



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**TEMA:**

“ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA,  
ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS ”.

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingenieros en la  
especialidad de Mantenimiento Automotriz.

**AUTORES:**

BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO

CANACUÁN CANO LUIS CARLOS

**DIRECTOR:**

ING. EDGAR MENA

Ibarra, 2012

## **ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR**

Luego de haber sido designado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director de la tesis del siguiente tema **“ELABORACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”** Trabajo realizado por los señores egresados: **BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO-CANACUÁN CANO LUIS CARLOS**, previo a la obtención del Título de Ingenieros en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial, y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.

**ING.EDGAR MENA**  
**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

Con todo el cariño dedico el presente trabajo esencialmente a mis Padres por darme una carrera para mi futuro y creer en mí, a mi hijo Guillermo y esposa Alejandra por ser los estímulos permanentes para superarme, que por su afán y sacrificio fue posible que haya culminado con éxito esta etapa de estudios, que siempre pondré al servicio del bien, la verdad y la justicia.

**Barrera Andrade Luis Guillermo**

La tesis la dedico a mi madre que es y será un pilar importante en mi vida, que con su amor, entrega y dedicación me enseñó a luchar por mis sueños.

A mi hija Karlita que siempre me logra robar sonrisas, mi esposa que no importaba la hora siempre estaba conmigo en los peores momentos  
Y finalmente para las personas que llegaron a mi vida enriqueciéndola más y regalándome parte de si para ser mejor.

**Canacuán Cano Luis Carlos**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero sentimiento de gratitud, por concederme la pasión y fuerza de voluntad para alcanzar un sueño, hoy hecho realidad, a los profesores de la Especialidad de Ing. en Mantenimiento Automotriz que gracias a sus conocimientos y experiencia académica, me ayudó a culminar esta carrera y a estructurar el presente trabajo en especial a nuestro director de tesis.

**Barrera Andrade Luis Guillermo**

Agradezco a Dios por la salud y la vida de las personas que amamos y la nuestra.

A todos quienes conforman la especialidad de Ing. En Mantenimiento Automotriz, a los ingenieros que dejan parte de si en todos los nuevos profesionales que vendrán a ser un nuevo aporte para el País y a cada una de las personas que contribuyeron en nuestra formación profesional y en la realización de este proyecto.

**Canacúan Cano Luis Carlos**

## ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
RESÚMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	X
CAPITULO I.....	1
1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Formulación del Problema.....	4
1.4 Delimitación.....	5
1.5 Objetivos.....	5
1.6 Justificación.....	6
1.7 Factibilidad.....	7
CAPITULO II.....	8
2.MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ESQUEMA DE CONTENIDOS.....	8
2.1.1. Sistema inversor del toyota prius.....	8

2.1.2. Convertidor de elevación de tensión .....	11
2.1.3. Convertidor de CC/CC.....	12
2.1.4. GENERADOR .....	13
2.1.5. Motor eléctrico .....	13
2.1.6. Inversor del A/C.....	14
2.1.7. Sistema de enfriamiento (para el inversor, MG1 y MG2).....	15
2.1.8. El Módulo Inversor del Toyota Prius.....	16
2.1.9. Instalación de alta tensión .....	17
2.2. Modulo de enseñanza .....	18
2.2.1. Modelos Didácticos .....	19
2.2.1.1 Modelo didáctico tecnológico.....	19
2.2.2. FUNDAMENTACION ECOLOGICA .....	21
2.2.2.1. Cuidado del Medio Ambiente.....	21
2.2.2.2. Consumo .....	22
2.3. Posicionamiento teorico personal.....	22
2.4. Glosario de terminos .....	23
2.5. Interrogantes de investigacion.....	28
2.6. Matriz categorial .....	29
CAPITULO LLL.....	31
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.....	31
3.1 Tipo de Investigación.....	31
3.2 Métodos.....	31
3.3. Técnicas a emplearse .....	32
3.4. Esquema de la propuesta.....	33

CAPITULO IV .....	34
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	34
4.1 Conclusiones.....	34
4.2 Recomendaciones.....	35
CAPITULO V .....	36
5 PROPUESTA ALTERNATIVA.....	36
5.1 Título de la Propuesta .....	36
5.2 Justificación e Importancia .....	36
5.3. Fundamentación tecnológica.....	37
5.4 OBJETIVOS .....	39
5.4.1 Objetivo General de la Propuesta.....	39
5.4.2 Objetivos Específicos de la Propuesta. ....	39
5.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA .....	40
5.6 .DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	40
5.6.1. Consideraciones Generales de la Propuesta .....	92
5.7. Impactos.....	93
5.7.1 IMPACTOS SOCIAL.....	93
5.7.2. IMPACTOS EDUCATIVO .....	93
5.8. Difusión por intermedio de los canales de comunicación, la docencia y la Vinculacion con la comunidad (cursos).....	93
5.9. IDENTIFICACION DE LAS FOTOS DEL SISTEMA INVERSOR DEL TOYOTA PRIUS 2010.....	94
5.9. Bibliografía.....	105

## RESÚMEN

La presente propuesta de investigación trata a cerca de la implementación de un modulo didáctico para la enseñanza de un sistema inversor del vehículo Toyota Prius 2010 en el taller de Mecánica Automotriz de la facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica Del Norte. El objetivo de la investigación constituye complementar el proceso de aprendizaje en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en la FECYT. El diseño metodológico que se escogió es una investigación bibliográfica - práctica aplicando los métodos inductivo-deductivo, científico sintético y analítico. El modulo del sistema inversor conllevara al entendimiento de las partes que son: batería de alta tensión, conversor de elevación de tensión, motor generador 1, motor generador 2, compresor del aire acondicionado y la batería de 12 voltios realiza el siguiente proceso sale de la batería de alto voltaje sale una corriente continua de 210V pasando por el conversor de alta tensión la cual eleva a 500V corriente continua después pasa por el inversor transformando a corriente alterna trifásica dando marcha a los MG1 y MG2 para que funcione el vehículo de forma totalmente eléctrica y al inverso hace que se cargue la batería de alta tensión . La fuente de alimentación del equipo auxiliar del vehículo, como son panel de control, luces de salón, equipo de sonido, luces exteriores, las luces del sistema de aire acondicionado (con excepción del compresor de A/C), así como las ECU, se basa en un sistema de 12 V CC. La implementación del modulo didáctico tiene como objetivo visualizar todos sus componentes , permitiendo manipularlos para realizar comprobaciones de funcionamiento , cuya intención es motivar al aprendizaje del sistema inversor del Toyota Prius 2010 mejorando resultados en el conocimiento y de esta manera ser más competitivos profesionalmente y obteniendo mas valoración de esta rama aportando al mejoramiento de la educación Universitaria , complementando el taller de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Institución .

## **ABSTRACT**

This research proposal is about the implementation of a training module for teaching a Toyota Prius vehicle inverter 2010 in Automotive Mechanical Workshop of the Faculty of Education, Science and Technology of the Technical College North. The research objective is to complement the learning process in the career of Automotive Maintenance Engineering in FECYT. The methodology that was chosen is a literature - practice applying the inductive-deductive methods, synthetic and analytical science. The module of the inverter system will lead to understanding of the parties which are: high voltage battery, voltage boost converter, motor generator 1, generator 2 engine, air conditioning compressor and 12 volt battery done the following process leaves the high voltage battery goes a 210V DC converter through the high tension which rises to 500V DC after passing through the inverter three phase transforming current backtracking MG1 and MG2 to to run the electric vehicle is totaly and causes it to reverse charge the high voltage battery. The power supply of auxiliary equipment of the vehicle, such as control panel, room lights, sound equipment, lights exterior, lights, air conditioning system (except the compressor A / C) as well as the ECU, is based on a 12 V module implementation CC.La didactic aims to display all its components, allowing for testing handling operation, intended to motivate the learning of the inverter system 2010 Toyota Prius better results in knowledge and thus be more competitive and getting more professional evaluation of this branch contributing to the improvement of university education, complementing the workshop of the Engineering in Automotive Maintenance of the institution.

## INTRODUCCIÓN

Debido a la necesidad de reducción de emisiones contaminantes por parte de los vehículos y a los elevados costos que los combustibles convencionales han logrado alcanzar en los últimos años novedosas tecnologías como los vehículos híbridos, las cuales logran establecer cifras muy importantes de reducción de emisiones colocando esta tecnología en el nivel PZEV (Emisión Cero de forma parcial). Esto quiere decir que el vehículo por momentos genera emisiones cero, un logro muy importante puesto que en el momento que esta tecnología este de forma masiva existirán momentos de operación de los vehículos en los cuales no generan emisiones y esto reduce de forma importante los niveles de contaminación.

La base importante de un vehículo HIBRIDO está dada por un motor de combustión interna que trabaja de forma alternada con un motor eléctrico, este motor puede ser también generador en algunas condiciones y todo el sistema utiliza una batería de alto voltaje para almacenar carga eléctrica. Esta tecnología es bastante avanzada y permite utilizar por ejemplo la cinética del frenado para convertir al Motor en Generador y restablecer la carga de la batería de alta tensión. Lógicamente todo este evento se logra por la electrónica incorporada en cada unidad de control del sistema.

En el diseño de un automóvil híbrido, el motor térmico es la fuente de energía que se utiliza como última opción, y se dispone un sistema Inversor para determinar qué motor usar y cuándo hacerlo.

En el caso de híbridos gasolina-eléctricos, cuando el motor de combustión interna funciona, lo hace con su máxima eficiencia. Si se genera más energía de la necesaria, el motor eléctrico se usa como generador y carga la batería del sistema. En otras situaciones, funciona sólo el motor eléctrico, alimentándose de la energía guardada en la batería.

En algunos es posible recuperar la energía cinética al frenar, que suele disiparse en forma de calor en los frenos, convirtiéndola en energía eléctrica. Este tipo de frenos se suele llamar "regenerativos".

La combinación de un motor de combustión operando siempre a su máxima eficiencia, y la recuperación de energía del frenado (útil especialmente en la ciudad), hace que estos vehículos alcancen mejores rendimientos que los vehículos convencionales.

Dentro de los elementos importantes de un vehículo Híbrido se encuentra el motor de combustión interna, El Sistema Inversor y los Motores Generadores. El sistema inversor hace que los Motores Generadores trabajen de diferentes formas que permite proveer por momentos Potencia eléctrica que acciona el movimiento del Motor Eléctrico.

La investigación comprendió los siguientes capítulos y temas:

Capítulo I. Todo lo que se refiere a la situación problemática, planteamiento de problemas a investigar, delimitación de la investigación: espacial y temporal, los objetivos tanto generales como específicos que orientan la investigación, justificación, factibilidad e importancia.

Capítulo II. Trata de la fundamentación teórica de investigación. En la sección se desarrolla el tema planteado, se realiza una amplia explicación de la idea general esbozada en la introducción, la investigación bibliográfica, de acuerdo a las técnicas para realizar citas de los autores (autor, año, página) para dar mayor relevancia y sustento al trabajo investigativo.

Capítulo III. Consta la metodológica que describe el diseño y tipo de investigación, técnicas y procedimientos aplicados.

En el Capítulo IV, consta conclusiones y recomendaciones del trabajo investigativo, que dice en forma clara cuál es el problema y cuál será la solución.

En el capítulo V, está la propuesta alternativa que es la “ELABORACIÓN DE UN MODULO DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA, DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010”.

## **CAPITULO I**

### **1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1 Antecedentes**

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte ha realizado investigaciones con los estudiantes, tanto de los que ingresan a esta carrera como de los cursos superiores acrecentando los conocimientos básicos relativos a contenidos y capacidades de los diferentes bloques de experiencias de los educandos, así como la coordinación teórico-práctico imprescindibles para interpretar la materia.

Las autoridades, docentes y estudiantes mantienen relaciones de cooperación y coordinación relacionados con el aprendizaje, fomentando la experiencia, destreza, imaginación, competitividad, autonomía, crítico, conocimiento son partes esenciales para crear profesionales aptos afin de nuestra carrera para el area de trabajo.

El laboratorio de Mecánica Automotriz de la Universidad consta con el espacio físico necesario y a su vez con material didáctico e información de contenidos específicos, cabe recalcar que la materia de mecánica en la actualidad se lo hace por medio de consultas en manuales técnicos diseñados por fabricantes automotrices, por medio del internet, y de esta manera se despeja inquietudes nuestras y de la especialización.

Como profesionales inmersos en el mundo mecánico actualizado de vehículos híbridos es fundamental considerar al aprendizaje práctico y teórico como una construcción de significados, activa, mediana y auto regulado, que orientaran al desarrollo del pensamiento y a solucionar problemas de contaminación ambiental ya que somos parte de esta solución.

El Toyota Prius es un automóvil que se ha convertido en el más visible representante de los vehículos híbridos. El Prius fue lanzado en el mercado japonés en 1997 y fue el primer vehículo híbrido producido en serie. En 2001 fue lanzado en otros mercados a nivel mundial. En 2009 el Toyota Prius se vende en más de 40 países, con Japón y América del Norte representando los mayores mercados. En agosto de 2009, los modelos híbridos fabricados por Toyota Motor Corporation a nivel mundial sobrepasaron la marca histórica de 2 millones de vehículos vendidos desde 1997.

La segunda generación del Toyota Prius fue importado por Toyota a Ecuador en el año 2005, con el propósito de estudiar el desempeño de esta nueva tecnología en nuestro país. Se desarrolló un programa de préstamo de este vehículo a funcionarios, varias entidades públicas y privadas, líderes de opinión y medios de comunicación con el fin de promover una la ley que permita importar vehículos híbridos al Ecuador. La actividad más importante fue las pruebas de manejo comparativas entre el Toyota Prius y vehículos a gasolina, que se realizó en el año 2007 en colaboración con el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y con la Escuela Politécnica del Ejército.

Desde Junio 2008, Toyota del Ecuador empezó a comercializar el Prius de tercera generación a Ecuador, siendo la primera marca que introduce oficialmente al país vehículos híbridos. Con este logro, Toyota empezó el futuro en Ecuador.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En las instalaciones del Taller de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del Norte existe material didáctico relativamente antiguo a la tecnología actual, para el desarrollo de los conocimientos teórico prácticos de los estudiantes.

No existe en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz material didáctico acerca de los vehículos híbridos

Por tal motivo se realizó el presente trabajo profesional desde el aspecto práctico y la motivación inicial para su desarrollo fue el desconocimiento de la mayoría de los técnicos automotrices acerca de nuevos equipos de diagnóstico para el mecanismo del sistema Inversor del vehículo Toyota Prius. Por lo que se realizo la búsqueda de información y se aplicó en una forma didáctica donde nos aclaró su funcionamiento, en el vehículo hibrido Toyota Prius.

Donde el sistema inversor del vehículo híbrido Toyota Prius es parte fundamental del vehículo hibrido, incorpora gran cantidad de elementos eléctricos y electrónicos pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Hibrido quien es encargada de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnostico el mismo.

Eleva la tensión de 220V aproximadamente a una tensión de 500 VDC aproximadamente esto lo logran con un circuito amplificador.

Permitir la carga de la batería de 12V utilizando como fuente la carga de alta tensión de la batería de alta, para esto utiliza un circuito conversor DC/DC incorporando en el mismo conjunto del inversor toda la gestión es dada por la unidad de control electrónico del sistema híbrido.

Por lo que la carencia de este modulo didáctico a causado falencias en la enseñanza de la carrera de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica del norte.

### **1.3 Formulación del Problema**

Luego de las consideraciones expuestas, el grupo investigador planteó el siguiente problema de investigación:

¿De qué manera un módulo didáctico acerca del funcionamiento del sistema inversor del vehículo Toyota Prius aportó al conocimiento de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte?

## **1.4 Delimitación.**

**1.4.1 Delimitación de la unidad de observación:** la investigación se realizó en el vehículo Toyota Prius sobre el Sistema Inversor.

**1.4.2 Delimitación Espacial:** se desarrolló en los Talleres de Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.

**1.4.3 Delimitación Temporal:** el Proyecto se lo desarrolló durante el periodo comprendido del mes de Abril del 2011 al mes de Enero del 2012.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1.- Objetivo General**

“ELABORACIÓN DE UN MÓDULO Y MODELO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS”.

### **1.5.2 .- Objetivos**

- Investigación bibliográfica acerca del funcionamiento y mantenimiento del inversor del vehículo Toyota Prius.
- Elaborar un modulo didáctico acerca del funcionamiento y mantenimiento del Sistema inversor del vehículo Toyota Prius.
- Presentar un modelo didáctico real del Sistema Inversor del vehículo Toyota Prius el cual quedará en los talleres de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte.

## **1.6 Justificación.**

El motivo principal por la cual se realizó esta investigación, para mejorar el conocimiento de los estudiantes de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz aplicando la Propuesta de la elaboración de un modulo didáctico para la enseñanza, sobre el sistema inversor del vehículo Toyota Prius, implementando el material didáctico en el taller de la Universidad Técnica del Norte.

En el desarrollo de la tesis, se dio solución a los problemas ocasionados por la falta de material didáctico y la falta de conocimiento de los estudiantes de la carrera de este tipo de mecanismos existentes en la actualidad.

Por tal razón esta investigación benefició a toda la comunidad educativa, personal docente lo que permitió que todos conozcan y lleven a la práctica la utilización, mantenimiento y funcionamiento sobre el Sistema Inversor del vehículo Toyota Prius.

Para realizar este proyecto final se procedió a la adquisición de un vehículo Toyota Prius 2010 con las siguientes características técnicas: 1.8 litros, DOHC de aluminio, 16 válvulas con Regulación Variable de Válvulas con Inteligencia (VVT-i), 98 hp a 5200 rpm (73 kW a 5200 rpm); 105 lb.-pies a 4000 rpm (142 N•m a 4000 rpm) Transmisión Variable Continua Controlada Electrónicamente (ECVT) y se le realizó adecuaciones para presentarlo como un modelo didáctico; además se elaboró un módulo didáctico para la enseñanza de la características y mantenimiento del sistema inversor del vehículo.

## **1.7 Factibilidad**

En la elaboración de la investigación, se contó con la disponibilidad y el apoyo del tutor lo cual facilitó el buen desenvolvimiento de las actividades planificadas ya que existió un mutuo acuerdo.

El aporte económico que se utilizó en el proyecto es únicamente de los autores, por lo cual permitió culminar con gran éxito el trabajo.

La investigación 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 Toyota Prius.

## CAPITULO II

### 2.MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ESQUEMA DE CONTENIDOS

##### 2.1.1. Sistema inversor del toyota prius

Fig. Inversor



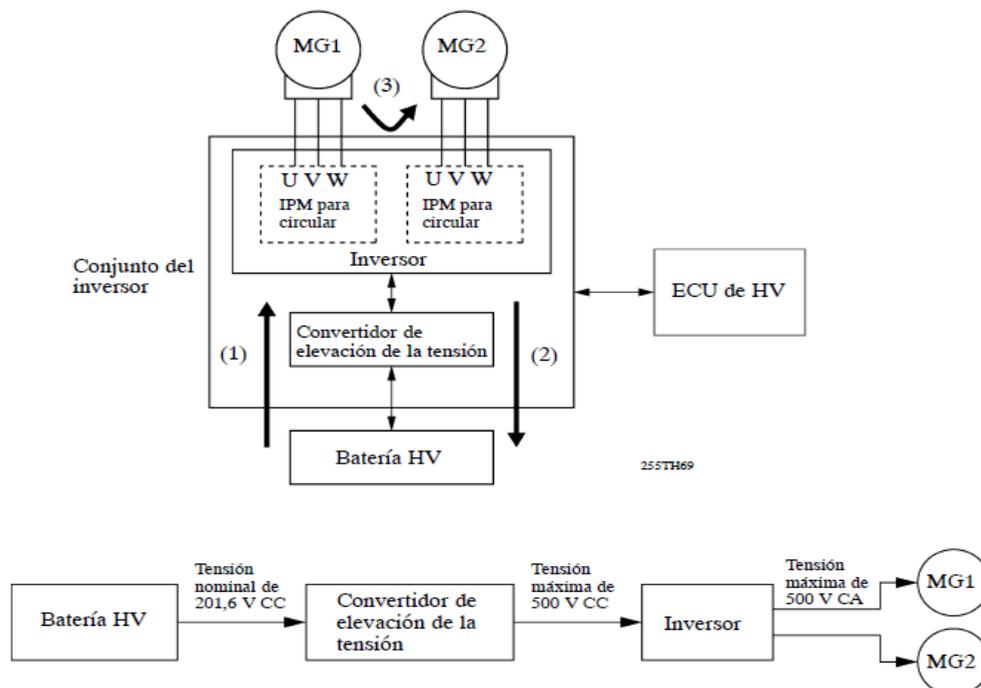
(Fig. 1) [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com)(S.F)

Es un sistema que de acuerdo con las señales proporcionadas por la ECU de HV, el inversor convierte una corriente continua procedente de la batería HV a corriente para MG1 y MG2, o viceversa. Adicionalmente, el inversor suministra corriente alterna desde MG1 para la corriente alterna

del MG2. Sin embargo. Cuando la electricidad se suministra desde MG1 a MG2, la electricidad se convierte a CC dentro del inversor.

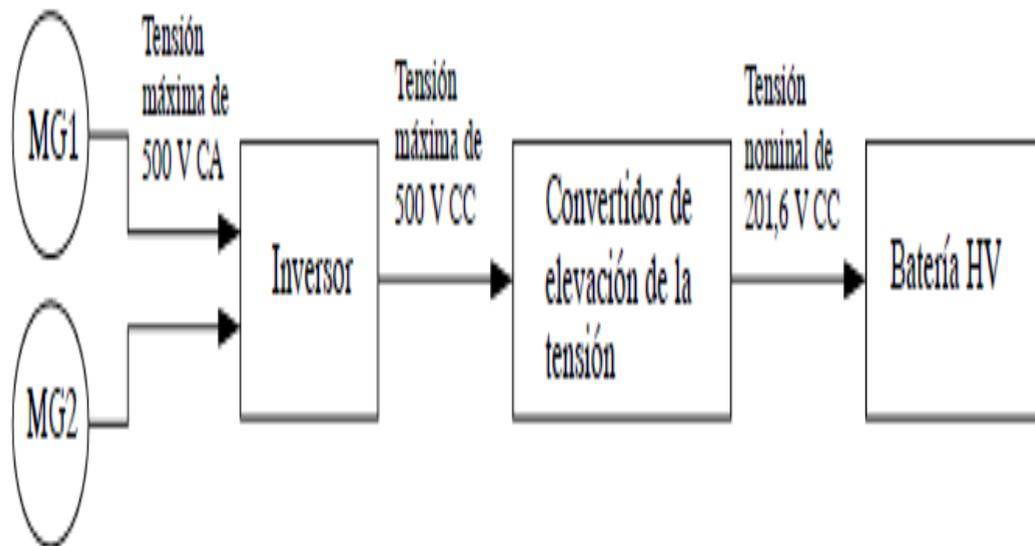
La ECU de HV envía una señal al transistor de potencia del inversor para el conmutador de fase U, V, y W de la bobina del estator de MG1 y MG2, basándose en la información de la posición del rotor enviada desde MG1 y MG2 y el SOC de la batería HV enviada desde la ECU de la batería. Cuando se desconecta la corriente de MG1 y MG2, se envía una señal al inversor desde de la ECU de HV.

**Fig. Función de conversión de elevación de tensión**



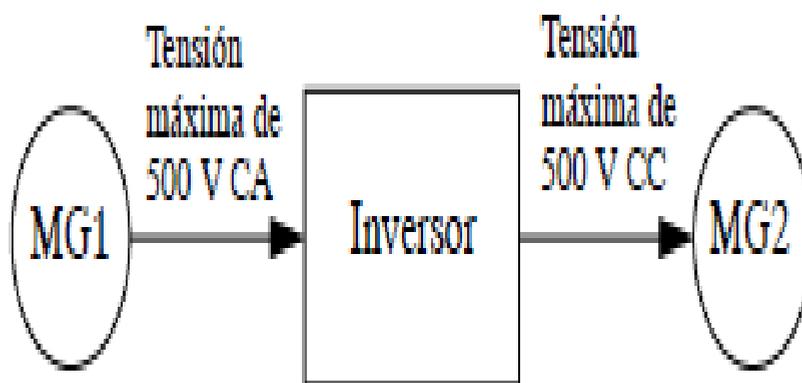
**(Fig. 2) [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com)(S.F)**

**Fig. Función de conversión de caída de tensión**



**(Fig. 3) [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com) (S.F)**

**Fig. Función de alimentación eléctrica**



**(Fig. 4) [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com) (S.F)**

La actividad de los transistores de potencia es controlada por la ECU de HV. Además, el inversor transmite la información necesaria para controlar la corriente, tal como el amperaje de salida o la tensión hacia la ECU de HV.

Junto con el MG1 y el MG2, el inversor es enfriado por el radiador exclusivo del sistema de refrigerante que está separado del que hay para el motor de gasolina.

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

### **2.1.2. Convertidor de elevación de tensión**

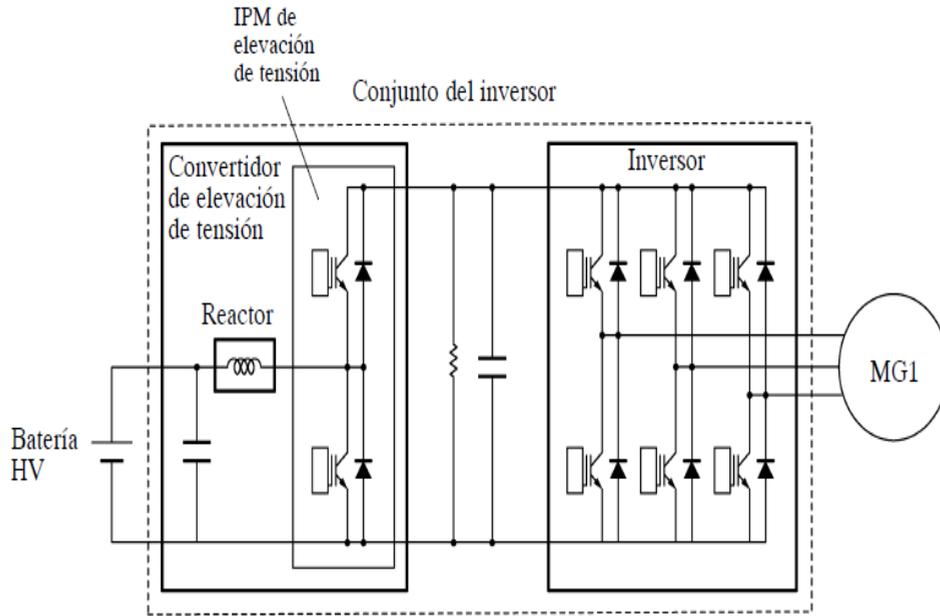
Este convertidor de elevación de tensión eleva la tensión nominal de 201,6 V CC, que sale de la batería HV, a la tensión máxima de 500 V CC.

El convertidor consta del IPM (Integrated Power Module- módulo de alimentación integrado) de elevación de tensión con IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor – transistor bipolar de compuerta aislada) incorporado que efectúa el control de conmutación, y el reactor que almacena la energía. Empleando estos componentes, el convertidor eleva la tensión.

Cuando MG1 o MG2 actúa como el generador, el inversor convierte la corriente alterna (margen de 201,6 a 500 V) generada por uno de ellos a

corriente continua, y luego el convertidor de elevación de tensión la reduce a 201,6 V CC, y de este modo se carga la batería HV.

**Fig. Diagrama del sistema**

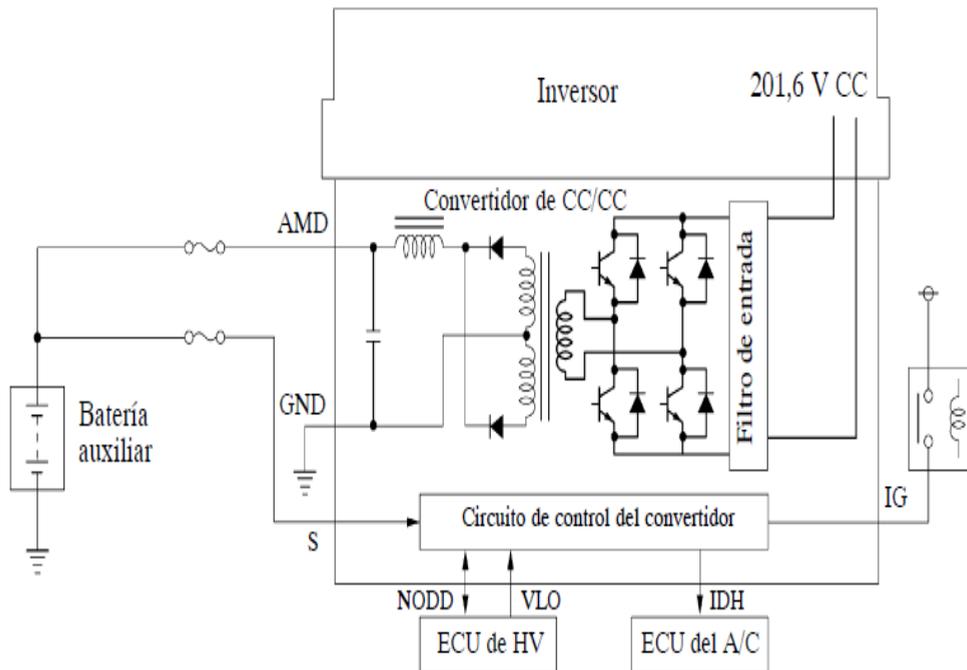


**(Fig. 5) [www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo](http://www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo) (S.F.)**

### 2.1.3. Convertidor de CC/CC

La fuente de alimentación del equipo auxiliar del vehículo, como son las luces del sistema de aire acondicionado (con excepción del compresor de 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.

**Fig. Diagrama del sistema**



**(Fig. 6) www.priuschat.com (S.F)**

#### **2.1.4. Generador**

El 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.

#### **2.1.5. Motor eléctrico**

El motor eléctrico lo fabrica Toyota. Es un motor síncrono de imanes permanentes de neodimio. Funciona a 500 V y puede dar 50 kW entre

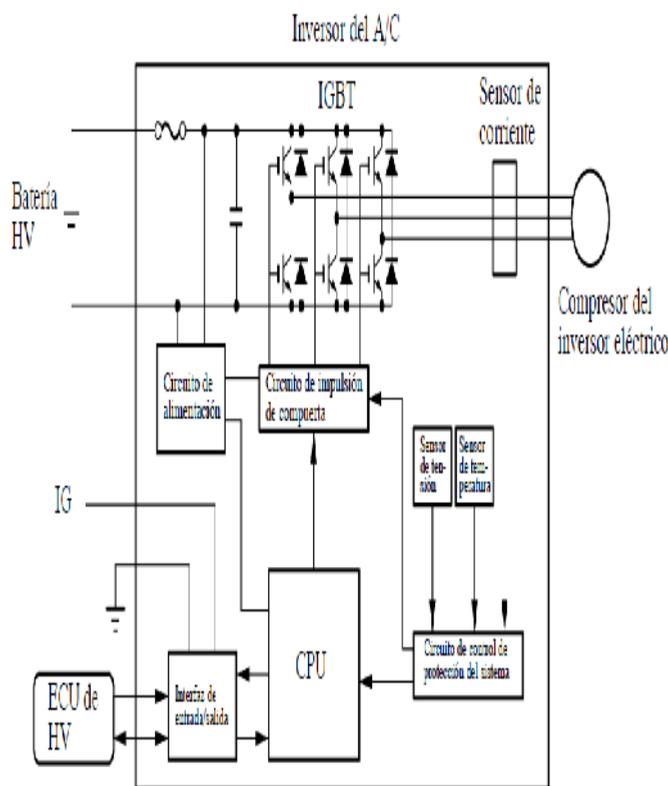
1.200 y 1.540 rpm. Su par máximo es 400 Nm hasta 1.200 r.p.m. Pesa 104 kg y según Toyota no hay otro motor eléctrico en el mundo (en ningún sector de la industria) que dé más potencia con menos tamaño y peso que éste.

### 2.1.6. Inversor del A/C

En el conjunto del inversor se ha incluso 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.

**Fig. Diagrama del sistema**



**(Fig. 7) www.mecanicavirtual.com (S.F)**

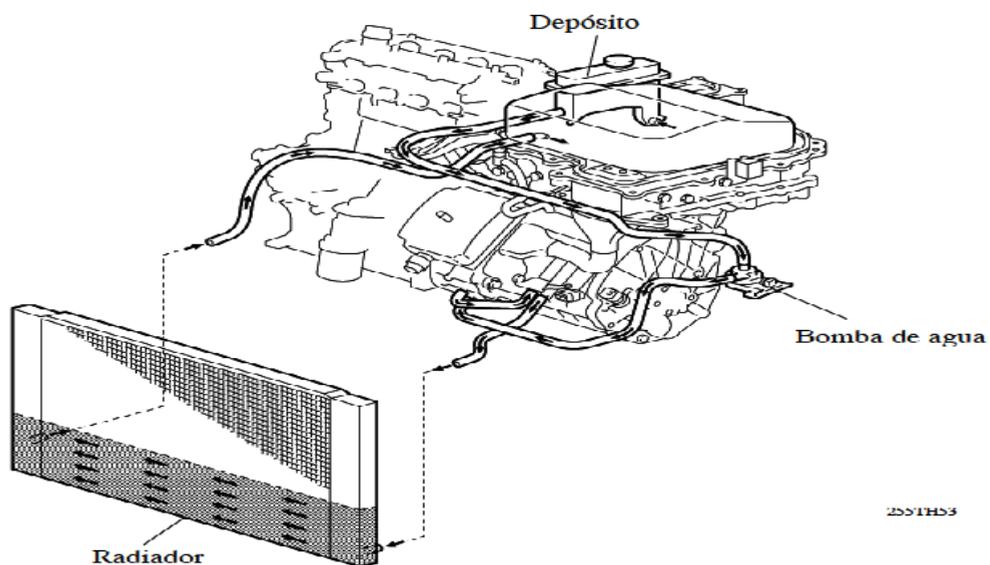
### 2.1.7. Sistema de enfriamiento (para el inversor, MG1 y MG2)

Se ha adoptado un sistema de enfriamiento a través de una bomba de agua para el inversor, MG1 y MG2. Esta separado del sistema de enfriamiento del motor.

Este sistema de enfriamiento se activa cuando se conmuta el estado de la alimentación a encendido (IG).

El radiador para el sistema de enfriamiento esta integrado con el radiador del motor de gasolina. Consecuentemente se ha simplificado el radiador y se ha optimizado el espacio que ocupa.

**Fig. Conjunto de Refrigeracion del Sistema Inversor**



(Fig. 8) [www.priuschat.com](http://www.priuschat.com) (S.F.)

### **2.1.8. El Módulo Inversor del Toyota Prius**

Este componente es parte fundamental del vehículo Híbrido. Incorpora una gran cantidad de elementos electrónicos y eléctricos pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV. Esta última se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC.

Dentro del conjunto que se conoce como INVERSOR ( Convierte la corriente continua en alterna y la alterna generada en continua) podemos encontrar varias etapas o sistemas independientes.

- Permitir el control de los Moto Generadores MG1 – MG2 con un circuito constituido en su interior (que toma la tensión de la Batería de alto Voltaje HV ( la cual se encuentra en 220 VDC aproximadamente ) y mediante un circuito de potencia generar una corriente alterna en tres fases que permita el movimiento de los motores eléctricos que es utilizada para mover un motor eléctrico que acciona el mecanismo del Acondicionador de Aire, puesto que el motor de combustión interna se apaga por momentos aunque el auto siga en movimiento

Dadas las condiciones normales de operación en el vehículo este elemento requiere evacuar calor, para esto cuenta con un sistema independiente de refrigeración con refrigerante y con una bomba eléctrica adicional. Esto último para permitir que la electrónica cuente con la seguridad necesaria para su óptimo desempeño.

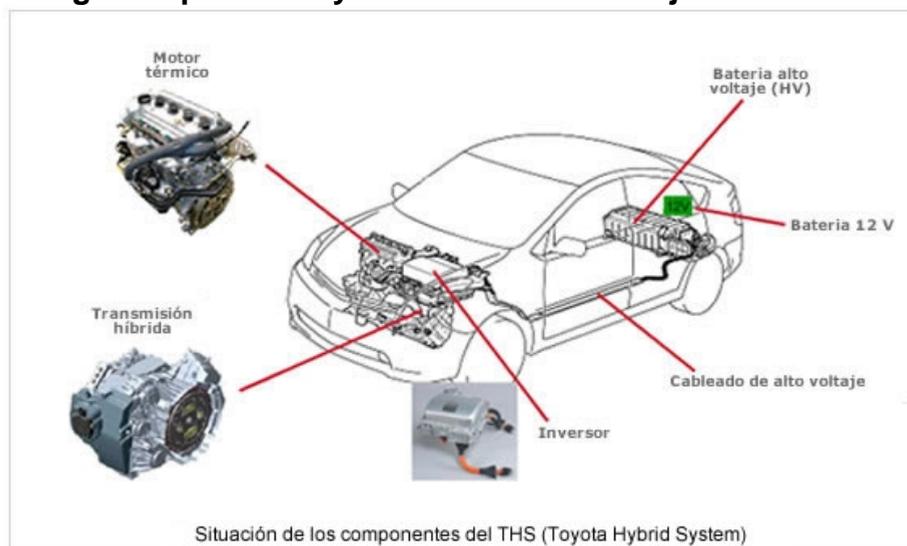
### 2.1.9. Instalación de alta tensión

La instalación eléctrica para la propulsión funciona con 500 V, hay otra instalación de 12 V para los demás elementos eléctricos del coche (incluida una toma de corriente para arrancar el motor con una batería normal, si fuera preciso).

Para reducir peso (y precio) la red de cables de alta tensión no es de cobre, sino de aluminio. Hay sensores que cortan instantáneamente la corriente en caso de accidente o de cortocircuito.

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

**Fig. Componentes y Cables de Alto Voltaje del Sistema**



(Fig. 9) [www.mecanicavirtual.org/hibridos-prius\(S.F.\)](http://www.mecanicavirtual.org/hibridos-prius(S.F.))

## 2.2. Módulo de enseñanza

Un módulo de enseñanza es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico. Los elementos o componentes instructivos básicos que un módulo debe incluir son:

- los objetivos de aprendizaje
- los contenidos a adquirir
- las actividades que el alumno ha de realizar
- la evaluación de conocimientos o habilidades

Según García Francisco (2009) en su obra Modelos Didácticos como Instrumentos de Análisis tomo 5, dice: **“Un módulo está formado por secciones o unidades. Estas pueden organizarse de distintas formas. Las dos criterios básicos para estructurar un módulo en secciones o unidades son optar por una organización en torno a núcleos de contenido (por ejemplo, un módulo de historia de Canarias puede estructurarse por épocas o periodos: la civilización guanche, el periodo de la Conquista, el siglo XVI-XVIII, el siglo XXI, el s. XX), o bien organizar un módulo por niveles de aprendizaje (por ejemplo un módulo de lectoescritura puede organizarse para sujetos sin conocimientos previos de lectoescritura –nivel de iniciación-, para personas que leen y escriben con dificultades –nivel de mejora-, o bien para individuos con un dominio aceptable del mismo, pero que necesitan más prácticas –nivel de profundización”.** (Pág23)

Los módulos de enseñanza son formas organizativas (como también lo son las lecciones, las unidades didácticas, o los diseños curriculares) de los distintos elementos del currículo: los objetivos, contenidos, metodología y evaluación.

Sin embargo, en el proceso real de enseñanza y aprendizaje los módulos deben ser operativizados y presentados al alumnado a través de materiales didácticos (también conocidos como “materiales curriculares”).

El conocimiento implicado en cada módulo es enseñando y aprendido a través de los materiales didácticos. Por ello, en la práctica real se tiende a confundir los módulos con los materiales, aunque a efectos teóricos sea necesario distinguirlos.

## **2.2.1. Modelos Didácticos**

### **2.2.1.1 Modelo didáctico tecnológico.**

Para García Francisco (2003) en su obra Modelos Didácticos como Instrumentos de Análisis tomo 1, dice: **“La metodología utilizada por el modelo didáctico tecnológico, está vinculada a los métodos de las disciplinas. Las actividades que combinan la exposición y las prácticas, frecuentemente en forma de secuencia de descubrimiento dirigido (y en ocasiones de descubrimiento espontáneo). El papel del profesor consiste en la exposición y en la dirección de las actividades de la clase, además del mantenimiento del orden.”** (Pág.45)

La búsqueda de una formación más “moderna” para el alumnado conlleva la incorporación a los contenidos escolares de aportaciones más recientes de corrientes científicas, o incluso de algunos conocimientos no estrictamente disciplinares, más vinculados a problemas sociales y ambientales de actualidad.

Se integran en la manera de enseñar determinadas estrategias metodológicas o técnicas concretas, procedentes de las disciplinas.

Se suele depositar una excesiva confianza en que la aplicación de esos métodos va a producir en el alumno el aprendizaje de aquellas conclusiones ya previamente elaboradas por los científicos.

Según Zabalza Miguel (2006) en su obra *Diseño y Desarrollo curricular* dice. **“El modelo tecnológico recurre a la combinación de exposición y ejercicios prácticos específicos, lo que suele plasmarse en una secuencia de actividades, muy detallada y dirigida por el profesor, que responde a procesos de elaboración del conocimiento previamente determinados, y que puede incluso partir de las concepciones de los alumnos con la pretensión de sustituirlas por otras más acordes con el conocimiento científico que se persigue. Sin embargo, junto con este “directivismo” encontramos, a veces, otra perspectiva en la que la metodología se centra en la actividad del alumno, con tareas muy abiertas y poco programadas que el profesor concibe como una cierta reproducción del proceso de investigación científica protagonizado directamente por dicho alumno.”** (Pág. 207)

Se da así una curiosa mezcla de contenidos disciplinares y metodologías “activas”, que por encima de su carácter “dual”, es decir, esa mezcla de tradición disciplinar y de activismo, encuentra cierta coherencia en su aplicación, satisfaciendo por lo demás diversas expectativas del profesorado y de la sociedad.

A la hora de la evaluación se intenta medir las adquisiciones disciplinares de los alumnos, aunque también hay una preocupación por comprobar la adquisición de otros aprendizajes más relacionados con los procesos metodológicos empleados.

Un problema importante que se plantea a este enfoque es vincular el desarrollo de las capacidades al contenido con el que se trabajarían y al contexto cultural, pues parece difícil que puedan desarrollarse descontextualizadas e independientes de contenidos específicos.

Por otra parte, tampoco este enfoque tiene en cuenta realmente las ideas o concepciones de los alumnos, con todas sus implicaciones, pues, cuando llega a tomarlas en consideración, lo hace con la intención de sustituirlas por el conocimiento “adecuado”, representado por el referente disciplinar.

## **2.2.2. FUNDAMENTACION ECOLOGICA**

### **2.2.2.1. Cuidado del Medio Ambiente**

El prius ofrece piezas moldeadas por inyección de origen vegetal en varios puntos, como en las molduras protectoras de zócalos, la tapicería de las bandejas divisoras y los asientos. Asimismo, cuenta con diferentes componentes con características de alta reciclabilidad traducido en:

- 95% del nuevo Prius es recuperable
- 85% es reciclable
- 95% de los componentes de la batería de alto voltaje se puedan reutilizar

El compromiso ambiental de Prius empieza antes de que el usuario tome contacto con el vehículo. Toyota ha concebido cada detalle de su diseño; desde su fabricación, hasta su utilización y disposición final, para asegurar que durante su ciclo de vida provoque el menor impacto ambiental posible.

### **2.2.2.2. Consumo**

En modo de conducción estándar, el Prius alcanza excelentes resultados en cuanto a consumo urbano, alcanzando un recorrido de 100 kilómetros con sólo 3,9 litros y ofrece una autonomía de 1150 kilómetros con un tanque de combustible de tan sólo 45 litros.

### **2.3. Posicionamiento teorico personal**

Si bien manejar el Toyota Prius es prácticamente lo mismo que conducir cualquier automóvil sin tecnología híbrida, el modelo cuenta con varios aspectos novedosos que podrían confundir inicialmente los cuales, sin embargo, es muy fáciles de adaptarse. El primero de ellos es el sistema inversor.

Permitir mediante la tensión de la Batería de alto Voltaje HV, generar una corriente alterna en tres fases que es utilizada para mover un motor eléctrico que acciona el mecanismo del Acondicionador de Aire, puesto que el motor de combustión interna se apaga por momentos aunque el auto siga en movimiento.

Permitir mediante la tensión de la batería de alto voltaje HV, convertir la tensión a 12 V para mantener la carga a una batería de 12V que funciona para accesorios, equipos eléctricos y electrónicos y mecanismo convencionales.

Dadas las condición es normales de operación en el vehículo este

elemento requiere evacuar calor, para esto cuenta con un sistema independiente de refrigeración por agua con una bomba eléctrica adicional, todo esto para permitir que la electrónica cuente con la seguridad necesaria para su óptimo desempeño.

## **2.4.Glosario de terminos**

**Actuador.-** Recibe señales del computador, se denominan actuadores a aquellos elementos que pueden provocar un efecto sobre un proceso automatizado.

**Batería.-**La batería del Prius es de níquel e hidruro metálico; la fabrica Panasonic. Proporciona 202 V, tiene 6,5 Ah de capacidad (3 horas), pesa 42 kg y tiene la densidad de energía más alta del mundo entre las baterías de su tamaño. Está 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. Está conectada a un elemento que convierte los 202 V de corriente continua en 500 de corriente alterna. Este dispositivo también invierte la corriente eléctrica cuando hay que cargar la batería (bien con el generador, o bien con el motor eléctrico).

**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.

**Conjunto de los Diodos.-** Se encuentra en el mismo cuerpo de los Transistores de potencia que conmutan los motores eléctricos MG,

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

**Motor Eléctrico.-** El motor eléctrico lo fabrica Toyota. 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

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 e

**Resistencias.**-Este paquete de resistencias se encuentran en un circuito en paralelo para poder disipar más efectivamente el calor eléctrico.

**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.**- Sustancia que se utiliza con fines de enfriamiento o de congelación, como el amoníaco [NH<sub>3</sub>], dióxido de carbono [CO<sub>2</sub>].

**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.

## **2.5. Interrogantes de investigacion**

¿Cómo elaborar un modulo de enseñanza didáctico del sistema inversor del Toyota Prius 2010?

¿Que finalidad se busca al elaborar el modulo didáctico para la enseñanza del sistema inversor del vehículo Toyota Prius?

¿Que tipo de bibliografía existe acerca del sistema inversor de vehículo Toyota Prius?

## 2.6. Matriz categorial

DEFINICIÓN	CATEGORIA	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>SISTEMA INVERSOR</b> Este componente es parte fundamental del vehículo Híbrido. 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.</p>	Elevador de tensión (BOOSTER)	SWTCH que eleve la tensión	<p>Mejor control Mayor eficiencia Menores emisiones contaminantes Menor consumo de combustble</p>
	REACTOR	Es una Bobina	
	MODULO IPM	Conmutación a masa del Reactor	
	EL CONJUNTO DE LOS DIODOS	Interruptor de los motores eléctricos MG1y MG2	
	CONDENSADORES RESISTENCIAS	Recarga de las baterías HV,	
	TRANSISTORES IGBT	Cambio de dirección de altas corrientes	

<p>MODULO DE ENSEÑANZA</p> <p>Es una propuesta organizada de los elementos o componentes instructivos para que el alumno/a desarrolle unos aprendizajes específicos en torno a un determinado tema o tópico.</p>	<p>MODELOS DIDACTICOS</p>	<p>MODELO DIDACTICO TECNOLOGICO</p>	<p>TECNICAS CONCRETAS</p>
--	---------------------------	---	---------------------------

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1 Tipo de Investigación

Estará apoyado por la investigación bibliográfica y practica.

**Tipo bibliográfica** porque amplió y profundizó el conocimiento sobre bases de estudios ya realizados y revisión de la literatura conceptual y teórica de los hechos que lo fundamentan científicamente y tecnológico.

**Tipo práctica** porque se realizó la investigación en un vehículo hibrido Toyota Prius sobre el sistema inversor por medio de un modulo didáctico.

#### 3.2 Métodos

Para el presente proyecto se utilizó los siguientes métodos:

**Científico.-** la investigación estuvo destinada a explicar sobre el sistema inversor del Toyota Prius cuyos conocimientos y aplicaciones practicas fueron útiles tanto para docentes como para estudiantes .

**Analítico** nos permitió distinguir cada elemento del sistema inversor y revisar cada uno de ellos por separado para así llegar a cumplir los objetivos planteados.

**Sintético** se relacionó los hechos aparentemente aislados ya que este encuentra una relación entre los diversos componentes de la tesis del modelo didáctico del sistema inversor lo cual nos permitió dirigirnos claramente a la explicación mediante el estudio y aplicando el marco teórico.

**Inductivo- Deductivo** se partió de una observación de hechos generalizando lo observado demostrando las conclusiones aplicando la lógica para validar éstas.

### **3.3. Técnicas a emplearse**

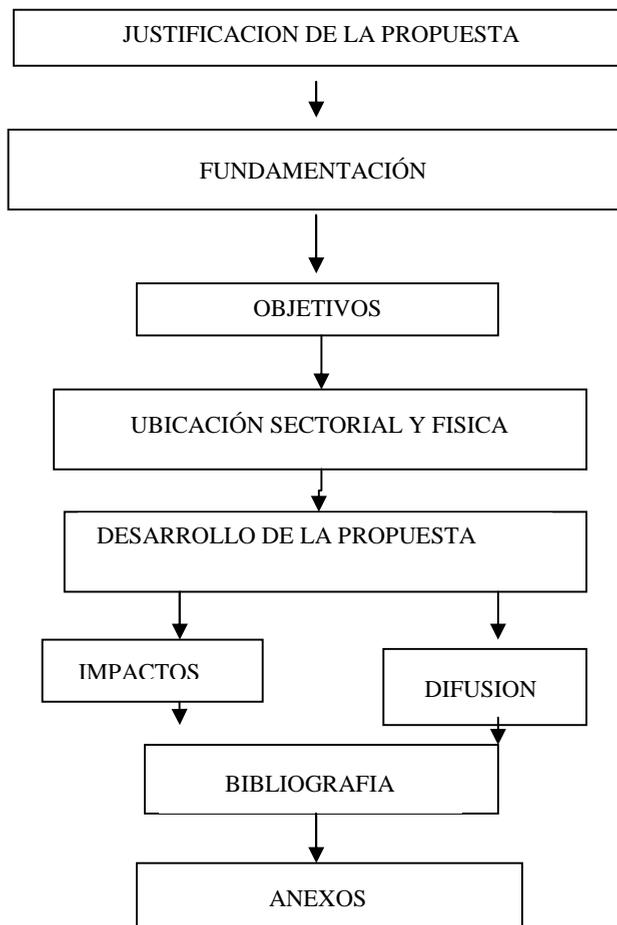
Para la investigación se utilizó la técnica de la:

**Observación científica** Es un método práctico y tangible ya que nos permitió apreciar en forma directa las partes del sistema inversor del Toyota Prius.

Esta técnica de investigación de campo permitió obtener la información en el campus de la universidad técnica del norte en la FECYT para tener en claro el tipo de conocimiento que tienen los estudiantes del área Ingeniería en mantenimiento Mecánico, sobre el sistema inversor del

vehículo híbrido Toyota Prius, para luego solucionar los problemas suscitados en la misma.

### 3.4. Esquema de la propuesta



## **CAPITULO IV**

### **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- El control del sistema inversor disminuye el consumo de combustible, al permitir el funcionamiento eléctrico del vehículo
- El sistema inversor contribuye a la disminución de gases contaminantes.
- 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.
- Para un correcto funcionamiento de los transistores de potencia se debe tener muy en cuenta que se encuentren bien ajustados los bornes de la batería de alto voltaje.
- El aprendizaje teórico-práctico de la Materia de electrónica, es la base fundamental para la formación académica, en los estudiantes de la especialidad de Ing. En Mecánica Automotriz.

## 4.2 Recomendaciones

- 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.
- Como sugerencia deben conseguir un mecanismo del sistema inversor aparte del que se encuentra en el vehículo Toyota Prius y realizar una maqueta para la realización de prácticas ya que el sistema inversor del vehículo Toyota Prius 2010 que fue donado a la Universidad Técnica Del Norte es muy complejo su despiece donde se puede ocasionar daños irreparables.
- Se recomienda incrementar en la malla curricular de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz la materia de electrónica automotriz para poder obtener conocimientos sobre todo lo que es electricidad y electrónica para poder manipular con facilidad este sistema inversor del vehículo Toyota Prius.

## CAPITULO V

### 5 PROPUESTA ALTERNATIVA

#### 5.1 Título de la Propuesta

“ELABORACIÓN DE UN MODULO DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA, DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010 ”.

#### 5.2 Justificación e Importancia

Considerando que la educación es la base de nuestro sistema educacional su característica más relevante, por la responsabilidad que ella implica es la “formación profesional” es el aliciente para la elaboración de esta propuesta, valiéndose de técnicas motivadoras que propician participación de docentes y estudiantes.

El interés es esencialmente el de promover un cambio activo, participativo y cooperativo para fomentar la utilización de nueva tecnología en el sistema inversor del vehículo Toyota Prius hibrido de los educandos que permita avances no solo en el aspecto académico, sino también en el aspecto practico y tecnológico.

El motivo principal por la cual se realizo este modulo didáctico servirá para mejorar el conocimiento de los estudiantes aprendido en las aulas de la especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz aplicando el

Proyecto de la Propuesta de la elaboración de un modulo didáctico para la enseñanza, del sistema inversor del vehículo Toyota Prius.

Con el desarrollo de este proyecto el aporte científico, es de dar la solución a los problemas ocasionados por la falta de material didáctico. Por tal razón esta investigación beneficiará a toda la comunidad educativa como son las autoridades de la Universidad, del personal docente y administrativo y principalmente a los estudiantes que tengan un medio de guía practico como es este mecanismo de la Especialidad de Mecánica Automotriz, lo que permitirá que todos conozcan las innovaciones tecnológicas y lleven a la práctica la utilización, de este modulo didáctico de mantenimiento y funcionamiento del sistema inversor del vehículo Toyota Prius 2010.

De ahí que se espera que todos los docentes se involucren en este propósito para alcanzar los objetivos propuestos.

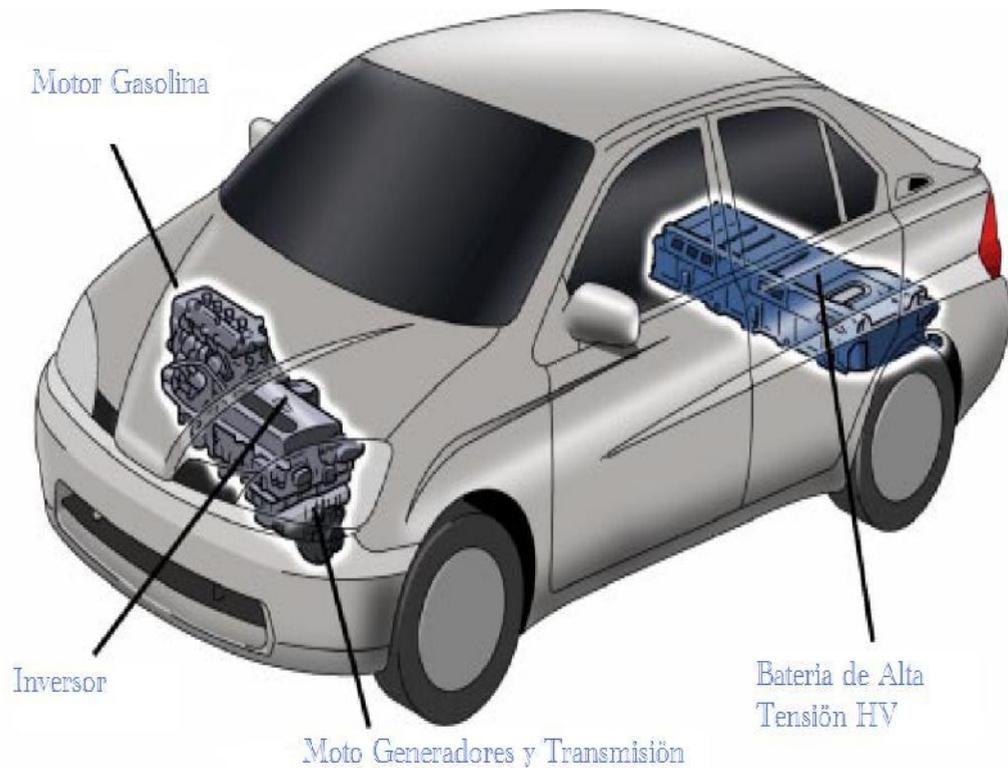
### **5.3. Fundamentación tecnológica.**

Toyota es una empresa multinacional japonesa. Toyota pasó a ser en el año 2007 primer fabricante mundial de automóviles adelantando a General Motors. Produciendo automóviles, camiones, autobuses y robots y es la quinta empresa más grande del mundo.

Es también una de las pocas empresas de automóviles que ha producido extensamente y promocionado automóviles basados en una tecnología de combustible híbrida como en el modelo Prius, Toyota e incluso en la división de automóviles de lujo Lexus.

Para el arranque del motor de combustión interna existen varias estrategias que incorporan los Moto Generadores, puesto que no se cuenta con un arranque convencional, en estado detenido lo maneja el Moto Generador MG1, y en movimiento del vehículo se logra por una unión de MG1 y MG2, todos los movimientos del vehículo son posibles por la acción de un sistema de transmisión continua que incorpora un eficiente sistema de engranajes planetarios que relaciona el movimiento del vehículo con el motor de combustión interna y los Moto Generadores MG1 y MG2.

El sistema Inversor permite el movimiento de MG1 en condición de arranque del motor de combustión interna, esto especialmente en el momento que se genere un consumo de la batería de alta tensión HV. MG1 girado por el motor de combustión interna genera electricidad de alta tensión (máximo 650 V AC) para accionar MG2 y cargar la batería HV.



(Fig. 10) [www.mecanicavirtual.com](http://www.mecanicavirtual.com)(S.F)

## 5.4 OBJETIVOS

### 5.4.1 Objetivo General de la Propuesta.

“Elaborar un módulo didáctico para la enseñanza, acerca del sistema inversor del vehículo Toyota Prius 2010”.

### 5.4.2 Objetivos Específicos de la Propuesta.

- Conocer los nuevos componentes del sistema inversor del vehículo híbrido Toyota Prius 2010.
- Conocer el funcionamiento normal de los componentes electrónicos del Sistema Inversor.
- Presentar el modulo del sistema inversor del Toyota Prius 2010.

## 5.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La investigación se realizó en el vehículo híbrido Toyota Prius 2010 en los talleres de la Universidad Técnica del Norte localizada en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra, sector El Olivo Av. 17 de Julio, la parte estudiada fue el Sistema Inversor del vehículo Toyota Prius 2010 Tercera Generación

## 5.6 .DESARROLLO DE LA PROPUESTA

5.6.1 “ELABORACIÓN DE UN MODULO DIDACTICO PARA LA ENSEÑANZA, DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHÍCULO TOYOTA PRIUS 2010”.



(Fig. 11) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.

# Unidad 1

## CARACTERISTICAS DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS 2010



(Fig. 12) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.

# SISTEMA INVERSOR

Este componente es parte fundamental del vehículo Híbrido, incorpora gran cantidad de elementos electrónicos y eléctricos pero toda la gestión de funcionamiento es controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV, esta última se encarga de controlar al inversor y generar cualquier tipo de diagnóstico del mismo incluidos los DTC.

## Operación del sistema inversor.

- Elevar la tensión de 220 V logra un circuito amplificador
- Con la tensión de 500VDC y usando la electrónica de potencia genera una corriente Alterna
- Permitir invertir la situación de operación de MG1 Y MG2.
- Utilizando la tensión de la batería de alta Tensión HV.
- Permitir la carga de la batería de 12V utilizando como fuente la carga de alta tensión de la batería HV.

## Componentes del Sistema Inversor

- Elevador de tensión Booster
- Reactor
- Modulo IPM
- Condensadores del circuito inversor
- Conversor DC – DC
- Inversor DC- AC para aire acondicionado
- Transistores JFET
- Transistores IGBT

**Fig. Sistema Inversor**



**(Fig. 13) Fuente: Barrera G y Canacuán L.**

**Fig. Sistema Inversor semi desarmado**



**(Fig. 14) Fuente: Barrera G y Canacuán L.**

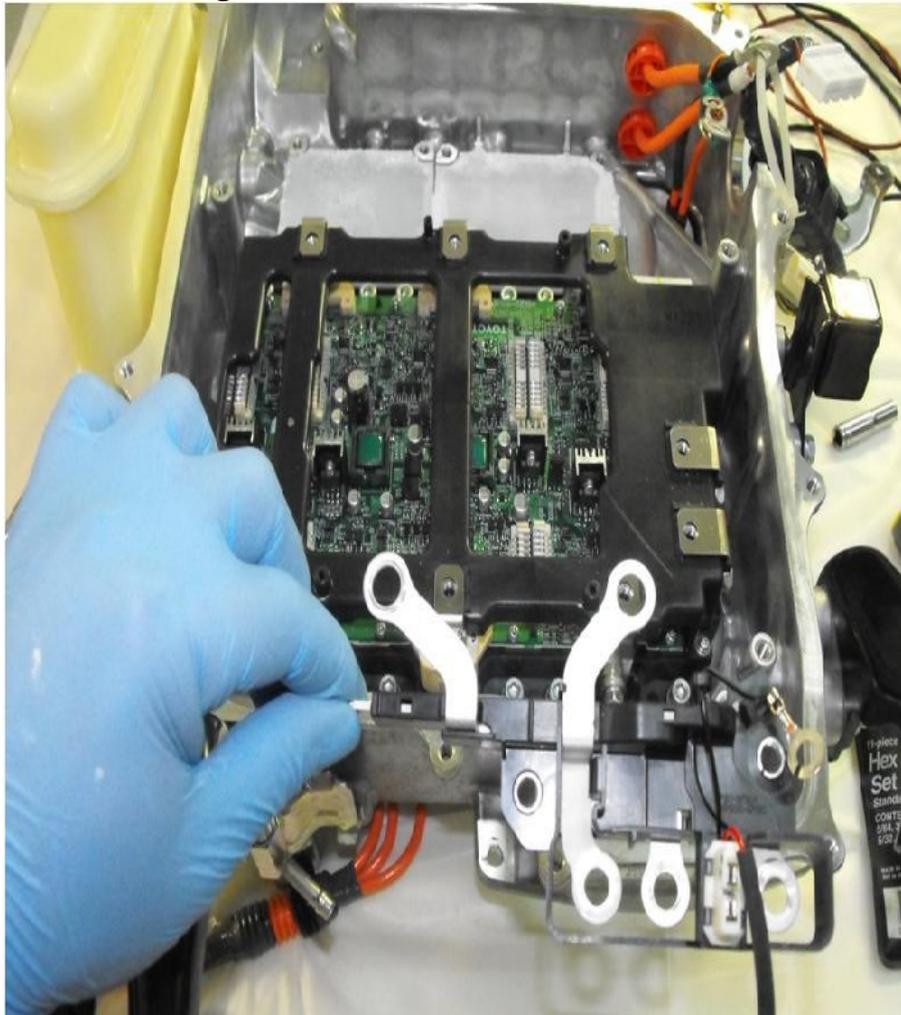
Dentro del conjunto que se conoce como INVERSOR podemos encontrar varias etapas o sistemas independientes, dentro de las funciones de este elemento se tienen por ejemplo.

- Permitir el control de los Moto Generadores MG1 – MG2 con un circuito constituido en su interior, que toma la tensión de la Batería de alto Voltaje HV la cual se encuentra en 220 VDC aproximadamente y mediante un circuito de potencia generar una corriente alterna en tres fases que permita el movimiento de los motores eléctricos.
- Permitir mediante la tensión de la Batería de alto Voltaje HV generar una corriente alterna en tres fases que es utilizada para mover un motor eléctrico de frecuencia variable que acciona el mecanismo del Acondicionador de Aire puesto que el motor de combustión interna se apaga por momentos aunque el auto siga en movimiento.
- Permitir mediante la tensión de la batería de alto voltaje HV, convertir la tensión a 12 V para mantener la carga a una batería de 12V que funciona para accesorios y mecanismo de tensión convencional.
- Permitir la carga de la batería de alta Tensión mediante los Moto Generadores MG1 y MG2, esto con una electrónica basada en transistores IGBT y controlada por la unidad de control del sistema Híbrido ECU HV.
- Permitir el movimiento del Moto Generador 1 MG1 en condición de arranque para el motor de combustión interna, esto especialmente en el momento que se genere un consumo de la batería de alta tensión

HV.

En la imagen inferior se puede apreciar parte de la electrónica que se encuentra en el interior de este componente.

**Fig.sistema electronico del inversor**



**(Fig. 15) Fuente: CISE Electronics.**

Dadas las condiciones normales de operación en el vehículo este elemento requiere evacuar calor, para esto cuenta con un sistema independiente de refrigeración por agua con una bomba eléctrica adicional, todo esto para permitir que la electrónica cuente con la seguridad necesaria para su óptimo desempeño, en la imagen inferior se puede observar en desarme el interior de estos conductos en el inversor.

**Fig.conductos de refrigeracion del inversor**



**(Fig. 16) Fuente: CISE Electronics.**

La conexión de alta tensión en el sistema se efectúa a través de conectores (de color Naranja). Su diámetro y conectores son especialmente diferentes a cualquier sistema convencional. Siempre que se trabaje en 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

**Fig.conectores de alto voltaje del inversor**



**(Fig. 17) Fuente: CISE Electronics.**

# **PARTES DEL SISTEMA INVERSOR**

## **1. Elevador de tensión (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 cumplir dos funciones específicas.

- 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 Modulo IPM y el reactor son unos elementos de potencia importante y este modulo 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.

Este paquete cuenta con 3 condensadores cuya función es almacenar los picos altos de voltaje y entregar luego el voltaje manteniendo así un valor alto y mejorando el rizado, haciéndolo más constante. Dicho voltaje alcanza valores aproximados a 500 V. En paralelo a este paquete de bobinas encontramos una resistencia de descarga equivalente a 63 K ohm. Dicha resistencia es de descarga de los condensadores, este equivalente de 63

K ohm consiste de varias resistencias de altos valores conectadas en paralelo para poder lograr una mejor disipación de la potencia en la descarga de los condensadores cuando el sistema es deshabilitado, ya que al tener una sola resistencia la potencia que debería disipar resultaría demasiado alta.

En el primer paso la unidad de control ECU HV activa al transistor IGBT T1 cargando la bobina (Reactor) directamente con la tensión de la batería HV, cuando la unidad de control del sistema Híbrido HV desactiva el transistor T1, se genera una auto inducción de la bobina reactiva, lo cual presentará una extra tensión en el Punto A. En este momento el Transistor 2 T2 se encuentra desactivado, quedando como único paso el diodo 2 D2 el cual se polarizará con una tensión positiva, es decir, solo pasará hacia el condensador tensiones positivas, y D1 no permitirá el paso de esa tensión positiva a masa puesto que no logrará ser polarizado.

Cuando se desconecta el sistema y deja de operar el circuito estos condensadores pueden quedar con tensión almacenada. Para descargarlos se encuentra un conjunto de resistencias en paralelo con un valor de 63 Kohm aproximadamente, a la salida de este conjunto de componentes se tiene una tensión aproximada de 500VDC, los cuales serán utilizados por el conjunto de transistores para la generación de la Corriente Alterna en tres fases para el Movimiento de los Moto Generadores MG1 y MG2.

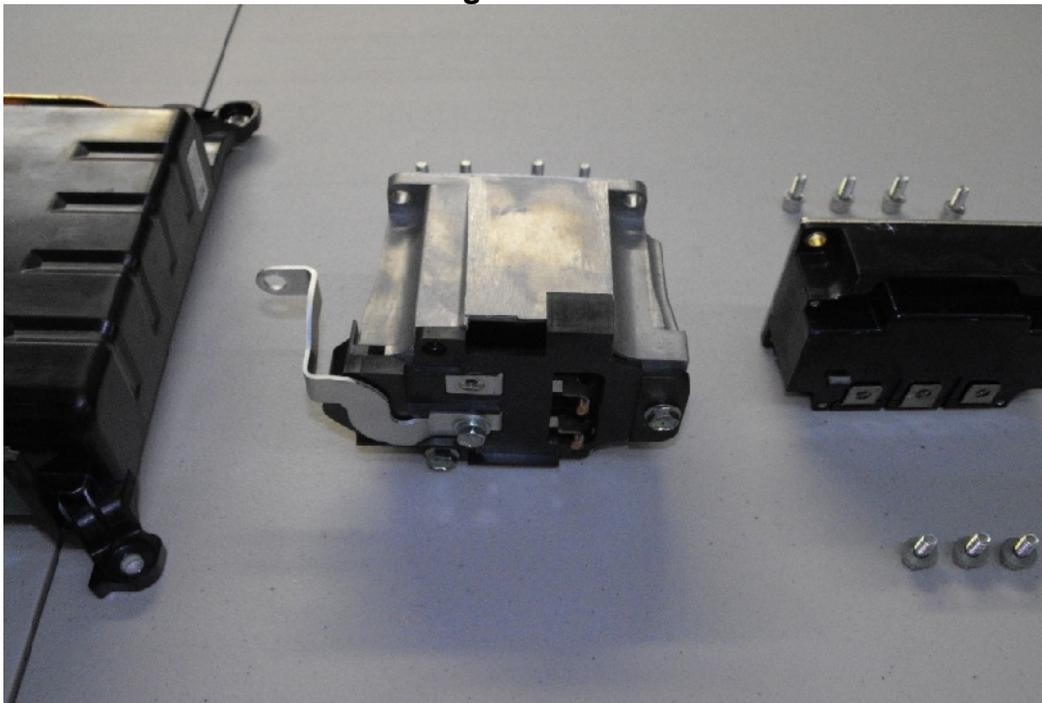
Cada uno de los componentes que hacen parte de este circuito (Booster) , requieren una potencia importante y características

electrónicas que le permitan operar en condiciones especiales como son las altas frecuencias, Temperaturas cambiantes , para tal fin se utilizan elementos especiales como sería el modulo IPM , el REACTOR (Bobina) y los condensadores y resistencias , todos ellos de una potencia elevada para poder soportar las condiciones, a continuación se desarrollara una descripción de cada uno de estos componentes que hacen parte de el Reactor.

## 2. REACTOR

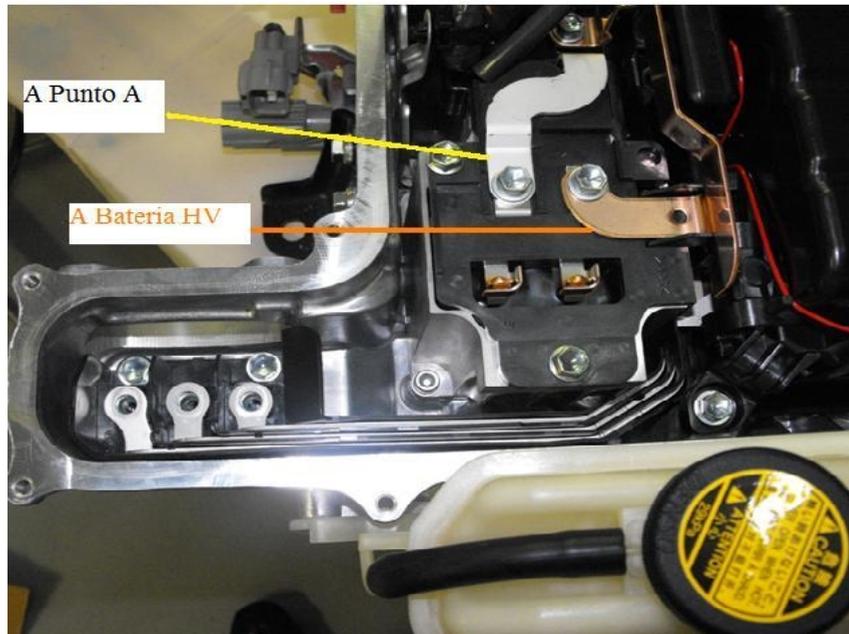
El reactor es una Bobina que se encuentra en serie con el circuito como se puede apreciar en la fotografía inferior, todas sus conexiones se encuentran enlazadas con Tornillos fuertes y en este punto no deben existir resistencias o caídas de tensión.

**Fig. Reactor**



**(Fig. 18) Fuente: CISE Electronics.**

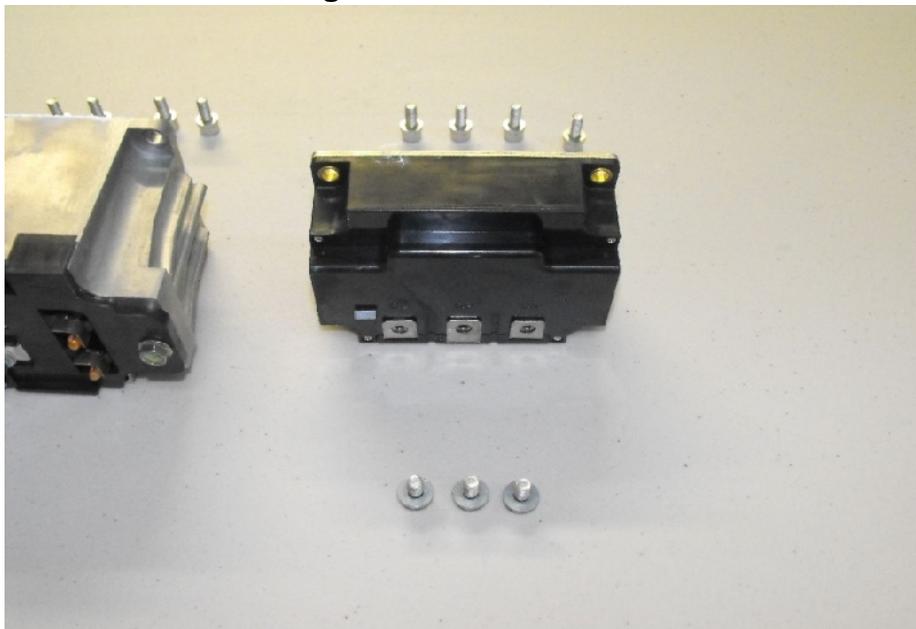
**Fig. Reactor interno**



**(Fig. 19) Fuente: CISE Electronics.**

### **3. Modulo IPM**

**Fig. Modulo IPM**



**(Fig. 20) Fuente: CISE Electronics.**

Este modulo presenta la función de generar la conmutación a masa del Reactor, para ello utiliza Transistores con tecnología IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), los cuales cuentan con una serie de características electrónicas que le permiten conmutar a altas frecuencias y cargas elevadas , en este caso todo se encuentra en un solo Modulo de marca MITSUBISHI , (Intelligent Power Modules).

Dentro de las características importantes de este modulo se encuentra:

- Completa salida de Poder.
- Compuerta Aislada en el comando del modulo.
- Protección lógica del circuito (Corto circuito – Sobre Temperatura – Sobre Voltaje).

Las aplicaciones para este IPM son variadas, las más recomendadas para este conjunto electrónico son:

- Inversores.
- UPS.
- Servo Control.
- Fuentes de Poder.

Los IPM (Intelligent Power Module), son módulos Aislados diseñados para aplicaciones de manejo de poder conmutadas, las frecuencias de operación son altas de alrededor de 20 HZ. En su construcción contiene circuitos de control y censado para una operación más segura, esto mejora la operación de los IGBT. Contienen dentro de su circuito Diodos de Poder (Free – Wheel).

Este tipo de Módulos IPM tiene un numero de parte especifico según la aplicación, pero su denominación apunta hacia el Voltaje y Amperaje que manejan, por ejemplo, un modulo PM400DVA060 representa Modulo de Poder de 400 V y 60 Ampere.

**Fig IPM Prius**



**Fig. IPM Comercial M400DVA060**



**(Fig. 21) Fuente: CISE Electronics.**

La estructura interna es muy compleja, pero básicamente se encargan de las conmutaciones, en este caso se ha analizado la parte que permite elevar la tensión a 500 V aprox. Dentro de este modulo también existe el transistor T2 que en el momento de el trabajo como fuente esta OFF, pero en momentos se coloca ON y de esa forma deja pasar la carga de los Moto - Generadores hacia la batería, ese evento se explicara mas a delante en la parte de freno regenerativo.

En la siguiente grafica se puede apreciar la estructura interna del IPM, el cual cuenta con las salida E2, la cual es masa de la batería HV y

estaría sujetado con un Fuerte Perno.

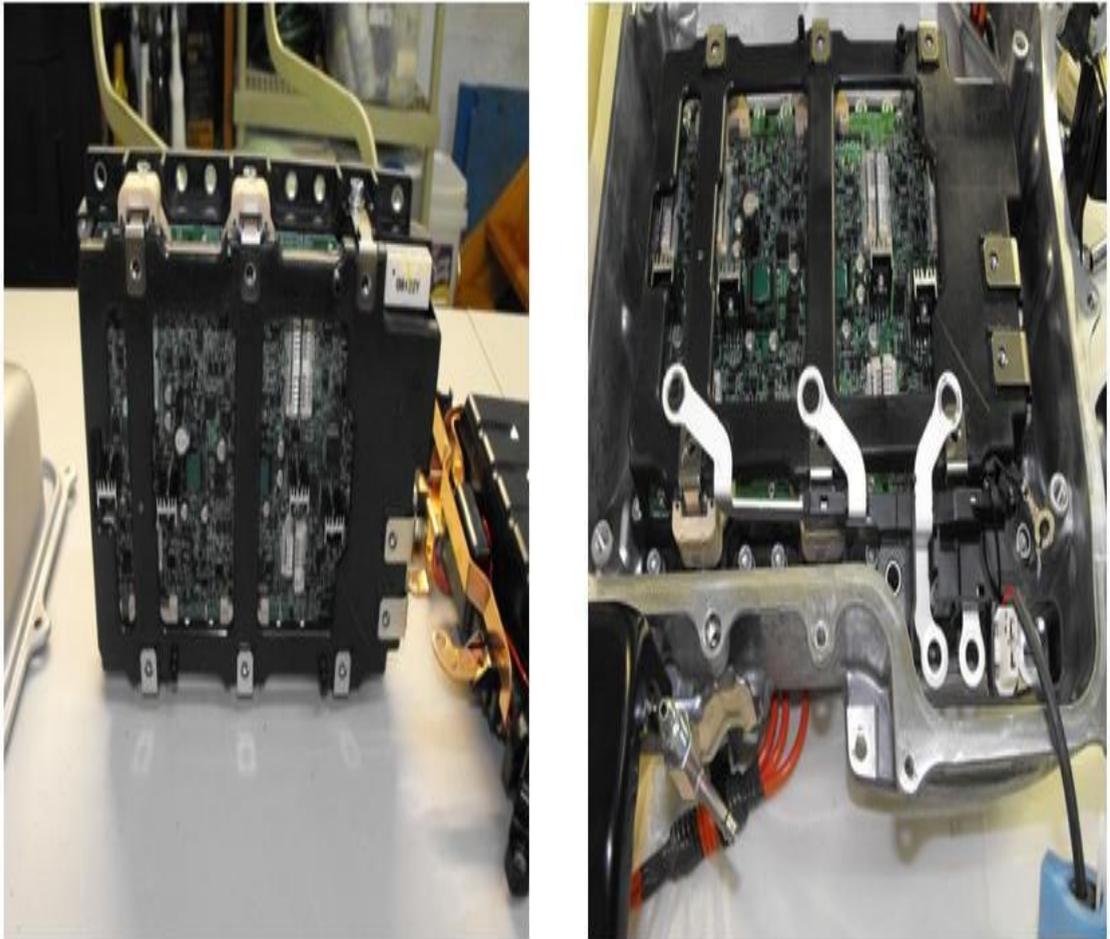
Por otro lado estaría C2E1, la cual es usada para el control de la bobina (REACTOR), en esta salida se puede apreciar la actuación del Transistor T1. En esta parte de la estructura del IPM se puede apreciar que existe un sensor de temperatura del conjunto.

En la segunda parte del IPM se encuentra T2 el cual presenta su salida en el Borne C1, en este punto estará colocado el voltaje de alta después del Diodo 2 , en este punto es donde se encuentra la tensión estabilizada para el uso del sistema que opera los motores de tres fases.

#### **4. EL CONJUNTO DE LOS DIODOS**

Se encuentra en el mismo cuerpo de los Transistores de potencia que conmutan los motores eléctricos MG, en la fotografía inferior se puede Observar este componente que hace parte del sistema Inversor.

**Fig. Diodos**

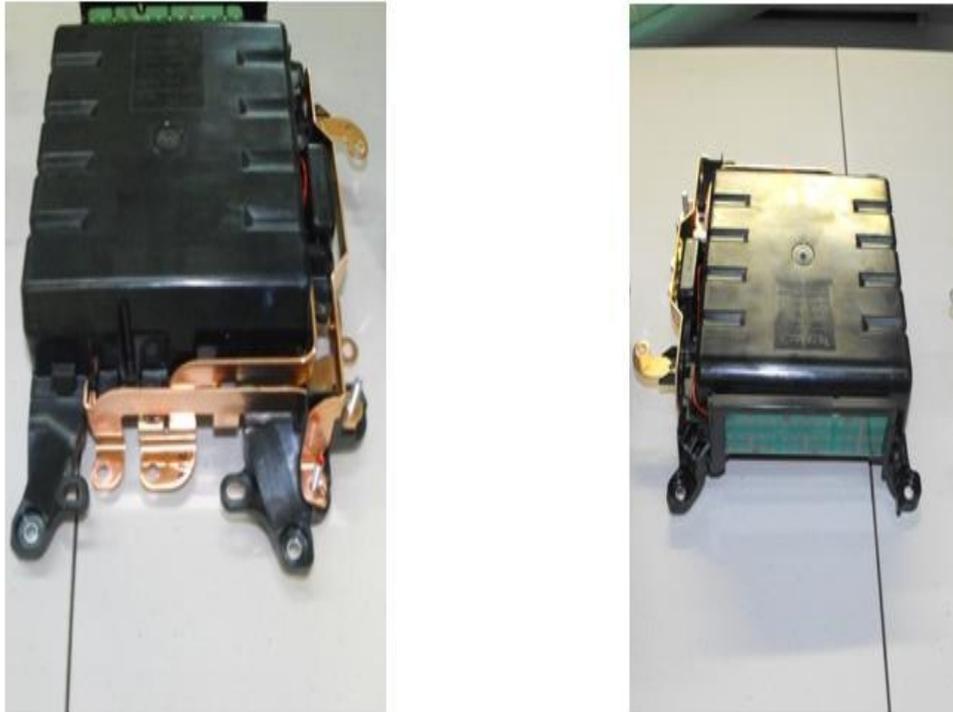


**(Fig. 22) Fuente: CISE Electronics.**

## **5. CONDENSADORES CIRCUITO INVERSOR**

En la etapa de Potencia tanto de Booster como de manipulación de motores MG y recarga de las baterías HV, están involucrados los condensadores, estos se encuentran dispuestos en un paquete sellado muy estable y de un manejo importante de potencia y disipación, en la grafica inferior se puede observar este conjunto de tres condensadores en el paquete que esta montado en el interior de Inversor.

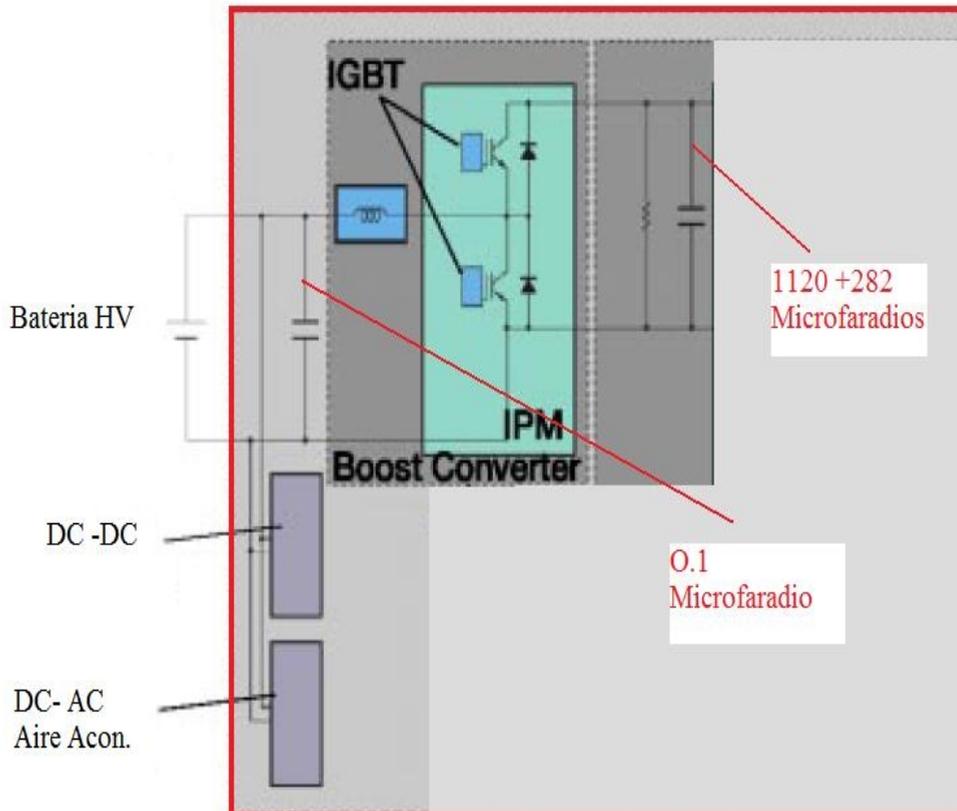
**Fig. Condesadores del sistema inversor**



**(Fig. 23) Fuente: CISE Electronics.**

El valor de estos condensadores esta estipulado en la etiqueta del mismo, se tiene para el condensador que se encuentra entre la Bateria HV y el modulo IPM un valor de 0.1 Microfaradios , para el condensador que se encuentra después del Booster y antes del circuito Inversor de los Moto Generadores, siempre se representa como uno solo, pero en realidad es una suma de dos Condensadores uno de 1120 Microfaradios y otro de 282 Microfaradios en el esquema siguiente se muestra el circuito con la indicación de cada uno de ellos.

**Fig. Esquema de circuito**



**(Fig. 24) Fuente: CISE Electronics.**

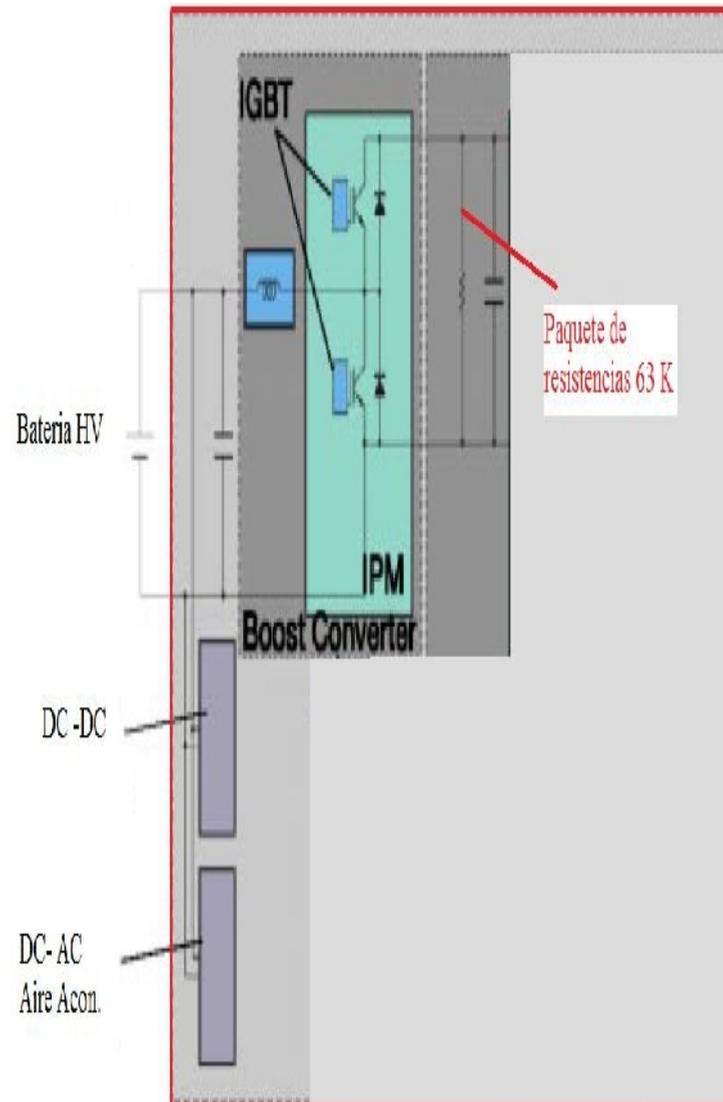
## **6. CONJUNTO DE RESISTENCIAS INVERSOR.**

Dentro del circuito inversor existe un conjunto de resistencias que hacen parte del circuito RC, en este caso es muy importante la utilización de las misma, puesto que si no se encuentran ubicadas podría permanecer el circuito de capacitores mucho tiempo cargado después de una condición OFF del vehículo y esto colocaría en riesgo el sistema en algunas condiciones, por ejemplo frente a una posible reparación de algún mecanismo que exija el desmonte del conjunto Inversor.

Este paquete de resistencias se encuentran en un circuito en paralelo

para poder disipar mas efectivamente el calor y en total suman un valor de aprox. 63 Kohm, en la conexión del paquete están representadas por un cable rojo (Positivo) y uno negro (Negativo). En la fotografía inferior se muestra este paquete de resistencias.

**Fig. Paquetes de resitencia**

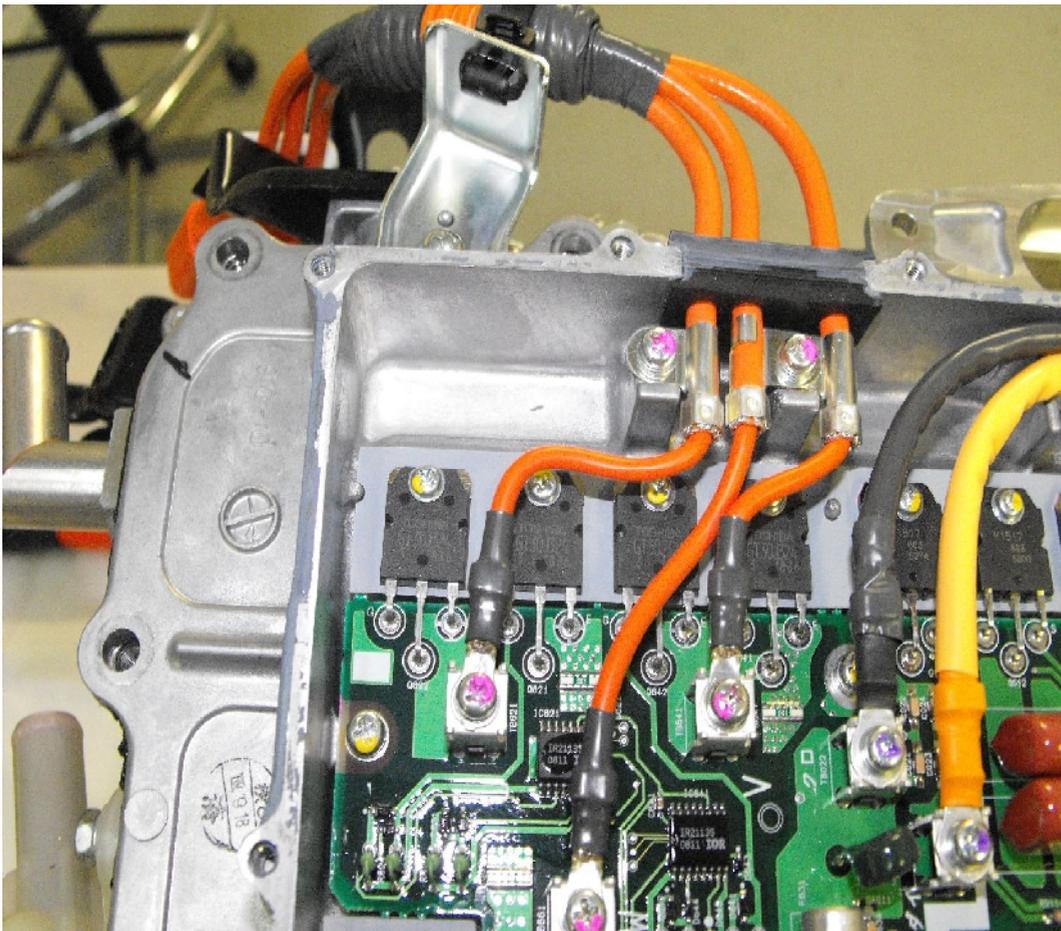


**(Fig. 25) Fuente: CISE Electronics.**

## 7. TRANSISTORES IGBT.

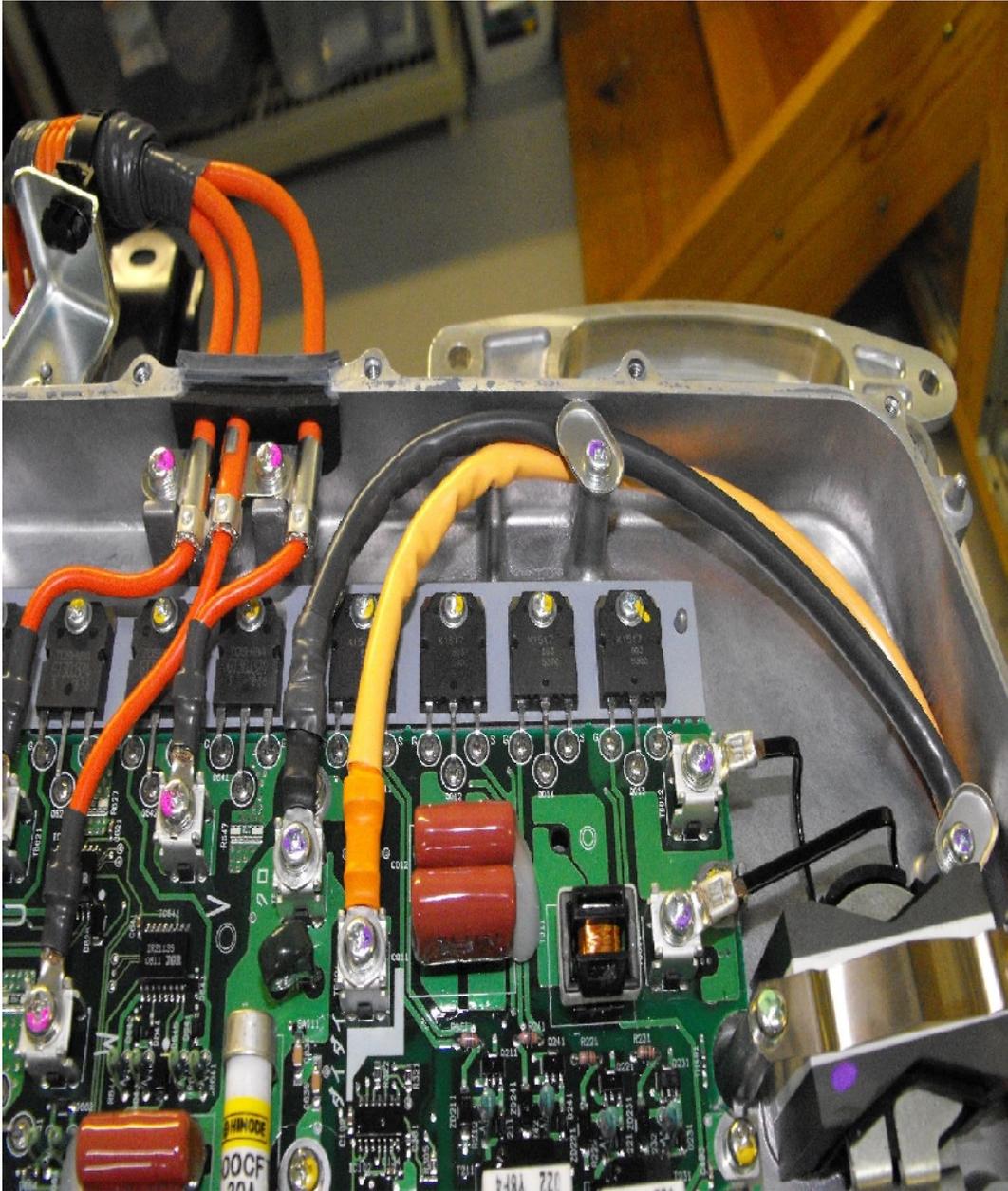
El transistor IGBT (Insulated Gated Bipolar Transistor) es un componente utilizado cada vez más en aplicaciones Automotrices en el cual la conmutación de altas corrientes es un requisito importante , este tipo de transistores aprovechan la ventaja de un transistor MOSFET y un transistor BJT (Bipolar).

**Fig. Transistores IGBT**



**(Fig. 26) Fuentes: CISE Electronics.**

**Fig. Mosfet IGBT**



**(Fig. 27) Fuente: CISE Electronics.**

# UNIDAD 2

## FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS 2010



(Fig. 28) Fuente Barrera A. Canacuán L.

## OPERACIÓN DEL SISTEMA INVERSOR

El conjunto Inversor tiene cuatro funciones específicas controladas en todo momento por la unidad de control electrónica del sistema Híbrido, dentro de estas funciones se encuentran.

- Elevar la tensión de 220 V aproximadamente a una tensión de 500 VDC Aproximadamente, esto lo logra con un circuito Amplificador.
- Con la tensión de 500VDC y usando la electrónica de potencia generar una corriente Alterna en tres fases para conseguir el movimiento de MG2 y MG1 de forma independiente , dentro del inversor se consigue la etapa de potencia , pero el control está a cargo de la unidad de control del sistema HV.
- Permitir invertir la situación de operación de MG1 Y MG2, logrando por momentos convertirlos en generadores, y llevando esta carga hasta la batería de alta tensión HV.

Utilizando la tensión de la batería de alta Tensión HV, generar una corriente alterna en tres fases, que sea capaz de mover un motor eléctrico que opera el sistema compresor para el Aire Acondicionado.

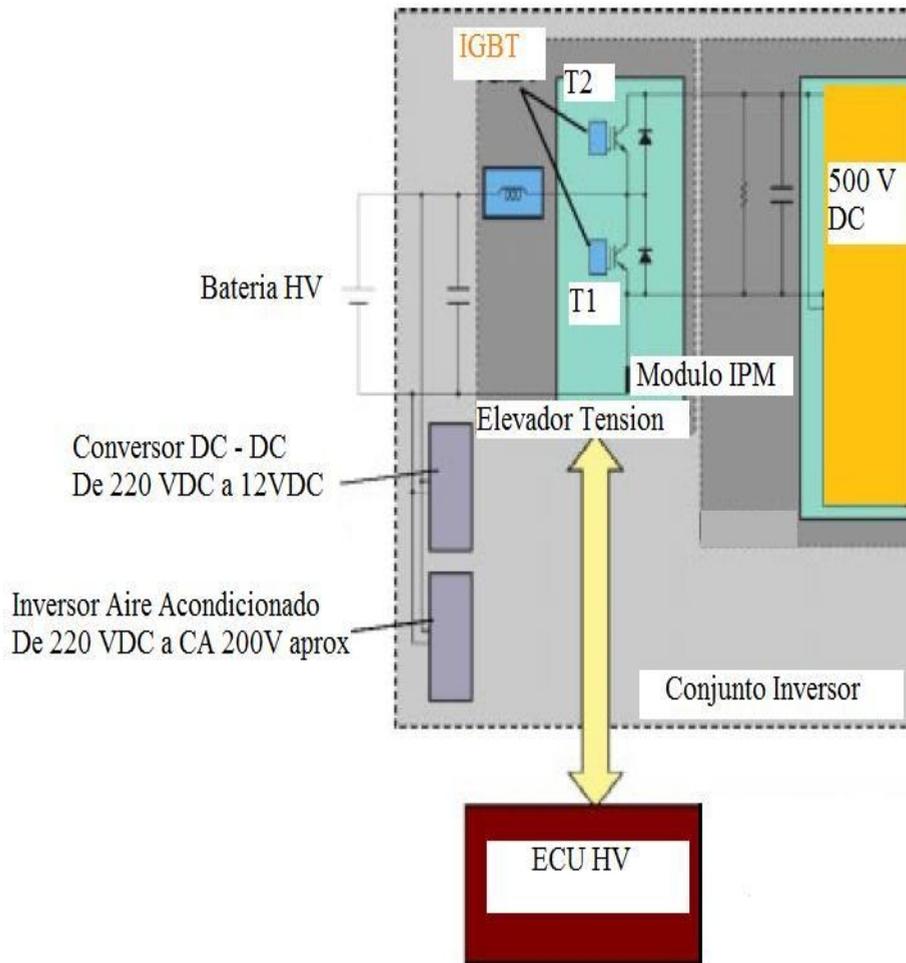
Permitir la carga de la batería de 12 V utilizando como fuente la carga de alta tensión de la batería HV, para esto utiliza un circuito conversor DC – DC incorporado en el mismo conjunto del inversor, toda la gestión es dada por la unidad de control electrónico del sistema híbrido HV.

Aparte de estas funciones principales se cuenta con otras adicionales, como es por ejemplo las mediciones de temperatura y corriente de los componentes internos del sistema, siempre basados en el monitoreo de la ECU HV. Para prevenir cualquier malfuncionamiento que pueda colocar un riesgo el sistema.

En el análisis del circuito electrónico en el interior del INVERSOR, se encuentra el sistema dividido en dos partes, una encargada de manejar los Moto Generadores y otra que maneja el motor del Aire Acondicionado y el conversor DC – DC. La primera contiene una fuente (ELEVADOR) , que levanta a partir de los 220 V aprox. de la batería hasta una tensión de 500 V y la segunda que opera con la tensión de 220 V Aprox.

En el esquema inferior se puede apreciar un esquema que muestra estas dos partes del INVERSOR.

**Fig. Esquema del inversor**



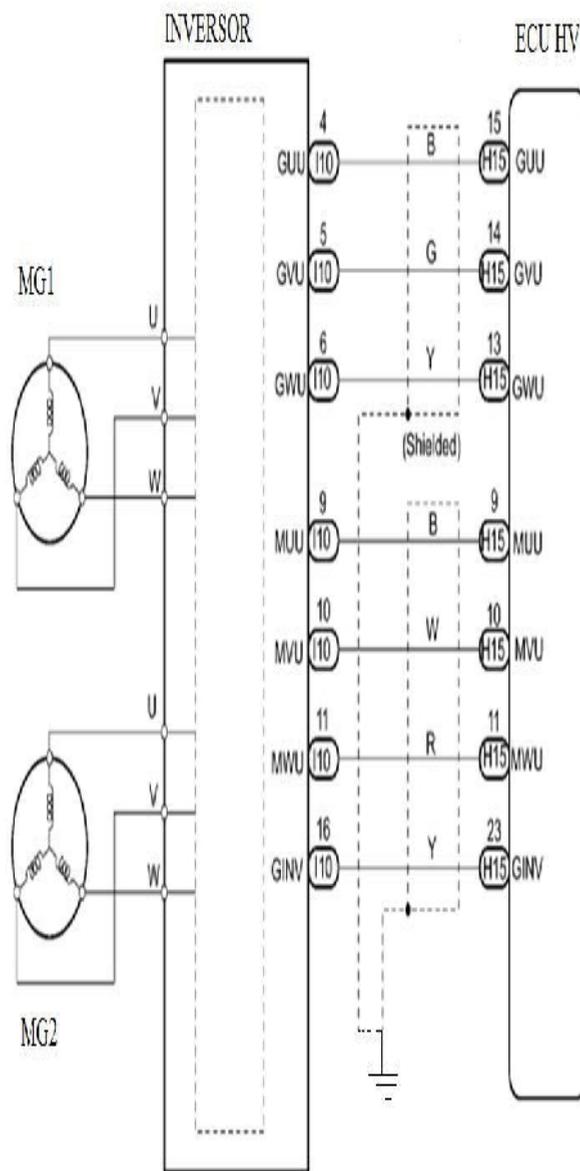
**(Fig. 29) Fuente: CISE Electronics.**

## **GENERACIÓN DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA EL CONTROL DE LOS MOTO GENERADORES 2**

Cada uno de los moto Generadores MG1 MG2 es un motor Trifásico de corriente alterna, la conexión de cada uno de ellos es tipo estrella como la imagen inferior, el detalle de operación de los motores trifásicos se explicara más adelante, para este ejemplo se va a partir

de la base que cada uno de estos motores Requiere Tres fases de corriente Alterna. Que se encuentren desfasadas entre sí a 120 Grados, en relación a la rotación del motor.

**Fig. GENERACIÓN DE LA CORRIENTE ALTERNA PARA EL CONTROL DE LOS MOTO GENERADORES**

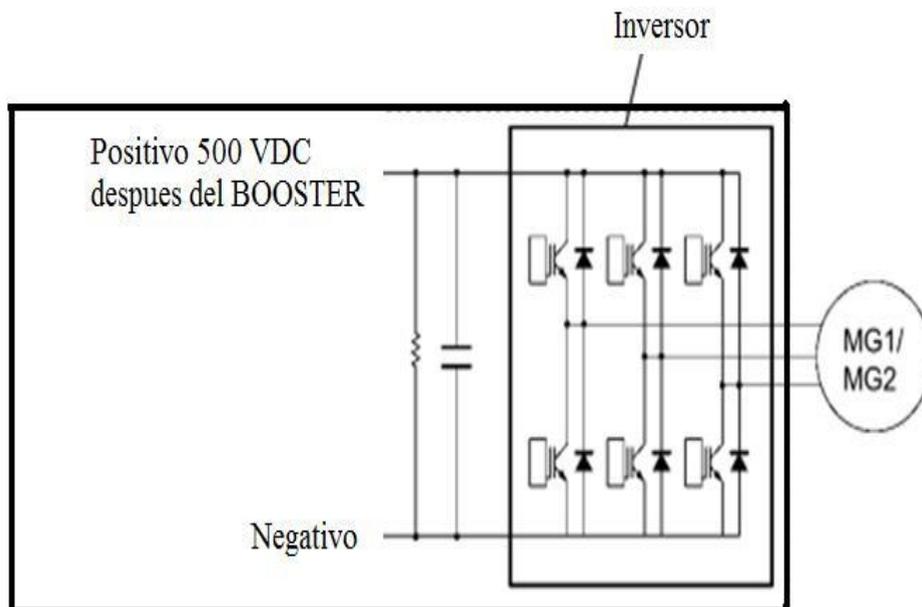


**(Fig. 30) Fuente: CISE Electronics.**

Según el grafico se debe analizar cada una de estas fases U, V, W en cada una de ellas, debe existir un flujo de corriente que cambie de sentido con relación al tiempo, toda la estrategia de generar esta corriente alterna y desfasarla en el momento correcto la gestiona la ECU HV, pero la potencia de este Mecanismo está dada por el Inversor que Utilizando unos poderosos transistores IGBT, logra este complicado procedimiento.

El circuito de conexión de cada una de esas fases, con el INVERSOR, específicamente en la parte de los transistores se puede observar en la grafica inferior.

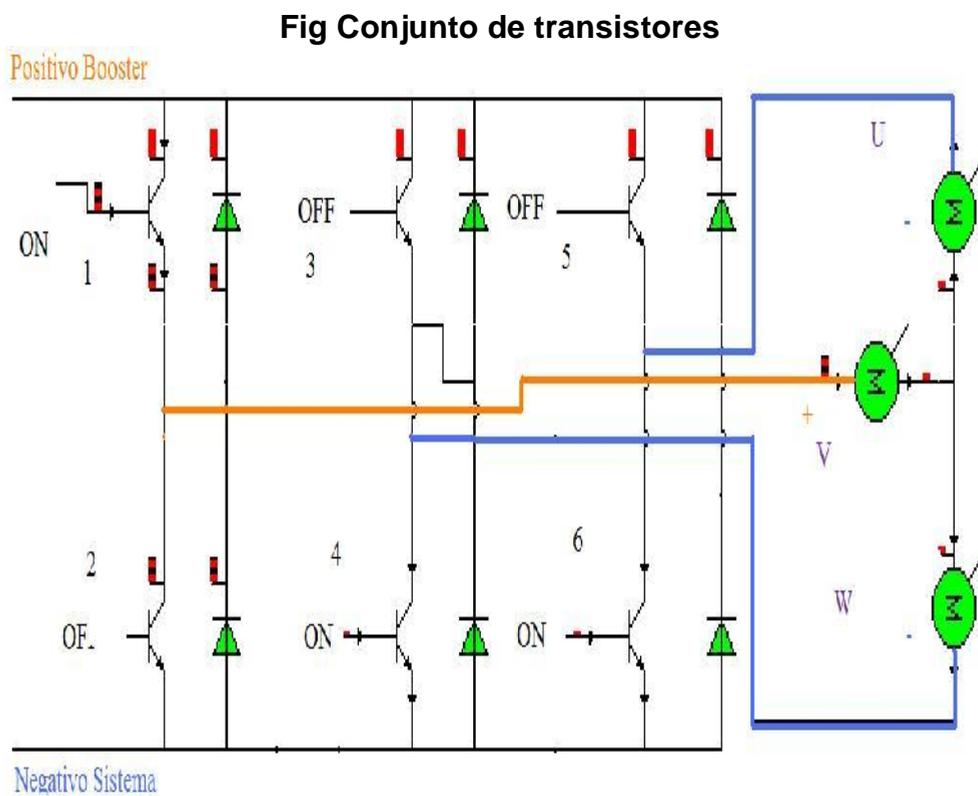
**Fig. Circuito del Inversor para accionar a MG1 Y MG2**



**(Fig. 31) Fuente: CISE Electronics.**

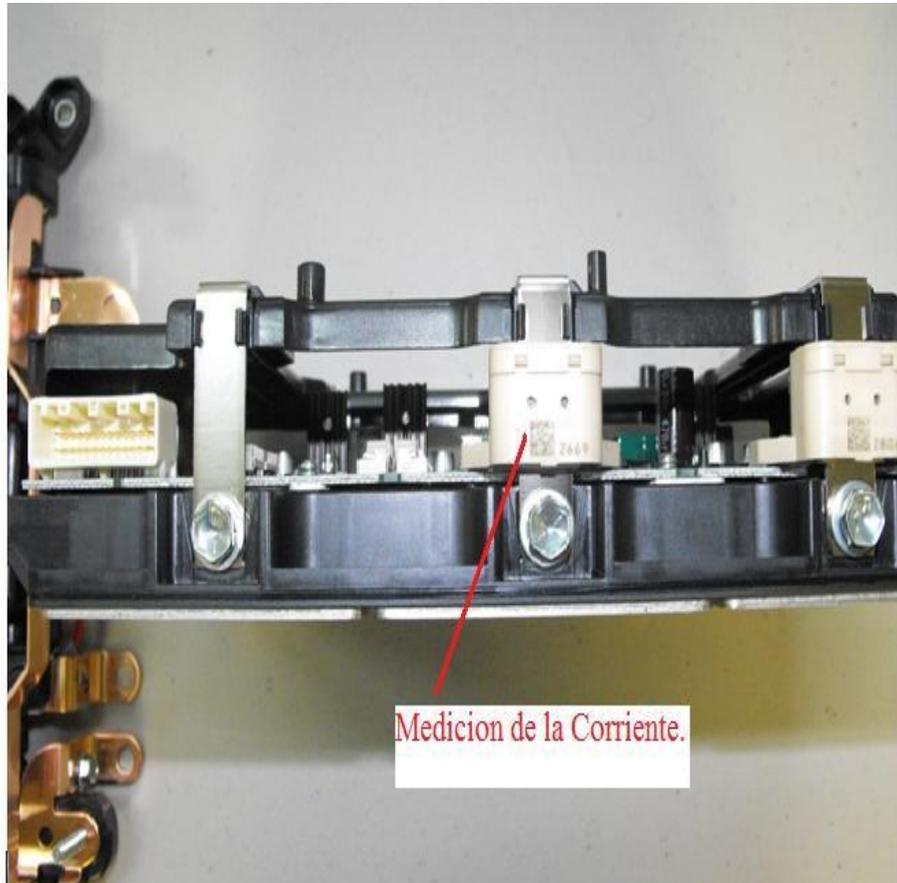
El funcionamiento de los diodos se estudio anteriormente en el circuito rectificador, en este punto se va a analizar la operación de los transistores IGBT.

Para entenderlo se va utilizar un motor DC (Como Bobina), para representar el arreglo de Estrella del Motor en tres fases. Si se observa la Figura inferior se puede apreciar el conjunto de los transistores y la conexión de cada fase del motor. Se mostrará cómo se genera la inversión de la corriente.



En primera medida se va a tener activos los Transistores 1, 4, 6 de esta forma al activarse el No 1 conmutara positivo que toma por el colector y lo lleva directo a la fase V.

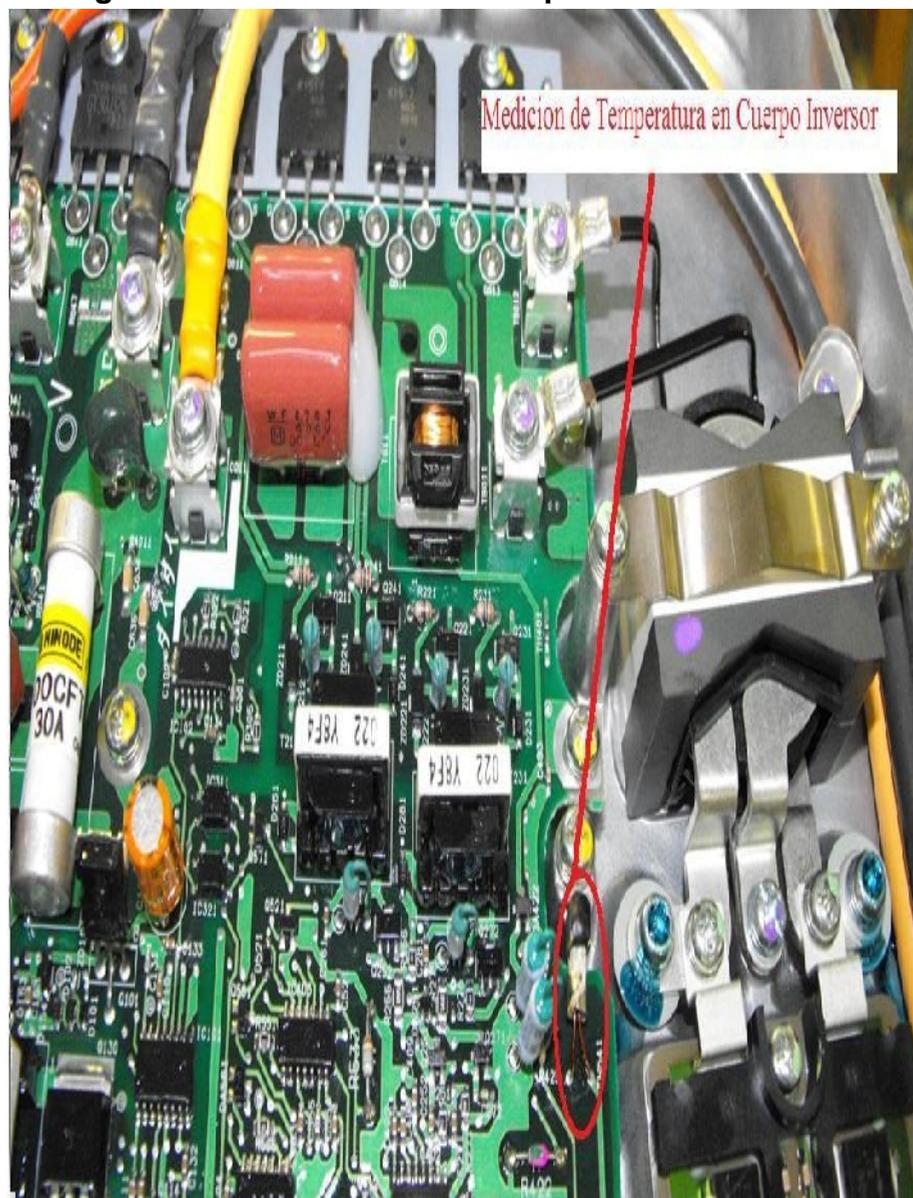
**Fig circuito de medicion de corriente**



**(Fig. 33) Fuente: CISE Electronics.**

Como complemento a la medida de corriente, el sistema HV puede evaluar la Temperatura Interna de circuito o cuerpo del Inversor o Motores, en este caso se puede apreciar uno de estos sensores, que también se podría monitorear en el scanner. El presentar un daño en alguno de ellos podría generar un malfuncionamiento creando un DTC hasta tal punto que por estrategia deshabilite el sistema e inhiba el movimiento del vehículo, en ningún manual de fabricación existen métodos de reparación para este tipo de componentes que están en el interior de los conjuntos electrónicos, pero es muy importante desarrollar un método de diagnostico Avanzado que logre encontrar estas complejas fallas.

**Fig Sensor de medición de temperatura del Inversor**



**(Fig. 34) Fuente: CISE Electronics.**

**1. Sistemas Adicionales del Inversor – Conversor DC – DC -  
Inversor DC – AC para Aire Acondicionado**

## CONVERSOR DC-DC

El vehículo Toyota Prius, por momentos se mueve con el motor de combustión detenido, (Por ejemplo movimientos a menos de 20 Km/h. Por este motivo, no podría tener un Alternador para el sistema general de 12 V, para suplir esta necesidad, en el conjunto del inversor, existe un circuito que es capaz de tomar la tensión de la Batería HV y reducirla hasta la tensión de 12V DC.

Todo este proceso utilizando la electrónica de potencia y monitoreado por la unidad de control del sistema Híbrido HV. Esta reducción se logra en el interior del Inversor, pero debe ser capaz de manejar alto amperajes como el que se necesita al tener todos los accesorios encendidos en el vehículo (Luces Altas, Radio, Browser Aire, Wiper entre otros).

De esta forma el Conversor DC – DC será capaz de colocar este amperaje en una batería de 12V, similar a la de cualquier vehículo comercial, pero algo importante es que esta batería nunca colocara algún tipo de carga a la batería HV, solo tomara tensión y la estabilizara, para los elementos de consumo, la tensión Nominal del sistema en funcionamiento es de alrededor 13.5 V.

Vale aclarar que en la medida que existan consumos importantes en el vehículo con el sistema de PARQUEO activado, se comenzara a descargar la batería de 12V y en este momento la de 220V aprox. tendrá que suplir esa deficiencia, convirtiendo más la tensión de 220V en 12 V. Si la carga de la batería de alta baja de un

30 a 25 %, es necesario que el motor de combustión encienda y restablezca la carga, pero se debe recordar que el motor de combustión no arranca con la batería de 12 V , si no con la de 220V accionando MG1. La imagen inferior es la de la Batería de 12V, ubicada en este vehículo en la parte trasera derecha.

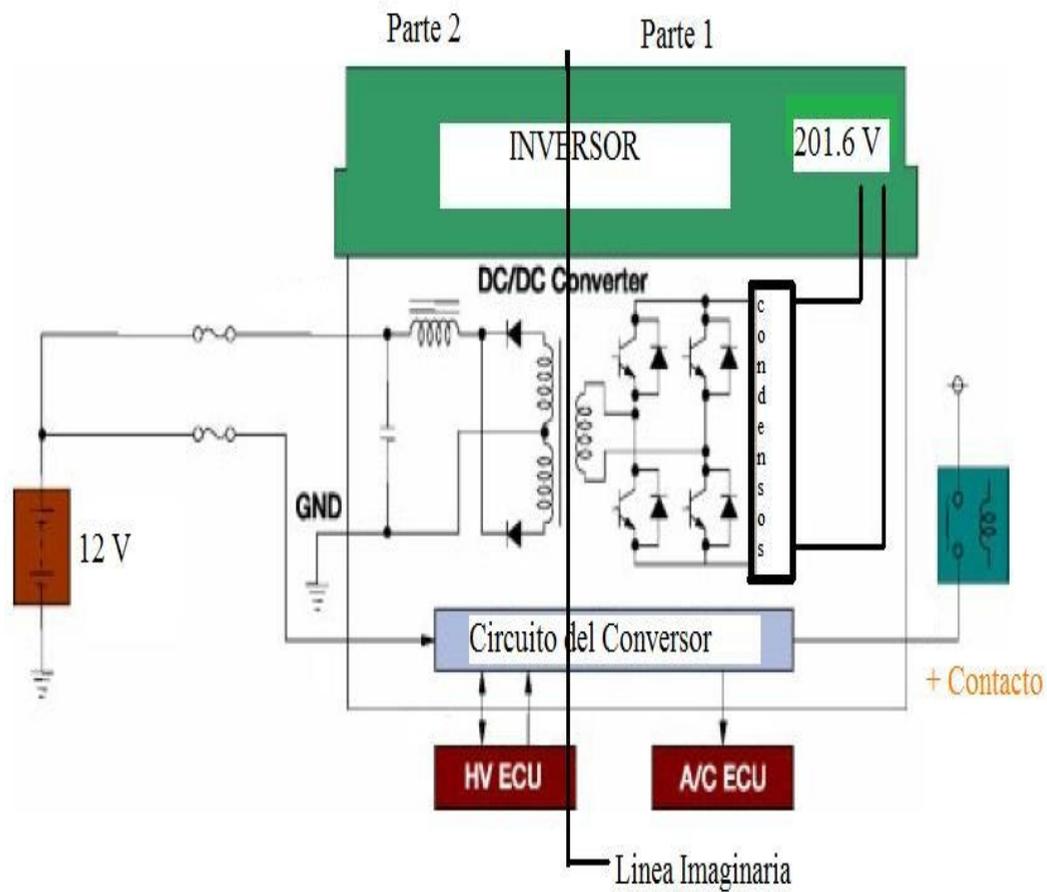
**Fig Bateria 12 v**



**(Fig. 35) Fuente: CISE Electronics.**

En el inversor existe un circuito muy bien diseñado el cual realiza la función de reducción de la tensión, siempre tomando la tensión de la Batería HV, en la grafica inferior se muestra una imagen de este circuito DC – DC.

**Fig Circuito del inversor**



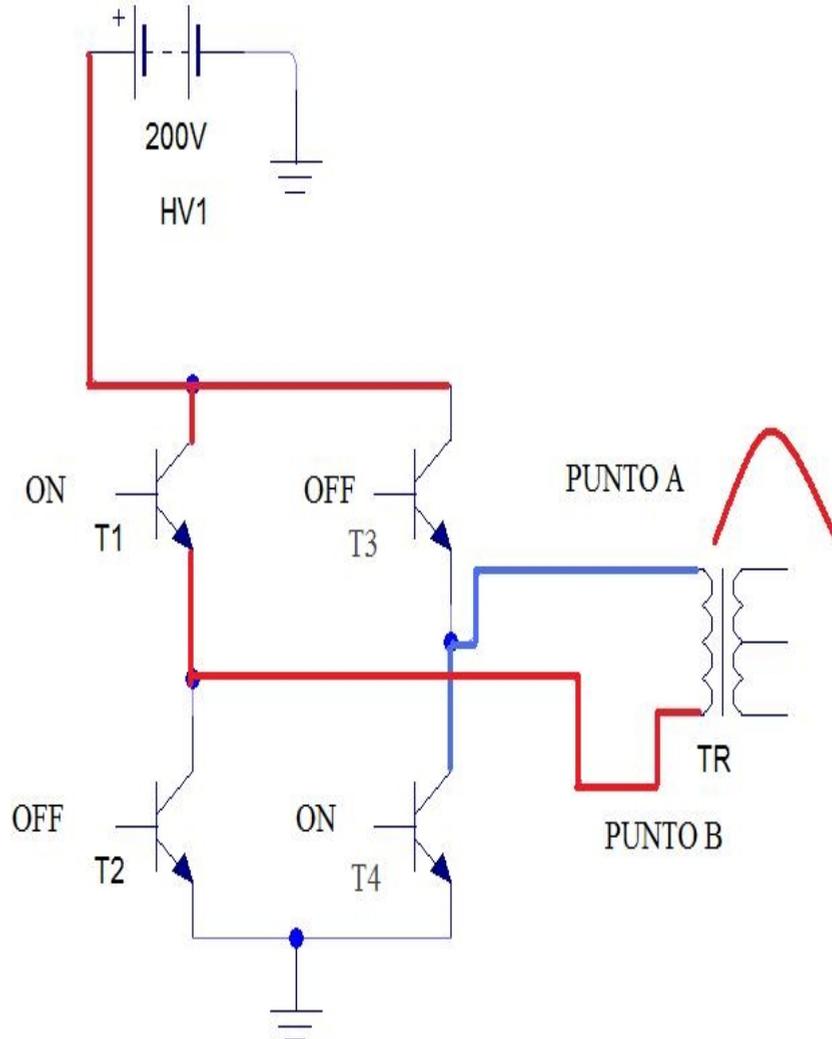
**(Fig. 36) Fuente: CISE Electronics.**

Para Analizar el circuito DC – DC se coloco en el esquema una línea imaginaria que divide el circuito en 2 partes. Básicamente la operación del sistema es que en la parte 1 existen un conjunto de Transistores de Potencia MOSFET que comandan alternando la corriente la bobina de la Parte 1 (Transformador).

1. La bobina de la Parte 1 tiene punto medio que va a masa y un par de diodos en los otros extremos que cumplen la función de rectificador de ONDA COMPLETA. Al entrar la alterna a la parte 2 la onda negativa, La rectificación se completa con un filtrado realizado por la Inductancia en serie y el condensador de filtrado.

En el siguiente esquema se analiza la operación del circuito en la parte 1.

**Fig Esquema del circuito DC-DC**



**(Fig. 37) Fuente: CISE Electronics**

Inicialmente se puede Observar que al Activarse T1, este Transistor (Mosfet) colocara positivo a la bobina en el punto B , esto lo realiza tomando el positivo por Drain y pasándolo a través de Source , en el Punto A de la bobina se tiene masa que fue colocada por el transistor T4 , T4 toma masa por Source y la pasa a través de Drain.

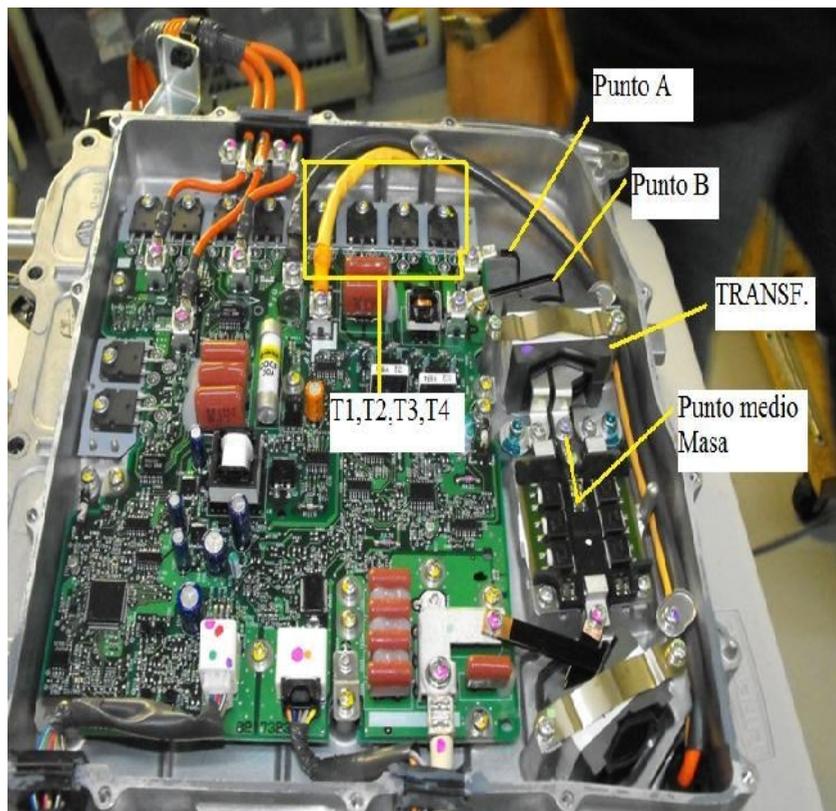
En esta condición la bobina se carga en un sentido como lo muestra

la media Onda de color rojo, en ese momento los otros dos Transistores no intervienen en la operación T2 y T3 los cuales en este punto permanecen OFF.

Para generar la correspondiente alterna , el modulo de control hibrido debe activar el otro par de transistores T2 y T3 y desactivar los que anteriormente estaban ON de esta forma consigue invertir la polaridad sobre la bobina del transformador , controlando la frecuencia puede manipular la salida de tensión.

En las imágenes inferiores se puede observar la parte 1 de este circuito al interior del Inversor.

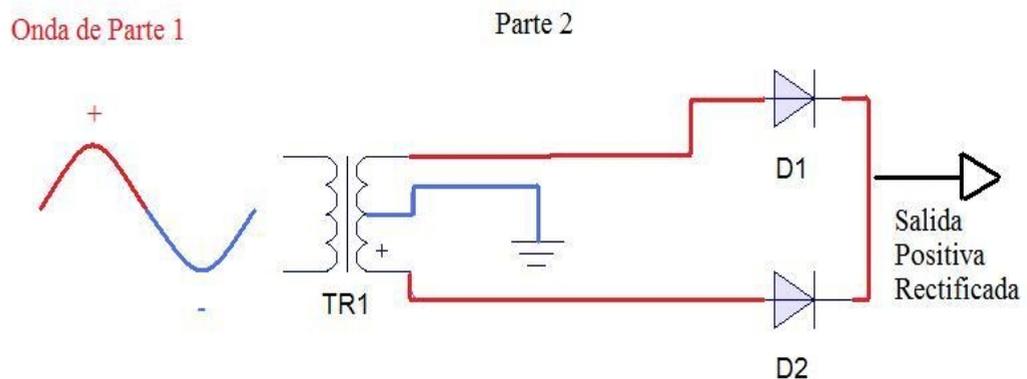
**Fig Conversor DC-DC**



**(Fig. 38) Fuente: CISE Electronics.**

En la Parte 2 el circuito es muy simple, básicamente la alterna que se tiene de la parte 1 es inducida a este bobinado partido al medio, y rectificado por los diodos. Lo más interesante que la operación eléctrica de estos componentes está dada por la capacidad de los elementos que están en juego. El esquema inferior muestra el esquema eléctrico de este circuito.

**Fig Esquema electrico del circuito DC-DC**



**(Fig. 39) Fuente: CISE Electronics.**

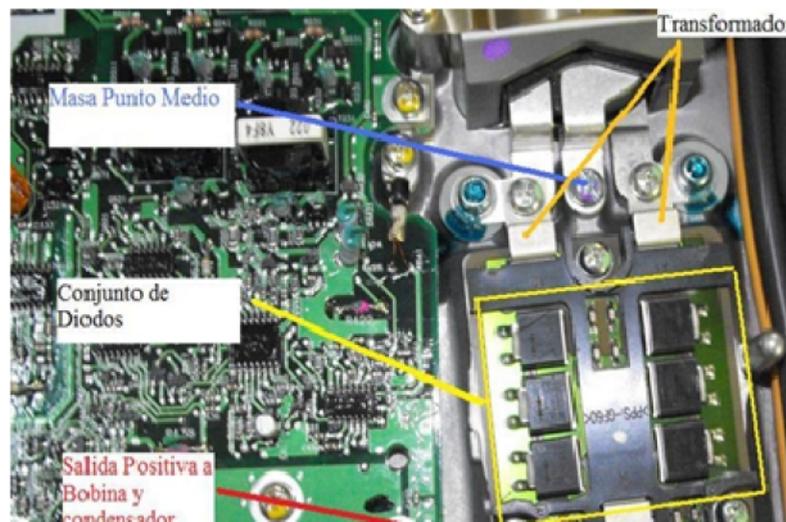
La onda Alterna Proveniente de la Parte 1 tiene dos componentes, uno Positivo y uno Negativo, al ser inducido en el transformador, existe una relación de espiras que reduce la tensión, pero sigue siendo alterna en ese punto, es ahí cuando la parte negativa toma el camino a masa y la positiva pasara a través del paquete de diodos, polarizando los mismos, después de este evento viene un conjunto de una bobina en serie y un capacitor.

Aunque el esquema muestra un solo diodo en realidad este paquete está formado por 12 Diodos agrupados en dos partes, cada

parte contiene 6 de ellos.

En la grafica inferior se muestra el detalle de este conjunto.

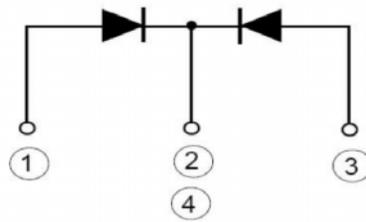
**Fig Conjunto de Diodos del Conversor DC-DC**



**(Fig. 40) Fuente: CISE Electronics.**

Se puede observar una placa aparentemente 6 componentes (Diodos), pero en realidad cada uno de estos componentes en su interior está formado por 2 Diodos, en un encapsulado tipo TO – y de montaje Superficial (SMD).

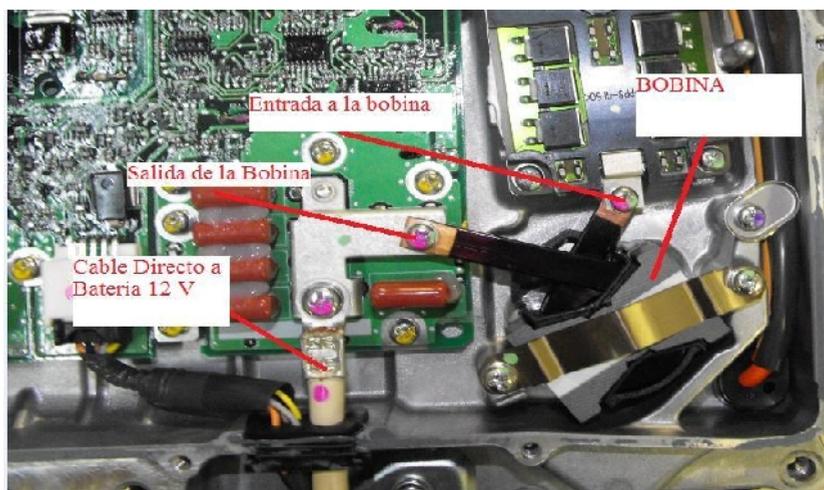
El detalle interno de estos diodos se encuentra en la imagen inferior.



Medidas en mm, este es un Diodo de referencia TS906C2, la capacidad es de 200 V (Inversa) máx. y 20 A (Directa), de esta forma la corriente de salida de a bobina queda distribuida entre estos diodos para una mejor capacidad de conducción, este tipo de diodos tienen aplicación de Potencia en Etapas de Rectificación.

En este esquema se puede observar una bobina en serie, lógicamente este elemento debe tener una potencia muy importante, en la imagen inferior se puede apreciar la capacidad física que esta presenta, cualquier conexión en mal estado en cualquiera de estos elementos generaría un punto resistivo fatal, puesto que debido a las potencias manejadas arruinarían

**Fig Bobina en serie**



**(Fig. 41) Fuente: CISE Electronics.**

Los transistores usados en este circuito son de Tecnología MOSFET, específicamente el modelo. 2SK1517 Canal N

## 2SK1517, 2SK1518

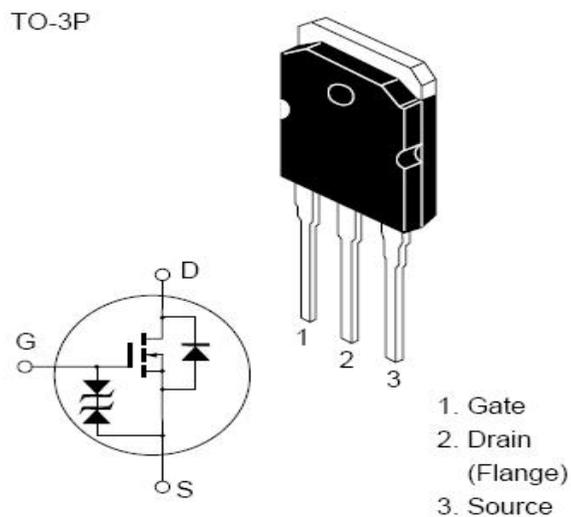
Algunos Valores @ 25 Grados Centigrados de Temp.

Item		Symbol	Ratings	Unit
Drain to source voltage	2SK1517	$V_{DSS}$	450	V
	2SK1518		500	
Gate to source voltage		$V_{GSS}$	$\pm 30$	V
Drain current		$I_D$	20	A
Drain peak current		$I_{C(pulse)}^{*1}$	80	A
Body to drain diode reverse drain current		$I_{DR}$	20	A
Channel dissipation		$P_{ch}^{*2}$	120	W
Channel temperature		$T_{ch}$	150	$^{\circ}C$
Storage temperature		$T_{stg}$	-55 to +150	$^{\circ}C$

Notes: 1.  $PW \leq 10 \mu s$ , duty cycle  $\leq 1\%$

2. Value at  $T_c = 25^{\circ}C$

**Fig Transistors Mosfet**



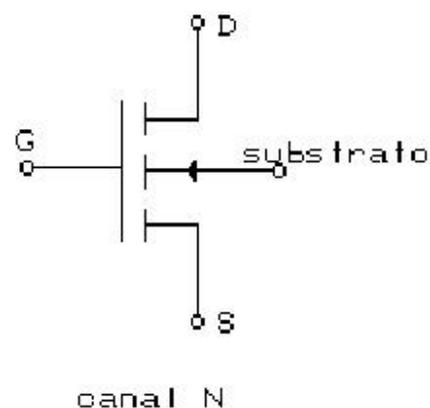
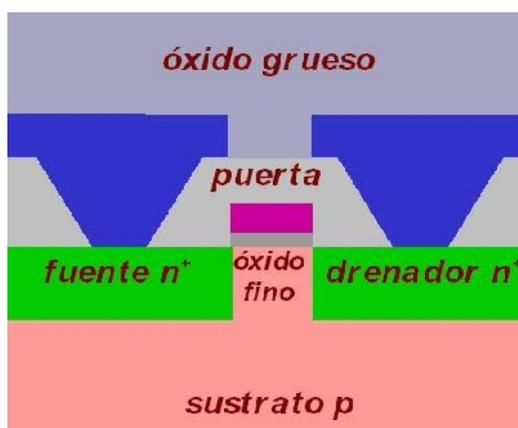
**(Fig. 42) Fuente: CISE Electronics.**

Este tipo de transistores se basan en la tecnología JFET, es muy importante entender este principio para poder realizar diagnósticos posteriores y reparaciones apropiadas.

El JFET es un dispositivo de tres terminales, siendo una de ellas capaz de controlar el flujo de corriente entre las otras dos. En nuestra explicación sobre el transistor BJT se utilizó el transistor **npn** a lo largo de la mayor parte de las secciones de análisis y diseño, con una sección dedicada a los efectos resultantes de emplear un transistor **pnp**.

Para el transistor **JFET** el dispositivo de **canal-n** aparecerá como el dispositivo predominante sobre todo en los controles realizados en los diferentes módulos especialmente el PCM.

La construcción básica del JFET de **canal-n** se muestra en la figura inferior.



Observe que la mayor parte de la estructura es el material **tipo n** que forma el canal entre las capas difundidas en material **tipo p**. El extremo superior del canal **tipo n**, se conecta mediante contacto óhmico a la terminal denominada como drenaje (**drain**) (**D**), mientras que el extremo inferior del mismo material se conecta por medio de contacto óhmico a la terminal llamada la fuente (**source**) (**S**).

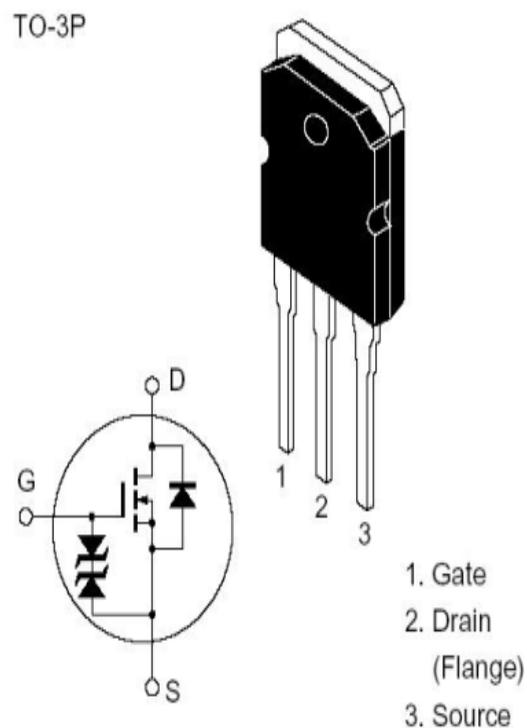
Los dos materiales tipo p se encuentran conectados juntos y al mismo tiempo hacia la terminal de compuerta (**gate**) (**Q**). Por tanto, esencialmente el drenaje y la fuente se conectan en esencia a los extremos del canal tipo n y la compuerta, a las dos capas del material **tipo p**.

En ausencia de cualquiera de los potenciales aplicados, el JFET tiene dos uniones p-n bajo condiciones sin polarización. El resultado es una región de agotamiento en cada unión, como se ilustra en la figura anterior, que se parece a la misma región de un diodo bajo condiciones sin polarización. Recuérdese también que una región de agotamiento es aquella región carente de portadores libres y por lo tanto incapaces de permitir la conducción a través de la región.

Este tipo de transistores permiten que los módulos de control puedan controlar cada vez mas circuitos con alta corriente, a este efecto se le denomina ganancia, en el momento de diagnostico de uno de estos componentes podemos encontrar que no existe caída de tensión en la excitación de su base. Presentando generalmente voltajes cercanos a 5V a través siempre de una resistencia.

El principal de estos transistores se denomina **MOSFET** **M**: Metal **O**: Oxido **S**: Semiconductor.

En la grafica inferior se puede apreciar la presentación comercial de unos de estos transistores en ella se puede apreciar la denominación de sus terminales y también su configuración externa donde es importante recalcar la característica de compuerta Aislada, el encapsulado en el caso Automotriz es tipo **To 220 – 200 – 2P – 3P**



(Fig. 43) Fuente: CISE Electronics.

Pero las diferencias principales se generan en cuánto a poder de conmutación en donde este tipo de transistores puede tener mayor ganancia en la tabla inferior se presenta una especificación general para este tipo de transistor. Es importante observar por ejemplo el valor de corriente máximo y pulsante entre Drain – Source, y el voltaje máximo soportado en estos terminales.

Item		Symbol	Ratings	Unit
Drain to source voltage	2SK1517	$V_{DSS}$	450	V
	2SK1518		500	
Gate to source voltage		$V_{GSS}$	$\pm 30$	V
Drain current		$I_D$	20	A
Drain peak current		$I_{D(pulse)}^{*1}$	80	A
Body to drain diode reverse drain current		$I_{DR}$	20	A
Channel dissipation		$P_{ch}^{*2}$	120	W
Channel temperature		$T_{ch}$	150	$^{\circ}C$
Storage temperature		$T_{stg}$	-55 to +150	$^{\circ}C$

Notes: 1.  $PW \leq 10 \mu s$ , duty cycle  $\leq 1\%$

2. Value at  $T_c = 25^{\circ}C$

En el valor de corriente se encuentra que en condiciones normales puede comandar 20 A y en conmutación pulsante llegaría hasta 80 A y en el Voltaje D – S sin problemas 450 V con lo cual un sistema de

encendido podría ser activado por este componente, en la grafica de los terminales se puede apreciar que el montaje del componente es superficial SMD.

## **2. Circuito Inversor para el Sistema de Aire Acondicionado.**

Dadas las condiciones de operación del motor de combustión en este vehículo Híbrido, existen momentos en los cuales el vehículo está en marcha y el motor detenido. En ese momento no se podría seleccionar el sistema de Aire Acondicionado, puesto que simplemente el compresor no tendría como moverse. Los primeros modelos de Toyota Prius (2003 por ejemplo), no podían apagar el motor de combustión interna si el Aire Acondicionado estaba seleccionado.

Para darle solución a este problema se creó un mecanismo de Aire Acondicionado que usa un motor eléctrico Trifásico que es manejado a frecuencia variable para las diferentes condiciones de enfriamiento. Este sistema permite por ejemplo que con el auto detenido y el motor parado se tenga refrigeración Acondicionada en la cabina de pasajeros.

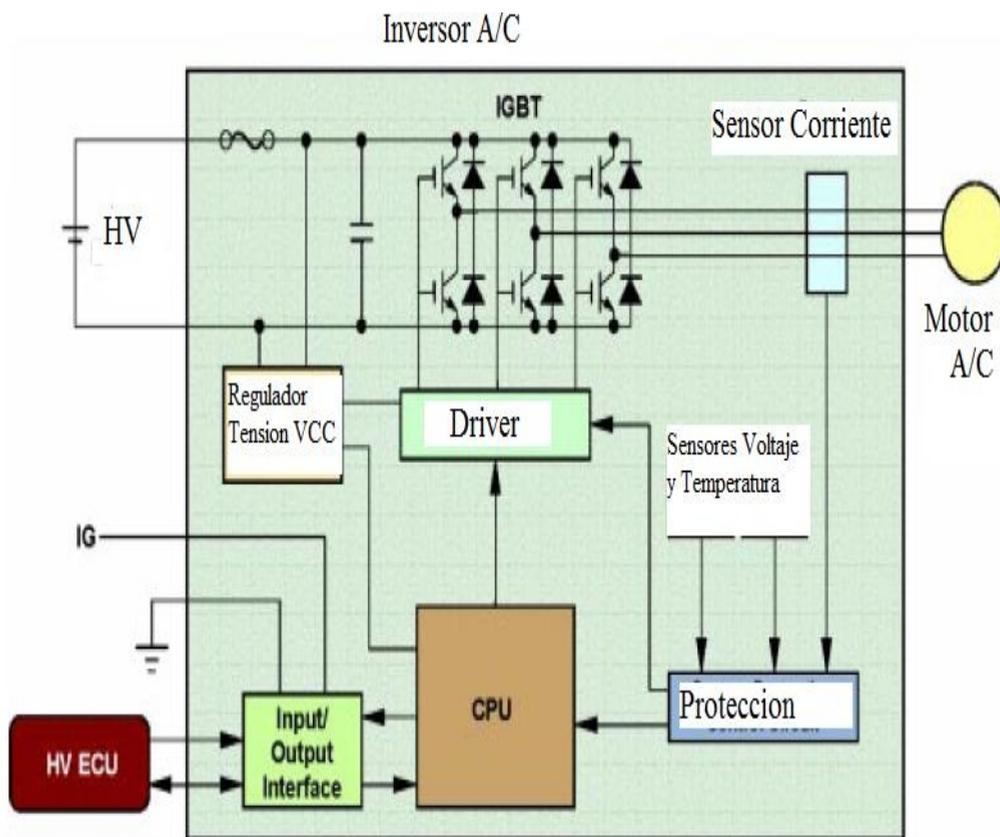
Para la operación del motor, se utiliza un sistema Inversor similar al utilizado para la operación de los Moto generadores MG; con la diferencia que en este caso no se requiere una etapa de recarga, ni modulo IPM. Puesto que este trabaja con la tensión de la batería HV de 220 V.

El sistema de control está dispuesto por la ECU del sistema Híbrido y para su operación el sistema evalúa parámetros importantes como la

tensión, la temperatura y la corriente.

En la etapa de potencia se utilizan unos transistores del tipo IGBT. En la imagen inferior se muestra el circuito de operación de este Inversor para el Aire Acondicionado

**Fig Esquema para el funcionamiento del Motor de Aire Acondicionado**



**(Fig. 44) Fuente: CISE Electronics.**

Este sistema cuenta con una unidad de Procesamiento Interno CPU, la cual es capaz de evaluar TEMPERATURA, CORRIENTE Y VOLTAJE a través de tres elementos sensores mostrados en la

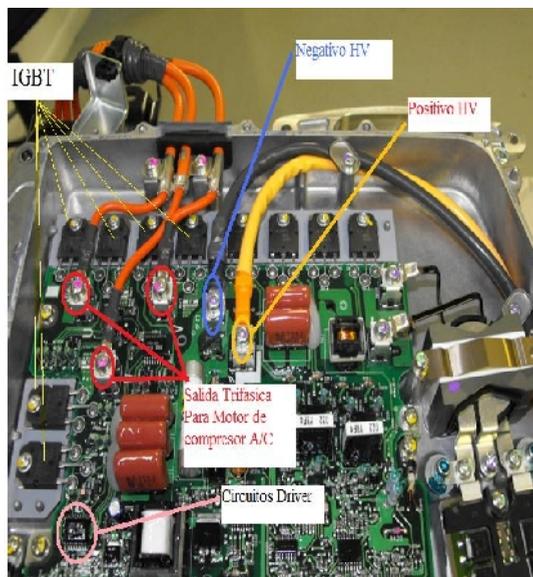
grafica.

Para operar los IGBT utiliza un integrado Driver, y para poder operar requiere un regulador especial de tensión VCC (Voltaje Alimentación Electrónica) , este modulo no es solamente Potencia, involucra un procesamiento de datos y requiere una comunicación permanente con la ECU del sistema Hibrido.. Para esto utiliza una interface que maneja el nivel de tensión de la batería de 12 V, y la CPU maneja el nivel de tensión de la batería de 206 V (HV). Estos dos niveles de tensión no guardan relación con masa, es decir la masa de la batería 12V no es la misma que la masa de 206 V HV.

La imagen inferior muestra la ubicación de estos componentes en el circuito electrónico real.

### Fig Identificación de los Componentes del sistema electronico

#### Inversor



(Fig. 45) Fuente: CISE Electronics.

La etapa de potencia está dispuesta por un tipo especial de transistores denominados IGBT los cuales tiene gran capacidad de conmutación y tecnología de Avanzada, para el caso de este circuito se utiliza la Referencia TOSHIBA G30J324 Canal N , la especificación de este componente se muestra a continuación.

### Especificaciones a 25 Grados Centigrados

Characteristics	Symbol	Rating	Unit	
Collector-emitter voltage	$V_{CES}$	600	V	
Gate-emitter voltage	$V_{GES}$	$\pm 20$	V	
Collector current	DC	$I_C$	30	A
	1 ms	$I_{CP}$	60	
Emitter-collector forward current	DC	$I_F$	30	A
	1 ms	$I_{FM}$	60	
Collector power dissipation ( $T_c = 25^\circ\text{C}$ )	$P_C$	170	W	
Junction temperature	$T_j$	150	$^\circ\text{C}$	
Storage temperature range	$T_{sig}$	-55 to 150	$^\circ\text{C}$	

(Fig. 46) Fuente: CISE Electronics.

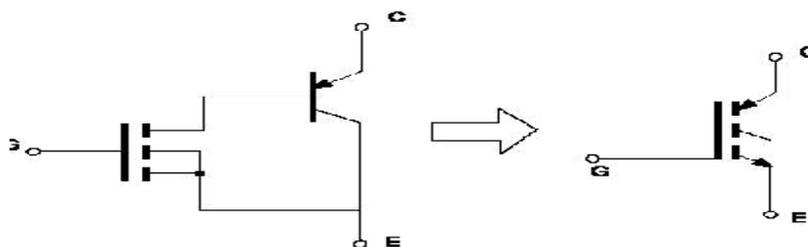
### 3. FUNCIONAMIENTO DE TRANSISTORES IGBT

En el caso de la excitación de este transistor se utiliza una compuerta aislada tipo MOSFET con lo cual se controla la conmutación por voltaje y no por corriente llevando esto mucha eficiencia a la llave electrónica.

En el caso de la llave electrónica se usa un transistor BIPOPOLAR con lo que se gana conmutación sin el valor de resistencia descrito en los transistores Mosfet, este valor de resistencia presentaría un aumento en la caída de tensión a medida que aumente la corriente, mientras que en un Bipolar la caída de tensión es constante independiente de cuanta corriente conmute así que se vuelve en una unión perfecta de dos tipos de transistores en un solo encapsulado.

Como se trata de una activación por medio de un Mosfet se tendrá Gate en la excitación, y como se tiene un bipolar en la llave electrónica ahí se tendrá Colector para la fuente y Emisor para el circuito a conmutar, en la grafica se puede apreciar este arreglo.

**Fig Esquema del transistor IGBT**



**(Fig. 47) Fuente: CISE Electronics.**

Es importante apreciar que aunque la corriente continua es de 16 A, la corriente máxima pulsante es de 58 A, en el caso automotriz la mayoría de consumos altos (Casos PCM), se da por corriente que pulsan a alta frecuencia.

El siguiente recuadro provee un resumen de funciones importantes en cada elemento de control, a manera de resumen específico de funciones.

<p>Control de la ECU de control HV</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La ECU de control HV controla el estado de carga de la batería HV, MG1, MG2, motor y control de freno regenerativo. Estos factores se determinan por la posición del cambio, la posición del pedal del acelerador y la velocidad del vehículo.</li> <li>• La ECU de control HV supervisa el estado de carga y la temperatura de la batería</li> <li>• HV, MG1 y MG2 para optimizar el control de estos elementos.</li> <li>• Cuando la posición de cambio es N, la ECU de control HV detiene el control para detener eléctricamente el MG1 y MG2.</li> <li>• Si no hay tracción en las ruedas motrices, la ECU de control HV activa la función de control de la tracción del motor que limita la</li> </ul>
--	--

	<p>rotación de MG2 para proteger la unidad del engranaje planetario y evitar que MG1 genere demasiada electricidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para proteger el circuito de las Altas tensiones y asegurar la fiabilidad del cierre, la ECU de control HV realiza un control SMR con 3 relés para conectar y cerrar el circuito de alta tensión.</li> </ul>
Control de IECM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ECM recibe el valor de solicitud de alimentación y las revoluciones deseadas de la ECU de control HV; además, controla el sistema ETCS-i, el volumen de inyección de combustible, el ajuste del encendido y el sistema VVT-i.</li> </ul>
Control del inversor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo con las señales recibidas de la ECU de control HV, el inversor convierte la corriente continua (batería HV) en corriente alterna (MG1 y MG2) o viceversa. Además, el inversor suministra AC (MG1) al AC (MG2). Sin embargo, cuando el MG1 suministra electricidad a MG2, ésta se convierte</li> </ul>

	<p>en DC dentro del inversor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La ECU de control HV envía la señal al transistor de potencia dentro del inversor para cambiar la fase U, V y W del MG1 y MG2 y así activarlos.</li> <li>• La ECU de control HV se cierra si se produce un recalentamiento, una sobrecarga de corriente o una señal de tensión defectuosa en el inversor.</li> </ul>
Control del convertidor elevador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De acuerdo con las señales que emite la ECU de control HV, el convertidor elevador aumenta la tensión nominal de DC en 201.6V (para batería HV) hasta una tensión máxima de DC de 500V.</li> <li>• El inversor convierte la tensión</li> <li>• Máxima AC de 500V generada por MG1 y MG2 en corriente continua y el convertidor elevado reduce la corriente continua a 201.6V DC (para batería HV) según las señales de la ECU de control HV.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El convertidor DC /DC reduce la tensión nominal de 201.6V DC hasta 12V DC para suministrar electricidad a los componentes eléctricos de la carrocería, así como para recargar la</li> </ul>

Control del convertidor	<p>batería auxiliar (12VDC).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El convertido mantiene una tensión constante en los terminales de la batería auxiliar</li> </ul>
Control principal de MG1 y MG2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MG1, girado por el motor, genera electricidad de alta tensión (máximo de 500V AC) para accionar el MG2 y cargar la batería HV. De la misma manera, actúa como motor de arranque para encender el motor.</li> <li>• MG2 proporciona principalmente electricidad adicional al motor para aumentar la fuerza motriz en conjunto. Durante el frenado, o cuando el pedal del acelerador no está pisado, genera electricidad para recargar la batería HV (sistema de freno regenerativo).</li> <li>• Los sensores de velocidad detectan la velocidad y la posición de MG1 y MG2; además, envían los datos a la ECU de control HV.</li> </ul>
Diagnósticos	<p>Cuando la ECU de control HV detecta una avería, diagnostica y almacena Los valores referentes al fallo.</p>
Función a prueba de fallos	<p>Cuando la ECU de control HV detecta una avería, detiene o controla el</p>
Convertidor DC/DC	<p>Disminuye la tensión nominal de</p>

	201.6V DC hasta 12V DC para Suministrar alimentación eléctrica a los componentes eléctricos de la batería,
Inversor del A/C	Convierte la tensión nominal de la batería HV de 201.6V DC a 201.6V AC y suministra electricidad al compresor del inversor eléctrico del sistema de A/C.
Control del inversor del A/C	El inversor de A/C convierte la tensión nominal de la batería HV de 201.6 DC a 201.6V AC y suministra electricidad al compresor eléctrico del sistema de A/C.
SMR(relé principal del sistema)	Conecta y desconecta el circuito de alta tensión entre la batería y el conjunto del inversor mediante la utilización de un señal proveniente de la ECU de control de HV.

### 5.6.1. Consideraciones Generales de la Propuesta

- Para facilidad de la aplicación de la propuesta que se pone a consideración unidades las cuales abarca actividades de conocimiento del sistema inversor del vehículo híbrido Toyota Prius 2010 para mejorar la enseñanza.
- Las actividades pueden ser incluidas en el plan de clase y se encuentran sujetas a modificaciones de acuerdo al grupo de estudiantes o las distintas situaciones donde se desarrolle el proceso educativo.

- Es necesario el compromiso por parte de los docentes en la aplicación de las distintas unidades que deben ser realizados con seriedad, responsabilidad y armonía.

## **5.7. Impactos**

### **5.7.1 IMPACTOS SOCIAL**

Con la ejecución del proyecto se tendrá la oportunidad de adquirir el modulo para reforzar sus conocimientos prácticos con la teoría.

Con la existencia de este modulo, se estimula el mejoramiento de la calidad de enseñanza de los ingenieros y educandos por cuanto se incrementara el interés de aprendizaje

### **5.7.2. IMPACTOS EDUCATIVO**

En el ámbito educativo, la universidad el modulo didáctico tendrá un impacto positivo por cuanto los estudiantes tendrán a su alcance información que genera mayor conocimiento y la oportunidad de aplicarlos en vehículos híbridos que dispongan de un sistema inversor.

## **5.8. Difusión por intermedio de los canales de comunicación, la docencia y la Vinculacion con la comunidad (cursos)**

La difusión del modulo es una opción para la comunidad educativa del norte del país y para los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica del Norte de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

## 5.9. IDENTIFICACION DE LAS FOTOS DEL SISTEMA INVERSOR DEL TOYOTA PRIUS 2010

**Fig. TOYOTA PRIUS HIBRIDO 2010**



**(Fig. 48) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**



(Fig. 49) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.

**Fig. RETIRAR EL SWICH DE SALIDA DE CORRIENTE DE LA BATERIA DE ALTA TENSION**



(Fig. 50) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.

**Fig. DESMONTAJE DEL SISTEMA INVERSOR**



**(Fig. 51) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**

**FIG. EXTRAYENDO LOS PERNOS DE LA TAPA DE SEGURIDAD DEL INVERSOR**



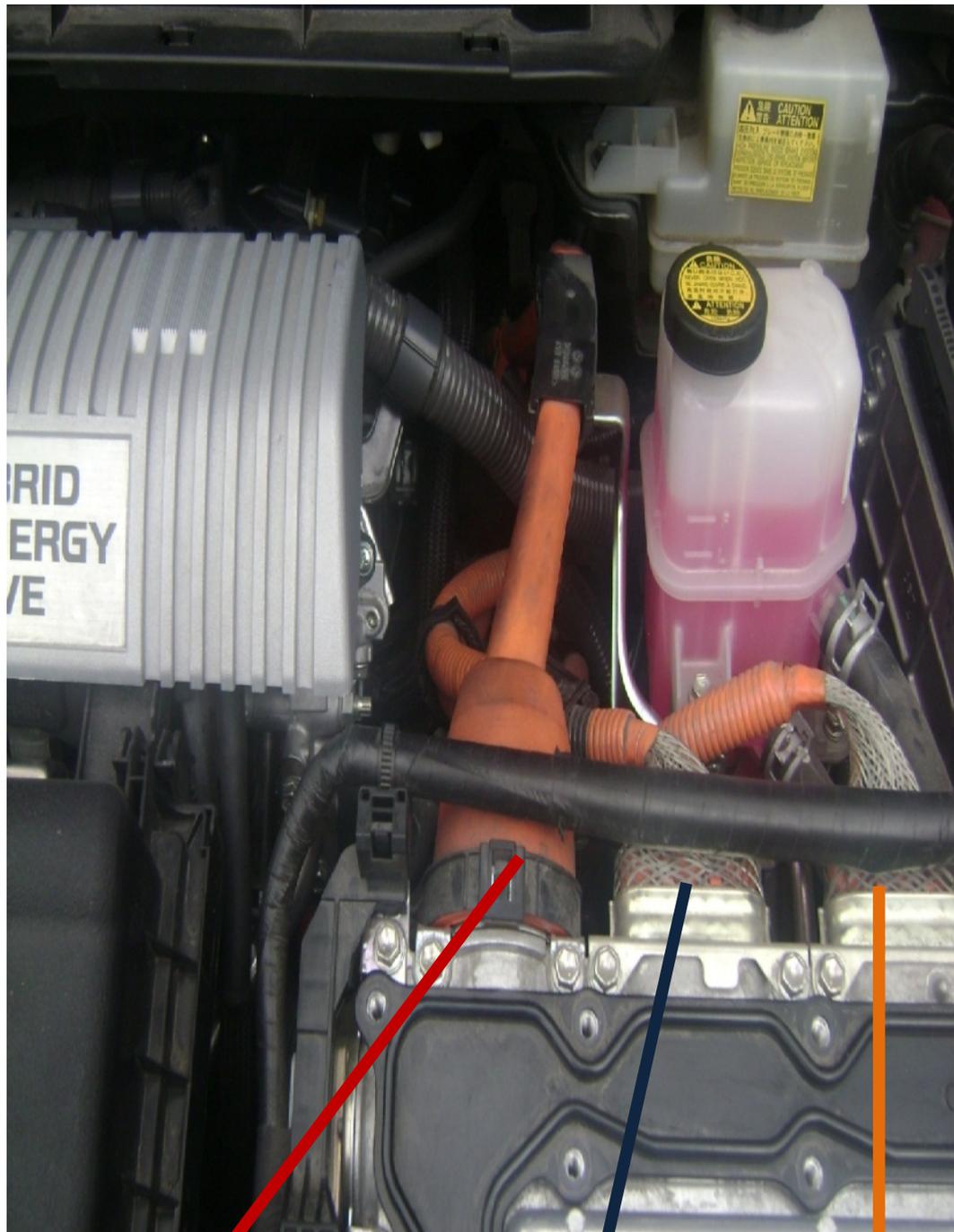
**(Fig. 52) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**

**FIG. CONTACTOS DE SALIDA DE MG1 Y MG2**



**(Fig. 53) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**

(Fig. 54) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.



CABLE DE ALTA TENSION DE LA BATERIA DE 210V

CABLE PARA MG2

CABLE PARA MG1

**SWICH DE PASO DE  
CORRIENTE DEL  
SISTEMA INVERSOR**



**(Fig. 55) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**

**FIG. MONTAJE DE LA TAPA DEL SISTEMA INVERSOR TOYOTA  
PRIUS2010**



**(Fig. 56) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**

**FIG. AJUSTE DE LOS PERNOS DE LA TAPA DE SEGURIDAD DEL SISTEMA INVERSOR**



**(Fig. 57) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**



**RELAY PRINCIPAL DEL  
SISTEMA INVERSOR**

**(Fig. 58) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.**



**DEPOSITO DEL REFRIGERANTE**

**REFRIGERANTE DEL SISTEMA INVERSOR**



(Fig. 59) FUENTE: BARRERA G. CANACUAN L.

## **5.9. Bibliografía**

1. MANUAL DE LA TOYOTA, “Transeje Y Transmisiones Automáticas”, Toyota Motor Corporación
2. DORSEY John, “Sistemas De Control Continuos Y Discretos, Diseño Implementación”, editorial McGraw Hill, México 2004
3. PALCACIOS, LOPEZ, “Micro controlador Pic16f84 Desarrollo De Proyectos”. Editorial alfa omega segunda edición. México 2006
4. VARIOS, “Automatización Y Control Practicas De Laboratorio”. Editorial McGraw Hill, México 2004
5. MANUAL DE LA TOYOTA, “Embrague, Transeje Y Transmisión ”Toyota Motor Corporación”
6. MANUAL TECNICO DE SERVICIO, Toyota 2010
7. FILER, LEINONEN “Programmable Controllers Using And Control
8. Logics” editorial Pretince Hall united estates of America 2002.

## **Lincongrafia**

9. [http://www.geocities.com/micros\\_uan/cap11.html](http://www.geocities.com/micros_uan/cap11.html)(Arquitectura Harvady Von Neuman)
10. <http://www.autorneto.com/referencia/ciencia/maquinado-engranaje> -  
recto

**11.** <http://www.alos.5u.com/indexpic877.htm> ( pic 16F877A)

**12.** CiseElectrónica–JoseM.Bustillo3243–(1406)CapitalFederal–  
BuenosAires–Argentina

**13.** CiseElectronicsCorp.12920SW128thStreet–Suite4–Miami,Florida  
33186–USA(786)293-1094

**14.** <http://www.cise.com>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Matriz de coherencia

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
¿De qué manera los docentes de la universidad técnica del norte manejan la enseñanza del sistema inversor del Toyota Prius estudiantes de Ing. en Mantenimiento automotriz?	“Elaboración de un módulo y modelo didáctico para la enseñanza, acerca del sistema inversor del vehículo Toyota Prius”.
<b>SUB PROBLEMAS - INTERROGANTES</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>
¿Que tipo de bibliografía existe acerca del sistema inversor de vehículo Toyota Prius?  ¿Que finalidad se busca al elaborar el modulo didáctico para la enseñanza del sistema inversor del vehiculo toyota prius ?  ¿Cómo se elaborar un modulo de enseñanza didactico?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación bibliográfica acerca del funcionamiento y mantenimiento del inversor del vehículo Toyota Prius.</li><li>• Presentar un modelo didáctico real del Sistema Inversor del vehículo Toyota Prius el cual quedará en los talleres de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Técnica del Norte.</li><li>• Elaborar un modulo didáctico acerca del funcionamiento y mantenimiento del Sistema inversor del vehículo Toyota Prius.</li></ul>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	<b>100284123-5</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	<b>BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO</b>		
<b>DIRECCIÓN:</b>	<b>COTACACHI CALLE SALINAS Y 24 DE MAYO</b>		
<b>EMAIL:</b>	<b>guillo_a_v@hotmail.com</b>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	<b>062915558</b>	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	<b>094192130</b>

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	<b>“ELABORACION DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS”</b>
<b>AUTOR (ES):</b>	<b>BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO</b>
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	<b>2012-03-26</b>
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	<b>Ingeniero en la Especialidad en Mantenimiento Automotriz.</b>
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	<b>Ing: Edgar Mena</b>

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO, con cédula de identidad Nro. 100284123-5, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de abril del 2012

**EL AUTOR:**

**ACEPTACIÓN:**

(Firma).....

(Firma)

Nombre: BARRERA ANDRADE LUIS GULLERMO  
C.C.: **100284123-5**

Nombre: **XIMENA VALLEJO**  
Cargo: **JEFE DE BIBLIOTECA**

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO, con cédula de identidad Nro.100284123-5 , manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: ““ELABORACION DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma) .....

Nombre: BARRERA ANDRADE LUIS GUILLERMO

Cédula: **100284123-5**

Ibarra, a los 09 días del mes de abril del 2012



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100243405-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	CANACUÁN CANO LUIS CARLOS		
<b>DIRECCIÓN:</b>	IBARRA – SAN MARTIN		
<b>EMAIL:</b>	oraty_cc23@hotmail.es		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062958-269	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	092458019

<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“ELABORACION DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS”
<b>AUTOR (ES):</b>	CANACUÁN CANO LUIS CARLOS
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2012-03-26
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en la Especialidad en Mantenimiento Automotriz.
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing: Edgar Mena

## 5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, CANACUÁN CANO LUIS CARLOS , con cédula de identidad Nro.100243405-6, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## 6. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular del derecho patrimonial, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de ABRIL del 2012

### EL AUTOR:

(Firma).....  
(Firma).....  
Nombre: CANACUÁN CANO LUIS CARLOS  
C.C.: 100243405-6

### ACEPTACIÓN:

Nombre: XIMENA VALLEJO  
Cargo: JEFE DE BIBLIOTECA

Facultado por resolución de Consejo Universitario \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, CANACUÁN CANO LUIS CARLOS, con cédula de identidad Nro.100243405-6 , manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “ELABORACION DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA, ACERCA DEL SISTEMA INVERSOR DEL VEHICULO TOYOTA PRIUS”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma) .....  
Nombre: CANACUÁN CANO LUIS CARLOS  
Cédula: **100243405-6**

Ibarra, a los 09 días del mes de abril del 2012