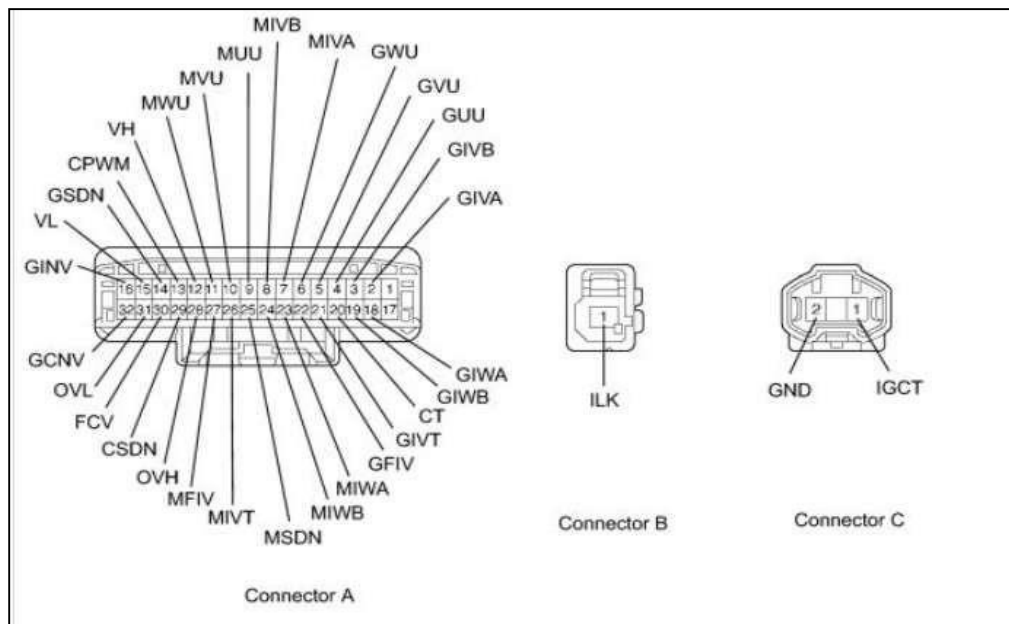


Figura 13: Puntos De Medición Del Inversor
Fuente: (Toyota D. E., 2014)

3.2.2 Valores óptimos para el Inversor

A continuación, se detalla las condiciones específicas de los puntos al ser medidos:

Tabla 1: Valores óptimos para el inversor

| CONEXIÓN | PROBADOR DE | CONDICIÓN |
|----------|-------------------|-------------------------------------|
| | ESPECÍFICA | |
| (GINV) | A-2 (GIVA) - A-16 | Aproximadamente 0 V |
| (GINV) | A-3 (GIVB) - A-16 | Aproximadamente 0 V |
| (GINV) | A-4 (GUU) - A-16 | Aproximadamente 14 a 16 V |
| (GINV) | A-5 (GVU) - A-16 | Aproximadamente 14 a 16 V |
| (GINV) | A-6 (GWU) - A-16 | Aproximadamente 14 a 16 V |
| (GINV) | A-7 (MIVA) - A-16 | Aproximadamente 0 V |

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| A-8 (MIVB) - A- 16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-9 (MUU) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 14 a 16 V |
| A-10 (MVU) - A- 16 (GINV) | Aproximadamente 14 a 16 V |
| A-11 (MWU) - A- 16 (GINV) | Aproximadamente 14 a 16 V |
| A-12 (VH) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0.5 V |
| A-13 (CPWM) - A- 32 (GCNV) | Aproximadamente 0 V |
| A-14 (GSDN) - A- 32 (GCNV) | Aproximadamente 2 a 4.5 V |
| A-15 (VL) - A-32 (GCNV) | Aproximadamente 0.5 V |
| A-16 (GINV) - C-2 (GND) | Aproximadamente 0 V |
| A-18 (GIWA) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-19 (GIWB) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-20 (CT) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-21 (GIVT) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 2 a 4.5 V |
| A-22 (GFIV) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 5 a 8 V |
| A-23 (MIWA) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-24 (MIWB) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-25 (MSDN) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 0 V |
| A-26 (MIVT) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 2 a 4.5 V |
| A-27 (MFIV) - A-16 (GINV) | Aproximadamente 5 a 8 V |
| A-28 (OVH) - A- 16 (GINV) | Aproximadamente 5 a 8 V |
| A-29 (CSDN) - A-32 | Aproximadamente |

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| (GCNV) | 0 V |
| A-30 (FCV) - A-32 (GCNV) | Aproximadamente 13.5 a 16.5 V |
| A-31 (OVL) - A-32 (GCNV) | Aproximadamente 13.5 a 16.5 V |
| A-32 (GCNV) - C- 2 (GND) | Aproximadamente 0 V |
| B-1 (ILK) – Cuerpo a Tierra | Entre 1 Ohm |
| C-1 (IGCT) - C-2 (GND) | Aproximadamente 8 a 16 V |
| C-2 (GND) – Cuerpo a Tierra | Entre 1 Ohm |

3.2.3 Inspección del convertidor

Luces del HV y aviso de carga

Si la luz de advertencia del sistema de HV y, la luz del aviso de carga se enciende al mismo tiempo, comprobar los DTC y realizar la solución de problemas adecuada.

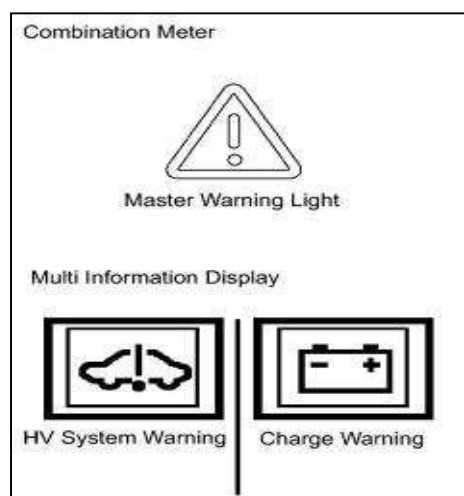


Figura 14: Luces del HV y aviso de carga
Fuente: (CISE Electrónica, 2011)

Los pasos a seguir para realizar la inspección del convertidor son los siguientes:

a) Compruebe el funcionamiento

- Utilice un voltímetro para medir el voltaje de la terminal de la batería auxiliar cuando la luz "LISTO" esté intermitente entre el OFF y ON.

| Luz "READY" | Condiciones Específicas |
|-------------|-------------------------|
| ON | 14 V |
| OFF | 12 V |

- ✓ Cuando la luz de "READY" está en ON, el convertidor emite la tensión.
- ✓ Cuando está en OFF, la batería auxiliar es el que emite la tensión.

b) Inspeccione la corriente de salida

Para inspeccionar esta parte debemos tener en cuenta el uso de guantes aislantes para no sufrir lesiones graves. El procedimiento a seguir será el siguiente:

- ✓ Quite los 5 tornillos y desconecte los cables de alimentación MG1 del inversor.
- ✓ Quite los 5 tornillos y desconecte el cable de alimentación MG2.
- ✓ Instalar un voltímetro y el AC / DC 400 Una sonda a las ubicaciones que se muestran en la figura 20.
- ✓ Conecte el cable de alimentación de MG1 a la terminal del cable de alimentación MG1 con 5 pernos. Con las siguientes especificaciones: Torque: 8.0 N·m (82 kgf·cm, 71 in·lbf).
- ✓ Conecte el cable de alimentación MG2 al terminal del cable de alimentación MG2 con 3 pernos. Con las siguientes especificaciones: Torque: 8.0 N·m (82kgf·cm, 71 in·lbf).
- ✓ Con la luz "READY" encendida, encender los aparatos eléctricos que funcionan a 12V, uno por uno, y luego medir la corriente de salida. Deberá cumplir con un amperaje aproximado de 80A.

Si la corriente de salida es 0A o superior a 80A, comprobar la señal de entrada / salida.

c) Compruebe la señal de entrada /salida.

Utilice un voltímetro para medir la tensión entre la ronda de cuerpo y de la terminal del conector del mazo de cables del lado del vehículo

d) Condiciones Convertidor

| Prueba de Conexión | Condición Específica |
|----------------------------|---|
| 1 (IGCT) – Cuerpo a Tierra | 8 to 16 V |
| 3 (S) – Cuerpo a Tierra | Igual al voltaje de la batería auxiliar |
| 4 (NODD) – cuerpo a Tierra | 120 a 140 k Ω Cuando el botón de encendido está en OFF |

3.3 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es una medida que se utiliza cuando el equipo se encuentra con un fallo y no queda más remedio que reparar o sustituir; tiene como ventaja principal reducir costos de inspección y reparaciones(Costas, 2011).

Este mantenimiento se lo utiliza cuando la reparación no afecte a la producción llevada a cabo por la compañía o que la medida correctiva resulte menos rentable al ponerla en práctica, de igual manera no debe ser un obstáculo en las tareas rutinarias del mantenimiento que se expone solamente que sea necesario para instalar alguna parte fundamental que de fines positivos al vehículo(ATMOSFERIS, 2012).

3.3.1 Mantenimiento Correctivo del Sistema Inversor

Como se mencionó anteriormente, esta investigación se realizó por el método bibliográfico, por lo que a continuación se detalla los posibles problemas encontrados en un sistema de inversor.

En la tabla 1; se especificó las condiciones específicas que debe encontrarse en el conjunto inversor sobre los probadores de conexión; si esto no se halla adecuadamente puede causar los siguientes problemas:

(Augeri, 2011); mediante un scanner de software, analizó:

- La tensión VL es medida por el mismo IPM mediante un sensor de voltaje; el flujo de datos la tensión de batería VB , difería de la tensión mostrada en el parámetro VL es decir que parecía que había una caída de tensión entre la batería, donde el voltaje es monitoreado por la ECU de la batería (ahora denominada Battery sensor) y la medición efectuada en el mismo inversor por la ECU de los motogeneradores(Augeri, 2011).
- La temperatura del inversor en el sector de MG2 es medida por un sensor colocado en el módulo principal de MG1 y MG2; la temperatura del inversor sobre MG2, aparecía siempre en 15 grados. Siendo este valor inferior incluso a la temperatura ambiente(Augeri, 2011).

Quien recibe en este modelo ambas señales es la ECU de los MG, dispuesta dentro del mismo inversor y es también quien mediante la orden de la ECU HV Unidad de gestión de alimentación) controla el booster; trabajando con un ciclo de trabajo de un 31.7% cuando el sistema se encontraba sin carga y al parecer excitando MG1, dado que sin estar cargando la batería, situación claramente mostrada por un valor positivo de la corriente IB(Augeri, 2011).

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS Y RESULTADOS

El inversor es un componente fundamental de los vehículos híbridos, es controlada por la unidad de control del sistema híbrido (ECU HV) que esta encarga de mandar ordenes al inversor para el correcto funcionamiento del vehículo y generar diagnósticos del sistema híbrido incluido si encuentra fallas y presenta códigos de falla (DTC), sus funciones son:

- ✓ Convertir 201.6 V corriente continua (DC) en 201.6 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al compresor eléctrico del aire acondicionado (A/C).
- ✓ Multiplicar y transformar 201.6 V corriente continua (DC) que recibe de la batería HV en 650 V corriente alterna trifásica (AC) para poder controlar y dar energía al moto-generador MG2 para poder mover el vehículo cuando sale de la inercia y envía energía al moto-generador MG1 cuando requiere que este encienda el motor de combustión interna supliendo al motor de arranque que usa un vehículo convencional.
- ✓ Transformar la alta tensión, corriente alterna (AC), recibida del - MG2, cuando el vehículo regenera energía al momento de la desaceleración y frenado, en corriente continua (DC) y así mismo de parte del moto-generador MG1 genera energía producida por el motor de combustión interna y de este modo cargar la batería HV cuando se lo requiera o el conductor coloque la palanca en B en una desaceleración en el cual el moto-generador MG1 también acompaña en esa condición.
- ✓ Permitir convertir los 201.6 V corriente continua (DC) provenientes de la batería HV a 12 V corriente continua (DC) para cargar la batería 12 V y así suplir la ausencia de un alternador en el vehículo y lograr enviar energía a todos los accesorios que se utilizan dentro del vehículo.

Toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido (ECU HV), este se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC. (Mendez, 2008) (Augeri, 2012)

Ante estas evidencias resulto que el problema se encontraba en la ECU de los MG dado que por otra parte el procedimiento de Toyota indicaba el cambio del inversor completo y esta ECU es el punto común a todos los razonamientos.

La tensión de funcionamiento del circuito de alta tensión (HV) varía en función de la evolución del sistema híbrido THS (Toyota HybridSystem).

El sistema inversor está conformado por un sistema electrónico muy complejo como son Transistores de potencia y condensadores que realizan toda la operación de rectificación de corriente para el funcionamiento normal de los Motos Generadores.

El objetivo de este capítulo es conocer las partes que componen el inversor del Toyota Highlander; esto se realizó desmontándolo y desarmando este componente y de esta manera aprender las funciones que desempeña en el vehículo y realizar su correcto estudio.



Fotografía 4: Desmontaje del conjunto Inversor del Toyota Highlander
Fuente: Autor

Una vez desmontado el inversor se puede observar los cables de alta tensión que salen del inversor, ubicándolos y reconociendo el recorrido que tiene cada uno; como se muestra a continuación:

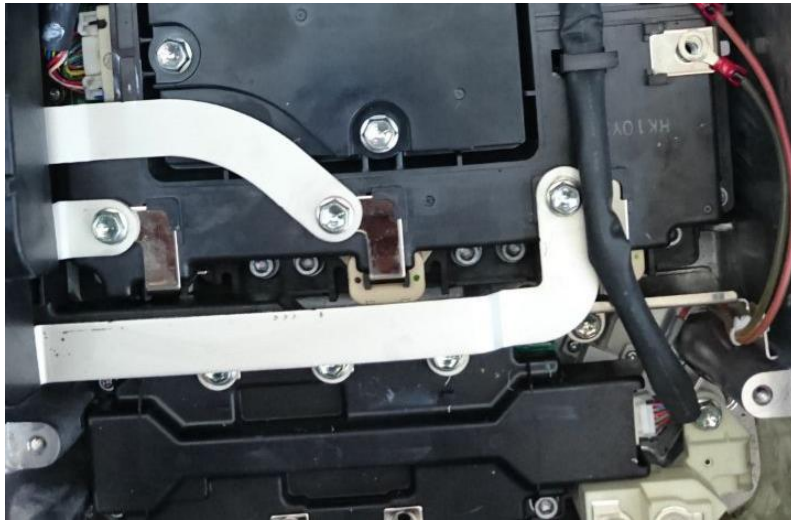


Fotografía 5: Cables de alta tensión **Fuente:** Autor

Con el Inversor desmontado procedemos a retirarle sus cubiertas para observar sus circuitos internos, para poder identificarlos y familiarizarnos con dichos circuitos.

4.1. REACTOR

El reactor es una Bobina que se encuentra en serie con el circuito, todas sus conexiones se encuentran enlazadas con Tornillos fuertes y en este punto no debe existir resistencias o caídas de tensión.



Fotografía 6: Reactor interno de un sistema Inversor
Fuente: Autor

4.2. SISTEMA ELÉCTRICO DEL INVERSOR

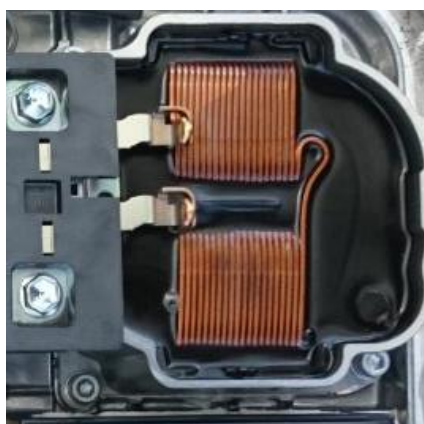


Fotografía 7: Sistema eléctrico de un inversor
Fuente: Autor

Para permitir que el sistema electrónico de un inversor cumpla con su óptimo funcionamiento, requiere evacuar calor mediante un sistema independiente de refrigeración por agua con una bomba eléctrica adicional.

4.3. ELEVADOR DE TENSION (BOOSTER)

El elevador de tensión es la clave del mecanismo inversor, está compuesto por un reactor, y modulo denominado IPM que en su interior contiene un par de transistores IGBT, los cuales son accionados de forma muy precisa para permitir el paso de tensión hacia la batería en el momento en que los Moto Generadores trabajen como Generadores.



Fotografía 8: Booster o elevador de tensión
Fuente: Autor

El Módulo IPM y el reactor son unos elementos de potencia importante y este módulo a la salida de 500 V cuentan con un circuito RC (Resistencia condensador, que genera estabilidad al sistema y descarga el condensador cuando se desconecta de las baterías.

4.4. CONDUCTO DE RIFRIGERACIÓN

La conexión de alta tensión en el sistema se efectúa a través de conectores, su diámetro y conectores son especialmente diferentes a cualquier sistema convencional. Siempre que se trabajen un sistema de este tipo se recomienda seguir detenidamente las especificaciones del fabricante, en la imagen inferior se puede observar uno de estos conectores, en este caso el



que proviene de la batería de alta tensión HV y entra al conjunto del INVERSOR

Fotografía 9: Conducto de refrigeración
Fuente: Autor

CONCLUSIONES

- En el desarrollo del proyecto llegó a esquematizar y simplificar información obtenida a través de medios de investigación digital y bibliográfica a fin de proporcionar un documento que permita un aprendizaje integral sobre el sistema y sirva como base para la comprensión en otros sistemas híbridos.
- El afán por investigar y conocer sobre esta nueva tecnología motiva en sus inicios a revisar manuales técnicos, documentos electrónicos y observar videos detenidamente para tener una idea clara sobre el diseño y construcción del modelo de sistema de Inversor híbrido, de modo que aporte activamente a la comprensión rápida y clara a los estudiantes.
- Al terminar de analizar los componentes de un sistema híbrido, se ha logrado comprender de una manera óptima el funcionamiento y la combinación existente entre diferentes tecnologías como es; la mecánica, electrónica y eléctrica; que se fusionan para obtener automóviles eficientes, económicos y de alta calidad.
- El Inversor, es un componente muy importante dentro del sistema híbrido, debido a que gestiona toda la información proporcionada por el sistema ECU HV.
- El inversor convierte la corriente continua (batería HV) en corriente alterna (MG1 y MG2) o viceversa. Además, suministra AC (MG1) al AC (MG2), sin embargo, cuando el MG1 suministra electricidad a MG2, ésta se convierte en DC dentro del inversor.
- El sistema inversor está conformado por un sistema electrónico muy complejo como son transistores de potencia y condensadores que, realizan toda la operación de rectificación de corriente para el funcionamiento normal de los Motos Generadores.

RECOMENDACIONES

- El documento presentado es apto como fuente de consulta y se lo puede tomar como base para otros tipos de investigaciones afines al tema.
- Se recomienda la lectura del funcionamiento del sistema híbrido para de este modo de tener una noción clara de la operación del mecanismo que permita una adecuada manipulación.
- Debe considerarse los riesgos de alta tensión, al manipular los elementos eléctricos del sistema inversor.
- No provocar descargas eléctricas y/o cortocircuitos en los componentes electrónicos de control ya que esto ocasiona daños irreparables en los transistores de potencia dejando inservible al sistema inversor por ende al vehículo.

Glosario de términos

Actuador:

Son aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.

Batería:

Proporciona 202 V, tiene 6,5 Ah de capacidad (3 horas), pesa 42 kg. Esta batería sólo se recarga con el generador, al que impulsa el motor térmico. Está conectada a un elemento que convierte los 202 V de corriente continua en 500 de corriente alterna.

Batería de Almacenamiento:

Es un dispositivo capaz de transformar energía química a eléctrica y viceversa. La reacción es reversible, durante descarga la energía química se transforma en energía eléctrica para alimentar el inversor y suplir energía a los enseres eléctricos.

Condensador:

Es un elemento intercambiador térmico, en cual se pretende que cierto fluido que lo recorre, cambie a fase líquida desde su fase gaseosa mediante el intercambio de calor (cesión de calor al exterior, que se pierde sin posibilidad de aprovechamiento) con otro medio.

Cortocircuito:

Se denomina cortocircuito al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o tierra en sistemas monofásicos de corriente alterna, entre dos fases o igual al caso anterior para sistemas polifásicos, o entre polos.

Corriente Alterna (AC):

Es un tipo de corriente eléctrica en la que la polaridad se invierte regularmente. En los Estados Unidos y Puerto Rico, se cambia la polaridad 120 ocasiones por segundo o 60 ciclos (Hz) por segundo. Las redes de transmisión eléctrica usan corriente alterna porque el voltaje puede ser controlado con relativa facilidad.

Corriente Directa (DC):

Un tipo de transmisión y distribución de electricidad en donde la electricidad fluye en una sola dirección, usualmente bajo voltaje y altas corrientes. Para proveer energía a su hogar o negocio con corriente alterna (AC) debe tener un inversor de energía.

ECU - Electronic Control Unit:

Es un procesador electrónico que actúa con base en la información facilitada por una serie de sensores.

Elevador de tensión (BOOSTER):

Es la clave del mecanismo inversor, está compuesto por un reactor, y modulo denominado IPM que en su interior contiene un par de transistores IGBT, los cuales permiten:

- Crear con el reactor una fuente SWTCH que eleve la tensión y siga a la parte de control de los motores Generadores.
- Permitir el paso de tensión hacia la batería en el momento en que los Moto Generadores trabajen como Generadores.

El relé o relevador:

Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Generador:

Es el elemento que transforma en electricidad el trabajo del motor térmico; también funciona como motor de arranque del motor térmico. Es de corriente alterna síncrono y como máximo gira al doble de régimen que el motor térmico.

Inversor:

Se encarga de transformar y administrar el flujo de electricidad entre la batería y el motor eléctrico. Además, posee un convertidor integrado que envía parte de la electricidad del sistema a la batería auxiliar de 12 V. Convierte los 201,6 V DC

(corriente continua) que entrega la batería HV en 201,6 V AC trifásica (corriente alterna). Multiplica estos 201,6 V AC trifásica hasta un máximo de 500 V AC trifásica al motor y al generador eléctrico.

Generador 1 - El motor/generador 1 (MG1):

Está conectado al planeta del dispositivo repartidor de potencia. Es el más pequeño de los dos y su potencia nominal es de unos 18 Kw Tradicionalmente, su función ha sido descrita como arrancar el MCI y controlar la velocidad de giro del MCI generando una cantidad variable de energía eléctrica.

Generador 2 - El motor/generador (MG2):

Está conectado al engranaje de corona del dispositivo repartidor de potencia y, por tanto, al eje reductor y, de ahí, a las ruedas. Por tanto, es capaz de mover el coche directamente. Es el mayor de los dos y su potencia nominal es de unos 33 Kw en el Prius de 2ª generación, y de 50 en el de 3ª. Descrito a veces como el "motor de tracción", su papel tradicional es mover el coche como motor, o recuperar energía de frenado como generador. Ambos motores/generadores están refrigerados por agua.

Modulo IPM:

Este módulo presenta la función de generar la conmutación a masa del Reactor, para ello utiliza Transistores con tecnología IGBT (InsulatedGate Bipolar Transistor), los cuales cuentan con una serie de características electrónicas que le permiten conmutar a altas frecuencias y cargas elevadas.

Motor Eléctrico:

Es un motor síncrono de imanes permanentes de neodimio. Funciona a 500 V y puede dar 50 Kw entre 1.200 y 1.540 rpm. Su par máximo es 400 Nm hasta 27 1.200 r.p.m. Pesa 104 kg y según Toyota no hay otro motor eléctrico en el mundo (en ningún sector de la industria) que dé más potencia con menos tamaño y peso que éste. Dado el desarrollo de transmisión que tiene el coche y su velocidad máxima (170 km/h), el régimen máximo del motor.

Reactor:

El reactor es una Bobina que se encuentra en serie con el circuito

Resistor:

Se denomina resistor al componente electrónico diseñado para introducir una resistencia eléctrica determinada entre dos puntos de un circuito. En otros casos, como en las planchas, calentadores, etc., los resistores se emplean para producir calor aprovechando el efecto Joule.

Radiador:

Un radiador es un intercambiador de calor, un dispositivo sin partes móviles ni llamas, destinado al aporte de calor de algún elemento o estancia. Forma parte de las instalaciones centralizadas de calefacción. Cuando el dispositivo tiene la función contraria se denomina disipador.

Refrigerante:

Substancia que se utiliza con fines de enfriamiento o de congelación, como el amoníaco [NH₃], dióxido de carbono [CO₂].

Vehículo híbrido:

Es un vehículo de propulsión alternativa que combina un motor movido por energía eléctrica proveniente de baterías y un motor de combustión interna.

Voltímetro:

Instrumento eléctrico usado para medir el voltaje en un circuito.

Voltaje:

La cantidad de fuerza eléctrica, medida en voltios, que existe entre dos puntos. El voltaje típico de una batería es 12 Vdc y el de nuestras residencias es 120 Vac.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J. J. (2013). *Estudio del sistema híbrido, diseño, construcción e implementación de un modelo de conexión de fuerzas propulsoras de transmisión por medio de engranajes planetarios*. Quito.
- Alarcón, G. M. (2010). *Los motores y combustibles de los automóviles de hoy y del futuro*. Universidad de Murcia.
- ATMOSFERIS. (28 de Febrero de 2012). *Mantenimiento Correctivo, preventivo y predictivo*. Obtenido de Información sobre la Industria del transporte marítimo: <http://www.atmosferis.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo/>
- Augeri, F. (2011). *Problema en Inversor de Toyota Highlander Híbrido*. Mexico: CISE.
- BOLETÍN 15, PRIUS TOYOTA. (2011). *Mantenimiento Preventivo, Prius*. Obtenido de TOYOTA PRIUS: <https://www.toyotacr.com/uploads/file/boletin/Boletin15-Prius.pdf>
- Cabrera, b. G. (09 de Noviembre de 2012). *Innovaciones en los autos*. Recuperado el 20 de Octubre de 2017, de <https://es.slideshare.net/lenthao25/innovaciones-en-los-autos>
- Camargo, A., Hernández, G., Constanzo, F., & y Bentancour, D. (2012). *Hacia un transporte automotor racional y eficiente: Autos Híbridos y Eléctricos*. Montevideo: ANII.
- CISE Electrónica. (2011). *Electrónica baterías autos híbridos*. Buenos aires: CISE Retrieved from CLSE.
- Costas, J. (21 de Octubre de 2011). *Introducción al mantenimiento del coche*. Obtenido de Motorpasión: <https://www.motorpasion.com/otros/introduccion-al-mantenimiento-del-coche>
- Dorsey, J. (2004). *Sistemas de Control Continuos y discretos, Diseño Implementación*. México: McGraw Hill.

- EL UNIVERSO. (30 de junio de 2017). *Tres marcas lideran ventas de híbridos*. Recuperado el 19 de 10 de 2017, de <http://www.eluniverso.com/tendencias/2017/06/30/nota/6255403/tres-marcas-lideran-ventas-hibridos>
- Equipo Automotriz JAVAZ. (2012). *Problemas del Inversor del Toyota Highlander híbrido*. Mexico: CISE.
- Fernández, E. (2009). *Diseño e implementación de un Controlador para la recarga de una batería de un vehículo híbrido aplicando técnicas de control continuo*. Guayaquil.
- Filer, L. (2002). *Programmable Controllers Using And Control Logics*. editorial Pretince Hall united states of America .
- Friedman, D. (2003). *A new road. The technology and potential of hybrid Vehicles*. Concerned.
- Javaz, E. A. (2012). *Problema en Inversor de Toyota Highlander híbrido*. México.
- LEASEPLAN. (Octubre de 2017). *Sistemas de tracción: delantera, trasera e integral*. Obtenido de <http://www.flotas.com/tecnica-del-automovil-sistemas-de-traccion-delantera-trasera-e-integral/>
- MANUAL DE LA TOYOTA. (s.f.). *Transeje y Transmisiones Automáticas*. Toyota Motor Corporación.
- Martínez, J. (2010). *Autos Híbridos*. Quito: Universidad Católica.
- MOTORPASIÓN. (25 de Junio de 2009). *Historia del coche híbrido: la tecnología se perfecciona*. Recuperado el 21 de Octubre de 2017, de <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/historia-del-coche-hibrido-la-tecnologia-se-perfecciona>
- Mott, R. (1992). *Diseño De Elementos De Máquina*. México: Prince Hall.
- Palacios, L. (2006). *Micro controlador Pic16f84 Desarrollo de Proyectos*. México: Alfa omega Segunda Edición.
- Pulido, R. R., Ballén, M., & y Zúñiga, L. F. (2007). *Abordaje Hermenéutico de la Investigación cualitativa. Teoría, Procesos, Técnicas*. Bogotá: UCC.

- QUINTANA, G. H. (2014). *ANÁLISIS DE FALLAS FRECUENTES DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO CON EL ESTUDIO DE CORRECCIONES Y REALIZACIÓN DE UNA GUÍA PARA PRÁCTICAS SOBRE UN TOYOTA PRIUS*. Quito: UTE.
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de maquinas.* . Mexico: PEARSON Educación.
- Rodriguez, E. (2005). *Metodología de la Investigación*. México: Primera Edición Colección Hector Merino Rodriguez.
- Shigley, J. (2002). *Resistencia De Materiales*. México : McGraw Hill,.
- Suntaxi, V., & Roberto., H. D. (2010). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO*. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- Tamayo, M. (2004). *Proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Toyota, D. E. (2014). *Sistema Hibrido Controles*. Ecuador: Toyota.
- Toyota, M. C. (2010). *Highlander Hybrid product Information Manual*. San Francisco-California: Toyota.
- Training, T. T. (2006). *Fundamentals of Automatic Transmissions*.