



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

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

**TEMA: “INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN
DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS
HÍBRIDOS”**

**AUTORES: BRIAN DANIEL VÉLEZ SALAZAR
OSWALDO LEONEL CAIZA CAIZA**

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO

LATACUNGA

2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, **“INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** realizado por los señores **BRIAN DANIEL VÉLEZ SALAZAR y OSWALDO LEONEL CAIZA CAIZA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **BRIAN DANIEL VÉLEZ SALAZAR y OSWALDO LEONEL CAIZA CAIZA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 11 de Diciembre del 2017



Washington Germán Erazo Laverde
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **BRIAN DANIEL VÉLEZ SALAZAR**, con cédula de ciudadanía N°0502476963 y **OSWALDO LEONEL CAIZA CAIZA** con cédula de ciudadanía N°1723670194, declaro que este trabajo de titulación **“INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 11 de Diciembre del 2017

Brian Daniel Vélez Salazar
C.C.: 0502476963

Oswaldo Leonel Caiza Caiza
C.C.: 1723670194



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **OSWALDO LEONEL CAIZA CAIZA** y **BRIAN DANIEL VÉLEZ SALAZAR** autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en el repositorio institucional el trabajo de titulación “**INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 11 de Diciembre del 2017

Brian Daniel Vélez Salazar
C.C.: 0502476963

Oswaldo Leonel Caiza Caiza
C.C.: 1723670194

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la sabiduría necesaria para saber qué camino elegir y llevarme siempre a lo mejor para mí y mi familia, por darme la salud y las fuerzas para no bajar los brazos en ningún instante de mi vida.

A mis Padres

Por nunca dejarme solo en cada uno de mis días, por ayudarme y brindarme su apoyo incondicional sin importar la situación que se presente

A mi hermano

Por ser mi ejemplo a seguir, por darme una buena imagen de la vida y de lo bueno que se puede llegar a conseguir con esfuerzo y sacrificio además de ser mi amigo incondicional.

A mis abuelitos

A mi abuelita por ayudarme con sus consejos y su experiencia para poder superar los obstáculos que la vida me ha puesto y a mi abuelito que a pesar de estar arriba junto a Dios ha sabido llenarme de valor en todas las situaciones

A mi Hija

Al motor de mi vida, al regalo más grande que Dios me pudo haber enviado, por ser la razón para ser cada día mejor y brindarme la valentía para salir adelante a pesar de las dificultades.

Brian Daniel Vélez Salazar

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios agradeciéndole infinitamente por cuidarme y darme las bendiciones suficientes cada día, que gracias a su luz pudo darme la fortaleza de lograr una de mis metas tan anheladas que es llegar a culminar una etapa profesional en esta bella ciudad de Latacunga.

A mis padres Guadalupe Caiza y Oswaldo Caiza por su amor incondicional en especial a mi Mami por ser la persona que influyo en mi ese ejemplo de seguir adelante y que siempre ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, le agradezco a Dios por aun tenerla a mi lado ya que es el ser que más quiero en este mundo.

A mi abuelita Ernestina Zúñiga (+) que a pesar de no estar presente físicamente ha sido el ángel que me ha cuidado dentro y fuera de mi hogar, porque siempre he sentido su presencia en todo momento.

Oswaldo Leonel Caiza Caiza

AGRADECIMIENTO

Por sobre todas las cosas agradezco a Dios por darme la vida y la salud para poder llegar a este momento

A mis padres Samuel Vélez Barrera y Sylvia Susana Salazar E. por haberme brindado el estudio que es la herencia más grande que me pueden dejar y compartir su amor durante este tiempo.

A mi hermano Jonathan Samuel Vélez Salazar por ser mi amigo en cada momento de mi vida, haberme escuchado en momentos difíciles y haberme alentado en los momentos de éxito.

A mi abuelito José Vicente Salazar Tapia (+) que a pesar de su ausencia física ha sabido llenar la familia de bendiciones para salir adelante.

A mi hija Valentina Monserrath Vélez Reinoso que llegó como un ángel a mi vida a llenarla de bendiciones y por enseñarme a ser una mejor persona para mí y para los demás.

A mi compañera de vida Daniela Reinoso Pérez que ha sido un apoyo en momentos difíciles y ha sabido llenarme de valentía para afrontar las dificultades.

A mi mejor amigo Jaime Alejandro Solórzano Armijos (+) por ser mi compañero de vida durante muchos años y enseñarme que la vida es hermosa a pesar de las dificultades que esta te dé.

A los Ingenieros Germán Erazo, José Quiroz y Alex Cevallos por compartir sus conocimientos en esta etapa de estudio y además por ser grandes amigos que aportaron a llegar a este punto.

Y por último a mi compañero de tesis Leonel Caiza por haber sido un amigo incondicional y compartir gratos momentos durante este periodo de estudios.

Brian Daniel Vélez Salazar

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente al Ing. Germán Erazo quien gracias a su apoyo ha sabido guiarme y compartir sus conocimientos durante mi etapa estudiantil.

Al Ing. José Quiroz e Ing. Alex Cevallos quienes compartieron sus conocimientos y además supieron ser mis amigos durante mi estadía en la carrera.

Al Ing. Oswaldo Jácome agradecer por sus consejos y enseñanzas a su vez inculcarme el valor de las cosas, sabiendo enfocar la humildad supo guiarme en algunas ocasiones.

Agradezco a mis amigos Rubén Durán, Fabián Aguagallo, Cristian Taco, Jonathan Morales, Carlos Morales, José Cando (+), por su amistad y los excelentes momentos de compañerismo en la carrera.

Un agradecimiento personal a Daniel Vélez y a su hijita Valentina por ser los promotores de mi proyecto de grado y a su vez mis mejores amigos.

Finalmente agradezco a mi culta barra Automotriz por darme un motivo más para ser el mejor en cada momento que he podido representarla y gritar sus colores eternamente en varias ocasiones.

Oswaldo Leonel Caiza Caiza

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I	1
MARCO METODOLÓGICO DE LA “INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR - PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”	1
1. Generalidades.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Descripción resumida del proyecto	3
1.4. Justificación e importancia	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo general.....	5
1.5.2. Objetivos específicos	5

1.6. Metas	5
1.7. Hipótesis	6
1.8. Variables de la investigación.....	6
1.8.1. Variable independiente.	6
1.8.2. Variable dependiente.	6
1.8.3. Operacionalización de variables.	7
1.9. Metodología de desarrollo del proyecto.	8
2. CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Matriz energética	13
2.2. Vehículos híbridos	13
2.3. Sistema inversor de un vehículo híbrido	14
2.4. Sistema propulsor de un vehículo híbrido	19
2.4.1. Moto-generadores.....	20
2.5. Clasificación de los vehículos híbridos	21
2.5.1. Híbridos en serie.....	21
2.5.2. Híbridos en paralelo.....	22
2.5.3. Híbridos mixtos	23
2.6. Conector tapón de servicio – jumper de seguridad.....	24
2.7. Figuras de Lissajous	25
2.8. Generación y análisis de curvas fundamentales.....	26
2.8.1. Circuito Abierto	26
2.8.2. Circuito en Corto	27
2.8.3. Firmas básicas.....	28
2.8.4. Resistencia.	28
2.8.5. Capacitor.....	29
2.8.6. Bobina.....	29

2.8.7. Diodo.....	30
2.8.8. Diodo Zéner	30
2.8.9. Transistores.	31
2.9. Mediciones de frecuencia y fase con el modo x-y.....	32
2.10. Tipos de mediciones	33
2.10.1. Medición pasiva	34
2.11. Análisis de curvas de tensión y corriente	34
2.12. Despliegue de voltaje contra corriente en dispositivos de dos terminales.....	35
2.13. Generación de corriente alterna para el control de motores generadores.	39
CAPÍTULO III.....	41
DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO.....	41
3.1. Descripción de FADOS9F1.....	41
3.1.1. Pruebas en componentes electrónicos bajo test FADOS9F1	43
3.1.2. Pantalla de almacenamiento de imágenes bajo test y creación de base de datos.	44
3.2. Equipamiento FADOS9F1.....	46
3.3. Instalación.....	47
3.4. Proceso de armado y desarmado de los inversores de Toyota Highlander y Prius.	49
3.4.1. Desarmado de los inversores	50
3.5. Partes del inversor.....	56
3.6. Armado de los inversores	59
CAPÍTULO IV	65
ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN COMPONENTES DE UN INVERSOR.....	65

4.1. Elevador de tensión (BOOSTER)	65
4.1.1. Reactor	68
4.1.2. Condensador (paralelo a la batería HV).....	69
4.1.3. Resistencia	72
4.1.4. Capacitor (A la salida del BOOSTER)	74
4.1.5. Módulo IPM.....	77
4.2. Generador de corriente alterna para los motogeneradores (inversor) ..	80
4.3. Convertidor DC/DC	106
4.3.1. Circuito de alta tensión	107
4.4.2. Circuito de baja tensión.....	115
4.5. Motogenerador.....	122
CAPÍTULO V	129
MARCO ADMINISTRATIVO.....	129
5.1. Factibilidad de la investigación	129
5.2. Recursos materiales.....	129
5.2.1. Talento humano	129
5.2.2. Recursos financieros	130
5.3. Título de la propuesta.....	131
5.3.1.Estructura de la propuesta	132
5.4. Desarrollo de la propuesta	132
5.4.1.Influencia socioeconómica de la propuesta	132
CONCLUSIONES	135
RECOMENDACIONES.....	137
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	139
Bibliografía.....	139
ANEXOS.....	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente.....	7
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente.....	7
Tabla 3. Métodos	10
Tabla 4. Especificaciones Técnicas de FADOS9F1.....	42
Tabla 5. Descripción de iconos pertenecientes a pantalla de detección de fallas bajo test.	44
Tabla 6. Descripción de iconos pertenecientes al panel de almacenamiento de datos	46
Tabla 7. División de conjuntos para inversor Toyota Highlander	49
Tabla 8. División de conjuntos para inversor Toyota Prius	49
Tabla 9. Desarmado del conjunto A del inversor Toyota Highlander	50
Tabla 10. Desarmado del conjunto B del inversor Toyota Highlander	52
Tabla 11. Desarmado del conjunto A del inversor Toyota Prius	53
Tabla 12. Desarmado del conjunto B del inversor Toyota Prius	54
Tabla 13. Partes del inversor Toyota Highlander.....	57
Tabla 14. Partes del inversor Toyota Prius.....	58
Tabla 15. Armado del conjunto B del inversor Toyota Highlander	59
Tabla 16. Armado del conjunto A del inversor Toyota Highlander	61
Tabla 17. Armado del conjunto A del inversor Toyota Prius	62
Tabla 18. Armado del conjunto B del inversor Toyota Prius	62
Tabla 19. Figuras de Lissajous del reactor	68
Tabla 20. Figuras de Lissajous del condensador.....	70
Tabla 21. Figuras de Lissajous del condensador.....	71
Tabla 22. Figuras de Lissajous de la resistencia	73
Tabla 23. Figuras de Lissajous del capacitor.....	74
Tabla 24. Figuras de Lissajous del capacitor.....	76
Tabla 25. Figuras de Lissajous del IPM.....	78
Tabla 26. Inversor para MG3 Toyota Highlander	84
Tabla 27. Figuras de Lissajous para el inversor de MG1 y MG2 Toyota Highlander.....	89
Tabla 28. Figuras de Lissajous del inversor para MG1 y MG2 del Toyota Prius.....	98

Tabla 29. Circuito interno del transistor.	109
Tabla 30. Figuras de Lissajous del circuito de alta tensión conversor DC/DC Toyota Highlander.	110
Tabla 31. Simbología y composición interna del conjunto de diodos.....	117
Tabla 32. Figuras de Lissajous del circuito de baja tensión del inversor Toyota Highlander.....	117
Tabla 33. Figuras de Lissajous de los sensores de un motogenerador.....	104
Tabla 34. Figuras de Lissajous del bobinado del motogenerador.....	105
Tabla 35. Recursos Materiales	129
Tabla 36. Talento humano	130
Tabla 37. Gastos de materiales de tipo mecánico, electrónico.	130
Tabla 38. Gastos de equipos tecnológicos	131
Tabla 39. Cálculo de la V.A.N y T.I.R	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama causa y efecto.	2
Figura 3. Inversor del Toyota Prius	15
Figura 4. Diagrama del Sistema Inversor.....	16
Figura 5. Topología del inversor de impulso conmutado	17
Figura 6. Inversor de fuente Z para aplicaciones de celdas de combustible.17	
Figura 7. Topología del inversor Boost diferencial con una sola fuente.....	18
Figura 8. Aumento la topología del inversor con múltiples entradas.....	19
Figura 9. Motogenerador Lexus RX 450h	19
Figura 12. Híbridos mixtos.	24
Figura 13. Jumper de seguridad Toyota Prius	25
Figura 14. Generación de figuras de Lissajous.....	26
Figura 15. Figura de Lissajous circuito abierto.....	27
Figura 16. Figura de Lissajous circuito en corto.....	27
Figura 17. Curvas o firmas básicas.....	28
Figura 18. Curvas o firmas básicas de una resistencia.....	29
Figura 19. Curvas o firmas básicas de un capacitor.	29
Figura 20. Curvas o firmas básicas de una bobina.	30
Figura 21. Curvas o firmas básicas de un Diodo.	30
Figura 22. Curvas o firmas básicas de un Diodo zéner.	31
Figura 23. Transistor.....	31
Figura 24. Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor NPN.....	32
Figura 25. Conexiones para medir una frecuencia desconocida comparándola con una frecuencia conocida.....	32
Figura 26. Figuras de Lissajous obtenidas al medir frecuencia y fase.....	33
Figura 27. Analizador de pruebas de voltaje-corriente.....	34
Figura 28. Análisis de curvas de tensión y corriente de una resistencia bajo test.	35
Figura 29. Medición de las características V-I de diodos con osciloscopio en entrada de una terminal y en modo X-Y.	37
Figura 30. Conjunto de pruebas para componentes en y fuera de circuitos.39	
Figura 31. Fase de los motogeneradores A.....	40
Figura 32. Fase de los motogeneradores B.....	40

Figura 33. Equipo FADOS9F1	41
Figura 34. Iconos de pantalla de detección de fallas	43
Figura 35. Panel de almacenamiento de datos.....	45
Figura 36. Kit FADOS9F1	47
Figura 37. Controles de cd FADOS9F1	47
Figura 38.FADOS9F1 SETUP	48
Figura 39. Icono de Inicio FADOS9F1	48
Figura 40. Ventana de diagnóstico por imagen FADOS9F1	49
Figura 41.Despiece inversor Toyota Highlander.....	56
Figura 42. Despiece inversor Toyota Prius	58
Figura 44. Circuito Booster	66
Figura 45. Circuito Booster enviando voltaje al inversor	67
Figura 46. Circuito Booster recibiendo voltaje del inversor	68
Figura 47. Esquema eléctrico de un IPM	77
Figura 48. Circuito inversor etapa A.....	81
Figura 49. Circuito inversor etapa B.....	82
Figura 50. Circuito inversor recibiendo tensión del generador.....	83
Figura 51. Circuito de alta tensión conversor DC/DC	107
Figura 52. Circuito de alta tensión conversor DC/DC en semiciclo A	108
Figura 53. Circuito de alta tensión conversor DC/DC en semiciclo B	109
Figura 54. Circuito de baja tensión conversor DC/DC	116
Figura 55. Circuito de alta tensión conversor DC/DC rectificando la onda	116
Figura 56. Motogenerador	123

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1) Ecuación de corriente inversa de saturación	36
Ecuación (2) Ecuación de valor actual neto	133
Ecuación (3) Ecuación de la tasa de interés	134

RESUMEN

En el trabajo de investigación se analizó bibliografía adecuada de manuales técnicos, artículos y tesis para el desarrollo y el uso de equipamiento adecuado enfocado al diagnóstico por imagen para el grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido, tomando en cuenta que primero se realizó un estudio de los componentes y circuitos equivalentes de los inversores Toyota Prius, Highlander y un motogenerador Lexus RX 450h, seguidamente se analizó de forma teórica acerca de los diagramas Lissajous y su finalidad de interpretación en componentes electrónicos o firmas básicas que se presentan como resistencia, capacitor, bobina, diodo, circuito abierto y cerrado, después se incorporó un análisis minucioso del uso de software y hardware especializado que es un equipo exclusivamente para pruebas de componente eléctricos y circuitos bajo test que se emplea para verificar el estado óptimo o defectuoso de los mismos. La obtención de los diagramas Lissajous es una alternativa de diagnóstico confiable y versátil en el campo automotriz ya que existen componentes que se encuentran encapsulados e internamente poseen circuitería que no se puede observar a simple vista. Mediante un software adecuado para pruebas bajo test se puede desarrollar una base de datos de imágenes de componentes a los cuales se pueden comparar durante un mantenimiento correctivo del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido que posea las mismas características y marca, de esta manera se puede emplear las comparaciones obtenidas para un mejor análisis de los circuitos internos verificando el tipo de imagen que se debería generar en óptima condición de funcionamiento.

PALABRAS CLAVE:

- **VEHÍCULOS HÍBRIDOS**
- **VEHÍCULOS - DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES**
- **DIAGRAMAS LISSAJOUS**

ABSTRACT

In the research work, an adequate bibliography of technical manuals, articles and theses was analyzed for the development and use of adequate equipment focused on diagnostic imaging for the inverter - propellant group of a hybrid vehicle, taking into account that a study was first carried out. of the components and equivalent circuits of the Toyota Prius, Highlander inverters and a Lexus RX 450h motor generator, theoretically analyzed the Lissajous diagrams and their purpose of interpretation in electronic components or basic signatures that are presented as resistance, capacitor, coil, diode, open and closed circuit, then a meticulous analysis of the use of software and specialized hardware that is a device exclusively for electrical component tests and circuits under test that is used to verify the optimal or defective state of the same. Obtaining Lissajous diagrams is a reliable and versatile diagnostic alternative in the automotive field since there are components that are encapsulated and internally have circuitry that can not be seen with the naked eye. Through a software suitable for tests under test can develop a database of images of components which can be compared during a corrective maintenance of the inverter-propellant group of a hybrid vehicle that has the same characteristics and brand, in this way You can use the obtained comparisons for a better analysis of the internal circuits, verifying the type of image that should be generated in optimal operating condition.

KEYWORDS

- **INVERTER - PROPELLER**
- **LISSAJOUS.**
- **IMAGE.**

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO DE LA “INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR - PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”

En este capítulo se especifica el problema de investigación, antecedentes, justificación y los objetivos a ser desarrollados, al analizar el diagnóstico por imágenes conocido en el ámbito de la electrónica automotriz como una aplicación para la verificación de componentes bajo el uso de curvas características, su aportación es definida como un método de diagnóstico de circuitos eléctricos para vehículos gasolina, diésel, híbridos y electrónicos.

1. Generalidades

1.1. Antecedentes

Según (Augeri, 2015) “Es posible ahora diagnosticar cualquier componente, circuito eléctrico o electrónico con un método llamado diagnóstico por Imágenes.

El sistema llamado diagnóstico por imágenes permite al técnico automotriz realizar diagnóstico de componentes e identificando los componentes fallados, como así también todo tipo de sensores y actuadores sin la necesidad del desmontaje de los mismos.

El sistema de diagnóstico por imágenes conocido en el ámbito de la electrónica como diagnóstico de componentes bajo el uso de curvas características, es ahora introducido como método de diagnóstico de circuitos electrónicos automotrices en forma integral.

Los desarrollos abarcan sensores, actuadores diversos, módulos de control de gasolina y diésel, componentes enmascarados, partes internas de inversores de vehículos híbridos, redes can, y todo lo imaginable.”

Al encontrar cada vez más aplicaciones para el método de diagnóstico por imágenes se puede llegar a usarlo en los novedosos vehículos híbridos

cuyos componentes pueden presentar averías que pueden ser halladas de maneras más rápida y eficiente

Solo en los Estados Unidos las industrias automotrices ya ofrecen más de 40 modelos para el 2017. Los vehículos híbridos al empezar su desarrollo en el año de 1992 iniciaron una gran competencia con los vehículos de combustión interna, siendo la Toyota la primera empresa que lanzó al mercado en 1998 su modelo Prius y que en la actualidad constituye uno de los modelos más vendidos en el mundo.

La oferta se ha ido ampliando, llegando hoy en día a muchos modelos tanto híbridos como eléctricos.

1.2. Planteamiento del problema

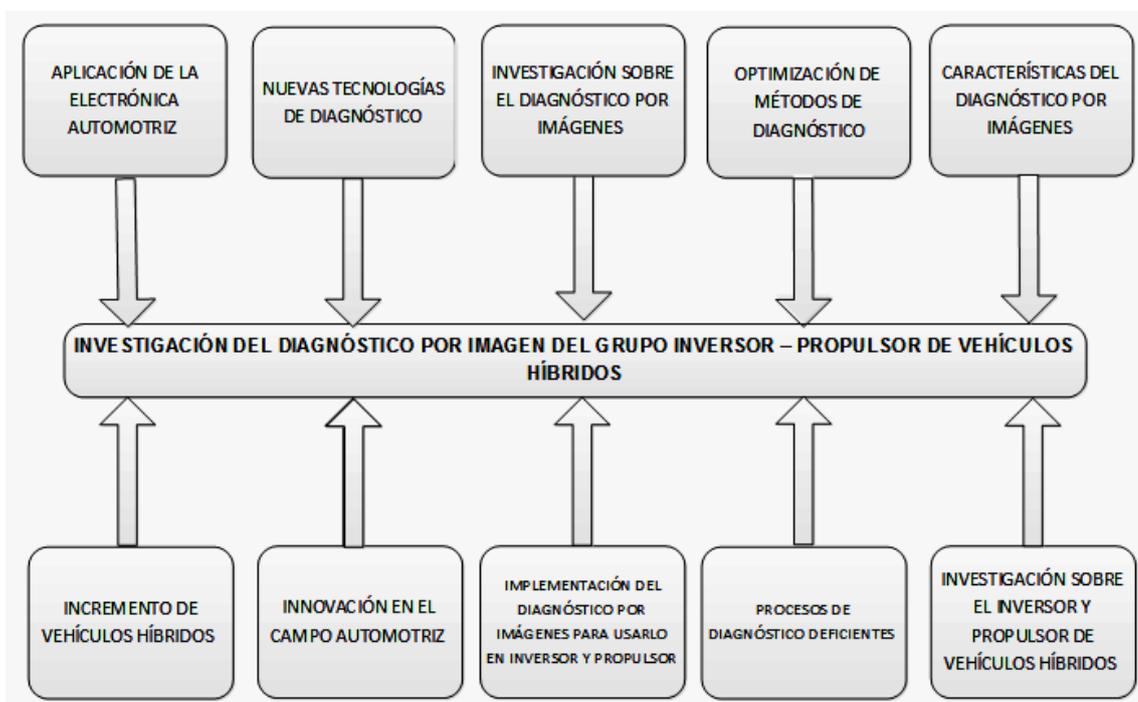


Figura 1. Diagrama causa y efecto.

El motivo de la investigación es el incremento de vehículos híbridos en la innovación del campo automotriz, que influirá a la implementación de un nuevo método de testeo para usarlo en el grupo inversor propulsor donde la aplicación de la electrónica automotriz para las nuevas tecnologías de diagnóstico enfocan su investigación sobre las figuras de Lissajous, logrando

a través de este método una optimización en la solución de problemas en los sistemas del vehículo.

Por lo que de acuerdo a esta problemática se estableció un proceso de diagnóstico de los elementos de control electrónico en el conjunto inversor -propulsor que permita al profesional de la industria automotriz verificar el estado de dichos elementos en base a la generación e interpretación de curvas características.

1.3. Descripción resumida del proyecto

La "Investigación del diagnóstico por imagen del grupo inversor - propulsor de vehículos híbridos" señaló las siguientes consideraciones:

Se recopiló información únicamente de fuentes bibliográficas confiables como tesis, manuales técnicos y libros relacionados a la temática.

Se seleccionó el conjunto inversor de un Toyota Prius y Toyota Highlander para la ejecución del diagnóstico por imagen.

Se realizó el proceso de armado y desarmado del conjunto inversor del Toyota Prius y Toyota Highlander identificando sus componentes internos.

Se obtuvo imágenes y curvas características de los componentes electrónicos del sistema inversor - propulsor para detección de patrones de control.

Se comparó las imágenes de las curvas generadas en componentes electrónicos en mal estado y buen estado del grupo inversor - propulsor.

Se simuló los diagramas eléctricos necesarios del grupo inversor - propulsor mediante el uso del software Livewire, lo cual dio paso a identificar y caracterizar los diferentes componentes electrónicos.

Se analizó los datos obtenidos para generar un registro mediante el diagnóstico por imágenes de los diferentes componentes del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.

1.4. Justificación e importancia

La industria automotriz se ha ido actualizando considerablemente con la finalidad de mejorar su eficiencia y disminuir la contaminación ambiental, debido a esto se generó la necesidad de construir vehículos que no usen el 100% del tiempo la combustión interna implementando así motores eléctricos a la par con los motores convencionales llegando así a los vehículos híbridos .

(Guangaje, Murillo & Erazo, 2016) A medida que la tecnología avanza en el campo automotriz se ve la necesidad de investigar nuevos métodos de diagnóstico que estén acorde a las nuevas tecnologías para dar un diagnóstico sofisticado y preciso en electrónica automotriz.

(Barros, 2015) Dada la reducida información disponible en las bibliografías y medios escritos acerca del funcionamiento del inversor del vehículo híbrido Prius. Se ha decidido realizar un trabajo de carácter investigativos con procedimientos de medición prácticos y así poder determinar los parámetros de funcionamiento y determinar un procedimiento para realizar diagnósticos y averías de carácter pedagógico.

El grupo inversor propulsor de un vehículo híbrido posee elementos y circuitos de corriente de alta tensión que pueden llegar a estar en mal estado, es por ello que se realizó un diagnóstico por imágenes para comprobar su funcionamiento óptimo.

La investigación generó una alternativa de diagnóstico versátil para los componentes existentes en el grupo inversor - propulsor, difundiendo así la utilización de energías renovables no contaminantes mediante los vehículos híbridos y enchufables.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Investigar los patrones de imágenes de circuitos electrónicos de control para optimizar el diagnóstico del conjunto inversor-propulsor de los vehículos híbridos.

1.5.2. Objetivos específicos

- Recopilar información únicamente de fuentes bibliográficas confiables como tesis, manuales técnicos y libros relacionados a la temática.
- Seleccionar el conjunto inversor de un Toyota Prius y Toyota Highlander para la ejecución del diagnóstico por imagen.
- Realizar el proceso de armado y desarmado del conjunto inversor del Toyota Prius y Toyota Highlander identificando sus componentes internos.
- Obtener imágenes y curvas características de los componentes electrónicos del sistema inversor - propulsor para detección de patrones de control.
- Comparar las imágenes de las curva generadas en componentes electrónicos en mal estado y buen estado del grupo inversor - propulsor.
- Simular los diagramas eléctricos necesarios del grupo inversor - propulsor mediante el uso del software Livewire, lo cual dio paso a identificar y caracterizar los diferentes componentes electrónicos.
- Analizar los datos obtenidos para generar un registro mediante el diagnóstico por imágenes de los diferentes componentes del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.

1.6. Metas

- Diagnosticar con un 95% de eficacia el sistema híbrido a has del uso de imágenes.

- Establecer un proceso de diagnóstico por imagen en el conjunto inversor- propulsor de un vehículo híbrido con la asistencia de un analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente.
- Generar un documento científico enfocado en la base de imágenes patrón en condiciones normales de funcionamiento y con averías del conjunto inversor- generador para lograr desarrollar el diagnóstico eficiente.

1.7. Hipótesis

- ¿El proceso de diagnóstico por imagen permitirá verificar el estado de los componentes electrónicos del conjunto inversor-generador con precisión?

1.8. Variables de la investigación.

La identificación de variables, se enfoca en la verificación de indicadores que se utilizaron en la investigación categorizando las técnicas e instrumentos.

1.8.1. Variable independiente.

Diagnóstico por imágenes

1.8.2. Variable dependiente.

Conjunto inversor-propulsor

1.8.3. Operacionalización de variables.

a. Variable independiente

Tabla 1

Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categorías	Indicadores	Técnica	Instrumentos
Son curvas características almacenadas en una base de datos para ser comparadas con imágenes generadas de circuitos electrónicos de igual característica.	Académico Tecnológico	Porcentaje de semejanza en componentes inductivos.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
	Académico Tecnológico	Porcentaje de semejanza en componentes resistivos.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
	Académico Tecnológico	Porcentaje de semejanza en componentes semiconductores.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
	Académico Tecnológico	Porcentaje de semejanza en componentes capacitivos.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación

b. Variable dependiente

Tabla 2

Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Pruebas que se realizan para verificar el estado de los componentes que forman parte de un sistema.	Académico Tecnológico	Circuito Electrónico Corriente de Alta Tensión de 500 V AC.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
	Académico Tecnológico	Circuito Electrónico Corriente de Alta Tensión Amplificador de 201,6 V DC	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación

CONTINÚA



Trifásica a 500 V VAC.			
Académico Tecnológico	Circuito Electrónico Corriente de Alta Tensión Convertidor de 201,6 V DC que entrega a la batería de HV en 201,6 V AC trifásica.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
Académico Tecnológico	Circuito Electrónico Corriente de Alta Tensión Convertidor de 201,6 V DC en 12 V DC para recargar la batería de 12 V.	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
Académico Tecnológico	Generador Eléctrico de 220 V (MG1).	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación
Académico Tecnológico	Motor Eléctrico de 220 V (MG2).	Medición Experimentación	Guías Protocolos Pruebas Ecuación

1.9. Metodología de desarrollo del proyecto.

Método Inductivo

Este método permitió que en el diagnóstico por imágenes del grupo propulsor – inversor de un vehículo híbrido, se interpretaron las características que posee la investigación en el proceso de generación de curvas voltaje - corriente a través de equipos de tecnología de punta para establecer una base de datos de imágenes y patrones que normalmente se encuentran en un diagnóstico de este tipo, así como también el tratamiento de las variables de investigación con el objetivo de obtener conclusiones finales del tema mencionado anteriormente.

Método Deductivo

Deductivo porque se comparó las curvas voltaje - corriente características de los componentes en buen estado del grupo inversor – propulsor, se estableció conclusiones implícitas referente al diagnóstico de vehículos híbridos para su comprobación y funcionamiento óptimo determinando la diferencia con la curva obtenida del componente bajo test.

Método Analítico

Por medio de este método se determinó comparaciones de valores estableciendo la diferencia de fase de dos ondas sinusoidales, para realizarlo se toma a consideración parámetros como la frecuencia en las que se producen estas gráficas. Las ondas sinusoidales obtenidas mediante un osciloscopio generan finalmente una figura resultante que es un patrón de Lissajous que puede considerarse estable o inestable dependiendo del diagnóstico final de los componentes del grupo inversor – propulsor de un vehículo híbrido.

Método experimental.

Experimental debido a que la obtención de curvas voltaje-corriente se realizó con un interface de obtención de imágenes de traza de curvas, y la factibilidad de realizar un complemento como lo es un equipo analizador osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje, que ayudó a determinar parámetros finales de diagnóstico inversor – propulsor de un vehículo híbrido obteniendo finalmente una base de datos de imagen patrón.

Métodos de Medición

Es importante diferenciar entre la medición activa y la pasiva al momento de realizar el diagnóstico ya que son diferentes procedimientos que se deben seguir. El equipo de medición en circuitos electrónicos se utilizó para crear estímulos y medir el comportamiento de un componente o circuito bajo prueba. Este método se establece gracias a los equipos automotrices actuales de medición.

Método de matematización.

Debido a que los parámetros de información de diagnóstico por imagen de los componentes electrónicos, se comparó con fórmulas matemáticas ya que las ondas son sinusoidales a una diferente frecuencia, estos parámetros sirvieron para la formación de gráfica de la característica voltaje-corriente.

Tabla 3

Métodos

Táctica/Método	Descripción	Instrumento/Equipo	Laboratorio
Método Inductivo	Este método permitió que en el diagnóstico por imágenes del grupo propulsor – inversor de un vehículo híbrido, se interpretaron las características que posee la investigación en el proceso de generación de curvas voltaje - corriente a través de equipos de tecnología de punta para establecer una base de datos de imágenes y patrones que normalmente se encuentran en un diagnóstico de este tipo, así como también el tratamiento de las variables de investigación con el objetivo de obtener conclusiones finales del tema mencionado anteriormente.	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota Highlander • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. • Hardware FADOS • Software FADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método Deductivo	Deductivo porque se comparó las curvas voltaje - corriente características de los componentes en buen estado del grupo inversor – propulsor, se estableció conclusiones implícitas referente al diagnóstico de vehículos híbridos para su comprobación y funcionamiento óptimo determinando la diferencia con la curva obtenida del componente bajo test.	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota Highlander • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. • Hardware FADOS • Software FADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método Analítico	Por medio de este método se determinó comparaciones de valores estableciendo la diferencia de fase de dos	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica

CONTINÚA



	<p>ondas sinusoidales, para realizarlo se toma a consideración parámetros como la frecuencia en las que se producen estas gráficas. Las ondas sinusoidales obtenidas mediante un osciloscopio generan finalmente una figura resultante que es un patrón de Lissajous que puede considerarse estable o inestable dependiendo del diagnóstico final de los componentes del grupo inversor – propulsor de un vehículo híbrido.</p>	<p>Highlander</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. • Hardware FADOS • Software FADOS 	
Método experimental.	<p>Experimental debido a que la obtención de curvas voltaje-corriente se realizó con un interface de obtención de imágenes de traza de curvas, y la factibilidad de realizar un complemento como lo es un equipo analizador osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje, que ayudó a determinar parámetros finales de diagnóstico inversor – propulsor de un vehículo híbrido obteniendo finalmente una base de datos de imagen patrón.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota Highlander • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. • Hardware FADOS • Software FADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método de Medición	<p>Es importante diferenciar entre la medición activa y la pasiva al momento de realizar el diagnóstico ya que son diferentes procedimientos que se deben seguir. El equipo de medición en circuitos electrónicos se utilizó para crear estímulos y medir el comportamiento de un componente o circuito bajo prueba. Este método se establece gracias a los equipos automotrices actuales de medición.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota Highlander • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. • Hardware FADOS • Software FADOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica
Método de matematización.	<p>Debido a que los parámetros de información de diagnóstico por imagen de los componentes electrónicos, se comparó con fórmulas matemáticas ya que las ondas son sinusoidales a una diferente frecuencia, estos parámetros sirvieron para la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor - Toyota Prius. • Inversor - Toyota Highlander • Computador Portátil • Osciloscopio Automotriz. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Autotrónica

formación de gráfica de la • Hardware FADOS
característica voltaje-corriente. • Software FADOS

Conclusiones del capítulo

- Se denotó el proceso a realizar del diagnóstico por imagen del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.
- Se proyectó el marco metodológico para la investigación del proyecto.
- Se detalló el método de investigación para el procedimiento de obtención de imágenes Lissajous.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se recopila la información únicamente de fuentes bibliográficas confiables como tesis, manuales técnicos y libros relacionados a las figuras de Lissajous y diagnóstico por imagen orientado exclusivamente al grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.

2.1. Matriz energética

(Abril, 2016) manifiesta que "Uno de los objetivos más ambiciosos del actual régimen fue la transformación de la matriz energética de Ecuador, que busca disminuir el consumo de productos derivados de petróleo, tener un sistema eléctrico más limpio, eficiente, confiable, y a apuntalar el cambio de la matriz productiva del país.

Con este horizonte, el gobierno planificó la construcción de ocho proyectos hidroeléctricos a nivel nacional. Coca Codo Sinclair, Sopladora, Manduriacu, Delsintanisagua, Minas-San Francisco, Mazar-Dudas, Quijos y Toachi-Pilatón son megaproyectos que permitirán mejorar la matriz energética aprovechando los recursos hídricos del país andino y que beneficiarán a más de 15 millones de ecuatorianos."

2.2. Vehículos híbridos

(Augeri, 2011) menciona que "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 tecnologías alternativas, que permitan mejorar las condiciones de propulsión del vehículo reduciendo los contaminantes.

Dentro de las más novedosas tecnologías se encuentran la de 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 existirá 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 híbrido 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 de sistema"

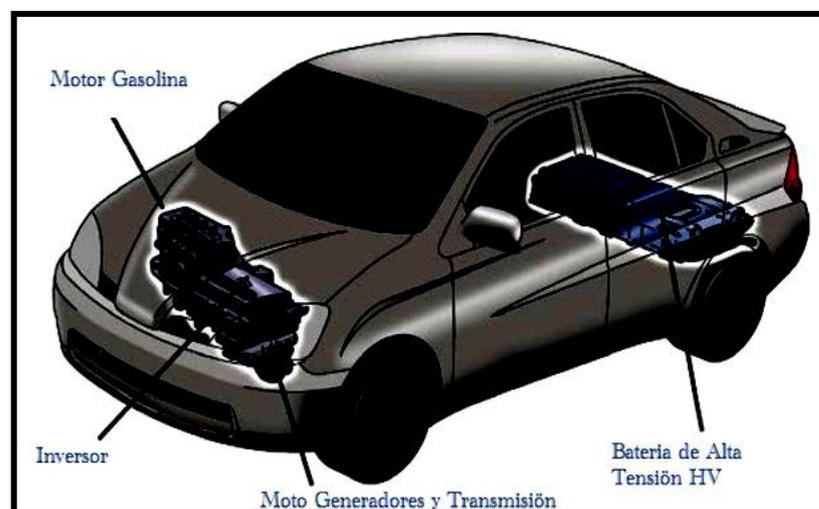


Figura 2. Componentes del sistema híbrido.

Fuente: (Augeri, 2011)

2.3. Sistema inversor de un vehículo híbrido

(Calle, 2012) manifiesta que "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. El 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. El inversor se encarga de las siguientes funciones:

- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua que entrega la batería en 201,6 voltios de corriente trifásica (corriente alterna). Luego multiplica los 201,6 voltios en 500 voltios de corriente alterna trifásica, para alimentar el motor eléctrico y el generador.
- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua en 201,6 voltios de corriente alterna para el compresor eléctrico del aire acondicionado.
- Convertir los 201,6 voltios de corriente continua en 12 voltios de corriente continua y 100 amperios para recargar la batería normal de 12 voltios y alimentar al circuito normal del vehículo (luces, audio, ventiladores, etc.).
- 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 V DC aproximadamente y mediante un circuito de potencia genera una corriente alterna en tres fases que permita el movimiento de los motores eléctricos.
- Permitir el movimiento del Moto Generador 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" (p.46).



Figura 2. Inversor del Toyota Prius

([TOYOTA], 2011) Este convertidor de elevación de tensión aumenta la tensión nominal de 201,6 V CC, que sale de la batería HV, a 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 (p.45).

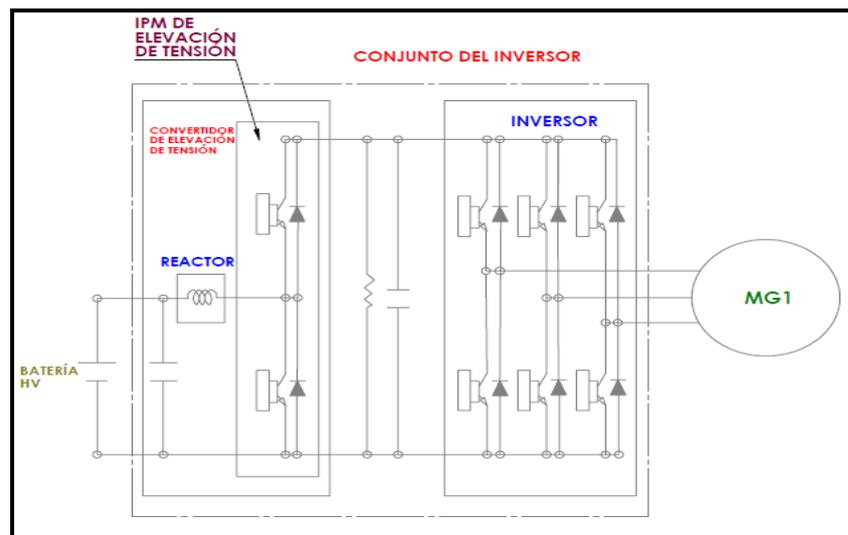


Figura 3. Diagrama del Sistema Inversor

(Das, Tan, & Yatim, 2017) Varias opciones para inversores están disponibles para potencia de una etapa de conversión, tales como inversores de fuente de tensión (VSI), fuente de corriente Inversores (CSI), inversores de impulso conmutados (SBI) Inversores de fuente Z (ZSI) Y de velocidad Diferencial (DABI). VSI y CSI tienen varias Limitaciones, por lo que no son adecuados para ciertos tipos de aplicaciones (p. 281).

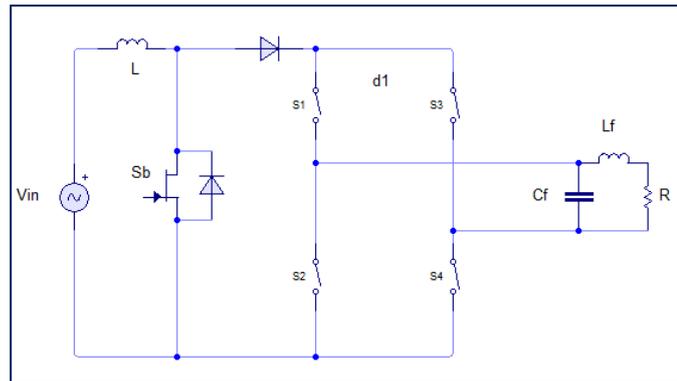


Figura 4. Topología del inversor de impulso conmutado

Por ejemplo, VSI no puede aumentar el nivel de voltaje de salida de CA, y CSI No puede bajar el nivel de voltaje, por lo tanto para el amplio rango de voltaje en sus aplicaciones, no pueden funcionar de forma independiente. Además, son no intercambiable y el ruido EMI Afecta ambos convertidores de forma vulnerable. Los dispositivos de conmutación y el motor conectados a VSI o CSI poseen una relación de velocidad de potencia constante del motor (p. 281).

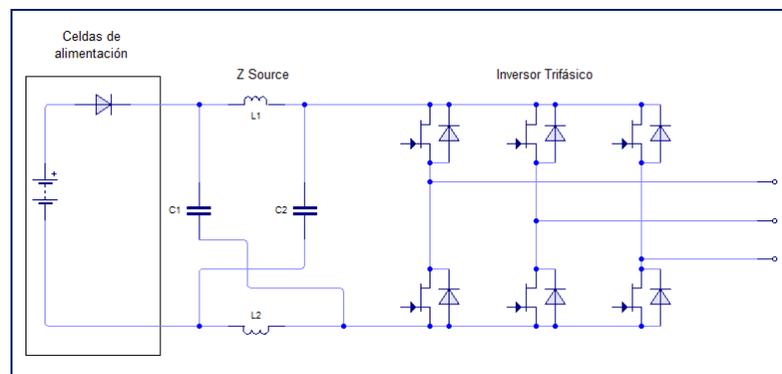


Figura 5. Inversor de fuente Z para aplicaciones de celdas de combustible.

Otro tipo de inversor es el inversor de impulso conmutado (SBI) que Utiliza un sistema de inversión potenciado DC-DC. Aunque puede actuar como un inversor de impulso de etapa única. El SBI tiene dos partes: el impulso de parte del inversor y la parte de refuerzo que consiste en un inductor y / o un interruptor y un diodo que aumenta el nivel de voltaje de CC

y entonces el inversor de puente completo que convierte la tensión de CC en corriente alterna (p. 281).

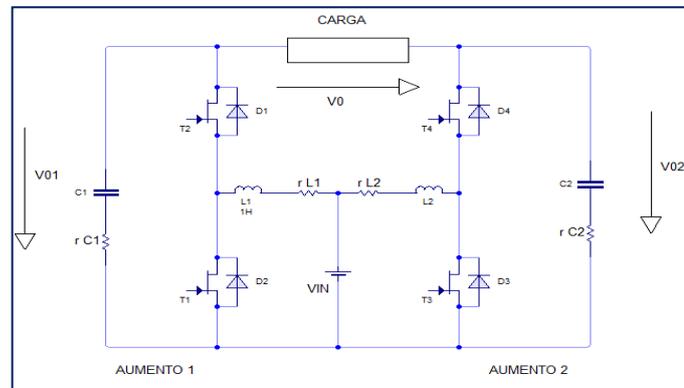


Figura 6. Topología del inversor Boost diferencial con una sola fuente

(Das, Tan, & Yatim, 2017) Una estrategia de control de bucle dual para la batería de la pila de combustible Híbrido basado en la topología DBI (Velocidad Diferencial). La topología muestra que la pila de combustible está conectada directamente al impulso que genera el inversor; Y para soportar la dinámica lenta, se conecta una unidad de respaldo al bus DC no regulado. El almacenamiento de la batería de respaldo está interconectado con un convertidor DC-DC bidireccional controlado en modo de corriente para facilitar la carga y descarga de la batería. El inversor de potencia se construye conectando dos convertidores de impulso en serie con carga. Cada convertidor de impulso genera un voltaje CA polarizado unipolar a Salida con cambio de fase de 180° (p. 281).

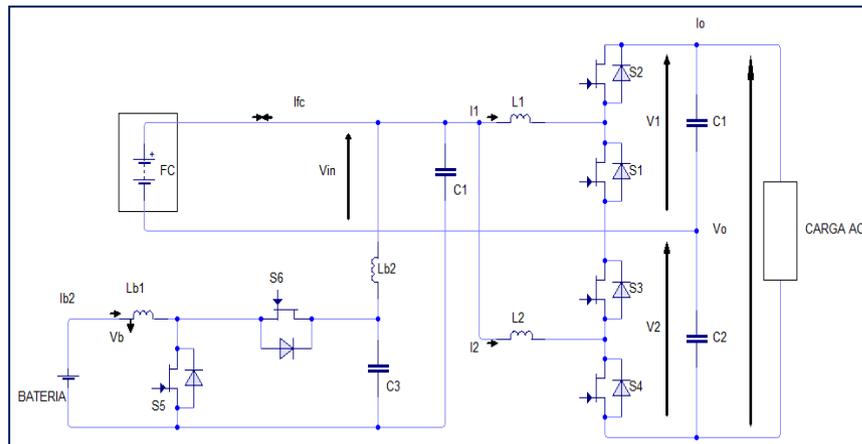


Figura 7. Aumento la topología del inversor con múltiples entradas.

2.4. Sistema propulsor de un vehículo híbrido

(Dani, 2014) Toyota denomina a la transmisión utilizada en el Prius como “Power Split Device”. Esta transmisión no tiene una caja de cambios convencional con distintos engranajes, ni una caja automática de variador continuo con correa. Este vehículo dispone de un "engranaje planetario" para transmitir el movimiento a las ruedas. No tener una caja de cambio normal aporta ventajas notables y especialmente necesarias en un coche como éste: menos peso, más espacio y menos pérdidas por rozamiento.



Figura 8. Motogenerador Lexus RX 450h

2.4.1. Moto-generadores

(Gordillo, 2014) plantea que " Los moto-generadores son motores eléctricos trifásicos de imán permanente que trabajan con un voltaje nominal de 650 V y sus ventajas dentro del vehículo híbrido son su compacidad, su fácil refrigeración, su bajo mantenimiento , su baja sonoridad tal como lo indican los catálogos Toyota; también tienen desventajas como su posibilidad de desmagnetización, riesgo de averías en el inversor, su limitada entrega de par a alta velocidad y por supuesto su alto costo en caso de avería y requiera ser reemplazado, estos motores son parte fundamental para que el sistema híbrido del Toyota Prius funcione" (p.37).



Figura 11. Moto generadores

Fuente: (Gordillo, 2014)

a) MG1

(Gordillo, 2014) describe que " A pesar de que el moto-generador MG1 tiene su principal función de generar corriente alterna (AC) trifásica para recargar la batería HV; tiene también funciones como dar energía al moto generador MG2 como apoyo y reemplazar el motor de arranque para encender el motor de combustión interna" (p.37).

b) MG2

(Gordillo, 2014) define que " El moto-generator MG2 es más conocido como motor eléctrico por generar propulsión al vehículo de forma eléctrica hasta 50 km/h o ayudar al motor de combustión interna para alcanzar 100 km/h en 10.9 segundos; también tiene funciones de generador eléctrico al momento de frenadas y desaceleraciones y aportando a la carga de la batería HV, este moto generador tiene una potencia máxima de 60 kW y un par máximo de 207 Nm pero acoplado al reductor de velocidad (mencionado anteriormente) este se eleva a 546 Nm; 146 Nm más que el Moto-generator incluido en la anterior versión del Toyota Prius el cual entregaba 400 Nm" (p.38).

2.5. Clasificación de los vehículos híbridos

([FITSA], 2007) "El funcionamiento de un vehículo híbrido se basa en la combinación de dos tipos de motores, uno eléctrico y otro convencional o de combustión interna, a través de un sofisticado sistema de control híbrido y de un paquete de baterías. En general, un vehículo híbrido funciona como uno convencional al que se le ha unido un motor eléctrico cuya misión es bien ayudar al motor de combustión cuando se precise una mayor potencia o bien impulsar él solo al vehículo, con el motor de combustión desconectado, cuando la potencia requerida sea pequeña, por ejemplo en condiciones favorables de conducción. Los vehículos híbridos se clasifican en tres tipos atendiendo al modo en que se conectan ambos motores: híbridos en serie, híbridos en paralelo e híbridos mixtos" (p.7).

2.5.1. Híbridos en serie

([FITSA], 2007) "En los híbridos en serie el vehículo es impulsado enteramente por el motor eléctrico gracias a la electricidad suministrada por el motor de combustión, el cual arrastra a su vez un generador eléctrico. La batería actúa por lo tanto como acumulador de la electricidad (energía) sobrante y, cuando está cargada, permite la desconexión temporal del motor de combustión, de forma que el vehículo puede impulsarse

momentáneamente de manera totalmente eléctrica. Los flujos energéticos característicos de la configuración en serie son los siguientes:

- a) El motor de combustión, a través del generador, puede alimentar al motor eléctrico y también cargar la batería.
- b) La batería puede alimentar al motor eléctrico pero también, gracias a la capacidad de éste de actuar como freno regenerativo, el motor eléctrico puede, a su vez, recargar la batería. El frenado regenerativo consiste en decelerar el vehículo no del modo convencional basado en el rozamiento de las pastillas contra los discos de freno, sino invirtiendo el funcionamiento del motor eléctrico y haciéndolo funcionar como un generador de electricidad. Una analogía puede servir para explicar el concepto de freno regenerativo: del mismo modo que un ventilador emplea electricidad para hacer girar sus aspas mientras que un aerogenerador utiliza el viento para obtener electricidad, un motor eléctrico en un automóvil puede emplear electricidad para impulsarlo o bien utilizar dicho impulso para generar electricidad" (p.8).

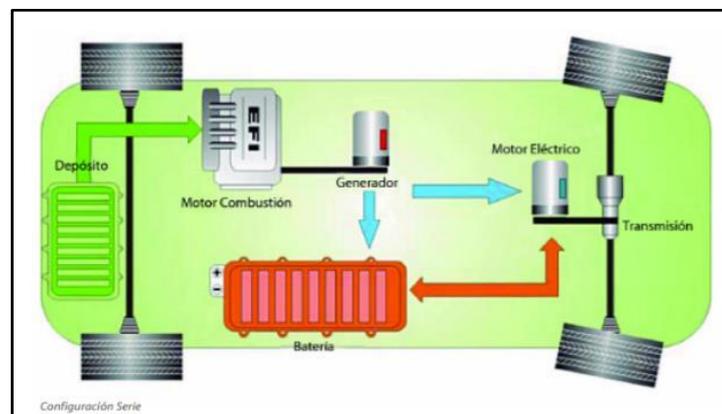


Figura 10. Híbridos en serie

Fuente: ([FITSA], 2007).

2.5.2. Híbridos en paralelo

([FITSA], 2007) "En los híbridos con arquitectura paralela tanto el motor de combustión como el motor eléctrico trabajan simultáneamente para

impulsar las ruedas del vehículo. El sistema de tracción no es excesivamente complejo mecánicamente en esta arquitectura, puesto que el motor eléctrico simplemente trabaja en paralelo con el motor de combustión. Esto supone una notable simplificación a la hora de desarrollar una hibridación por parte de cualquier fabricante.

Los flujos energéticos característicos de la configuración en serie son los siguientes:

- a) El motor de combustión, a través del motor eléctrico, puede también impulsar al vehículo y, también, cargar la batería funcionando éste último como un alternador.
- b) La batería puede alimentar al motor eléctrico y, gracias a la capacidad del freno regenerativo, el motor eléctrico puede también recargar la batería" (p.9).

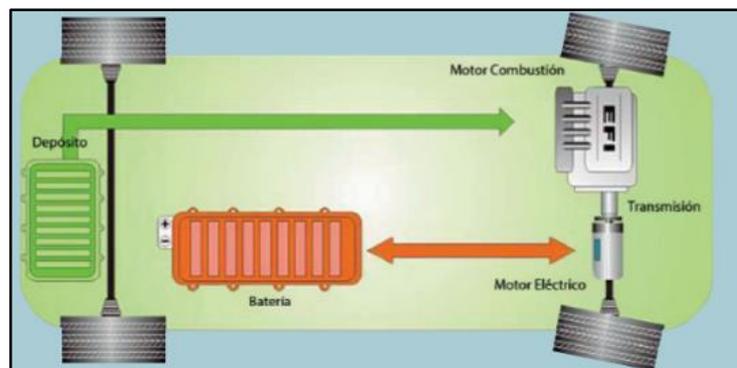


Figura 11. Híbridos en paralelo.

Fuente: ([FITSA], 2007).

2.5.3. Híbridos mixtos

([FITSA], 2007) "Esta configuración proporciona la posibilidad de propulsar al vehículo enteramente mediante el motor de combustión, enteramente mediante el motor eléctrico o mediante una combinación de ambos motores. El concepto de un vehículo mixto es el de un vehículo híbrido con arquitectura serie en el que se ha conectado el motor de combustión directamente a las ruedas. Así, tanto el motor de combustión

como el generador y el motor eléctrico están todos ellos interconectados a través de un sistema de engranajes diferencial el cual, a su vez, está conectado a la transmisión del vehículo.

El flujo de la energía en los vehículos con arquitectura mixta sería el siguiente:

- a) El motor de combustión impulsa al vehículo a través del conjunto diferencial.
 - b) El generador, que está también conectado a ese conjunto diferencial, es impulsado por el motor de combustión produciendo así electricidad. Esa electricidad es usada unas veces para recargar las baterías y otras para alimentar al motor eléctrico, según las necesidades.
 - c) El motor eléctrico es alimentado por las baterías y a su vez éste es capaz de recargar las baterías en los momentos que funcione a modo de freno regenerativo.
 - d) El motor eléctrico impulsa las ruedas a través del conjunto diferencial "
- (p. 10).

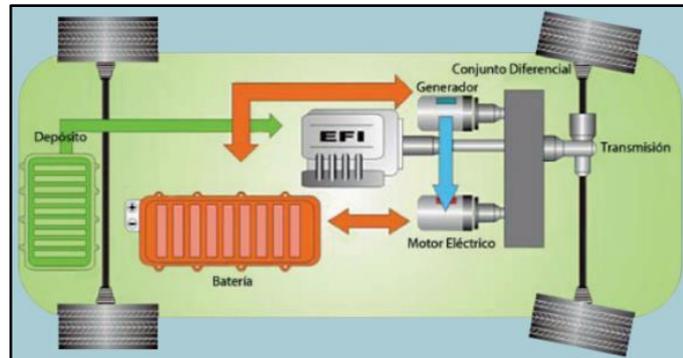


Figura 9. Híbridos mixtos.

Fuente: ([FITSA], 2007).

2.6. Conector tapón de servicio – jumper de seguridad.

(Augeri F. , 2010) propone que " El jumper de seguridad o conector de servicio que se muestra en la siguiente figura es una clavija de color naranja ubicada en la batería que tiene la función de al momento de retirarla dividir el voltaje en dos secciones, esto cambia según el fabricante, el jumper es monitoreado por la ECU HV la cual detecta que está conectado

correctamente caso contrario bloquea el sistema y no permite que el vehículo se encienda, es importante mencionar que cada que se realiza una operación de mantenimiento se tiene que retirar el Jumper por seguridad protegiendo el sistema de descarga eléctricas fuertes".



Figura 10. Jumper de seguridad Toyota Prius

2.7. Figuras de Lissajous

(Pallas, 2006) “Los osciloscopios analógicos permiten representar no sólo la evolución temporal de una señal sino también la evolución de una señal respecto a otra. Para ello se aplica a un canal vertical la señal que se va a representar y a otro canal, designado como x (a veces un segundo canal vertical), se le aplica la señal de referencia. A la vez, esta señal de referencia se envía al sistema de desviación horizontal, en vez de enviar a éste la señal del generador de barrido. Si las dos señales son armónicas, se obtienen las denominadas figuras de Lissajous”.

(Stanley & Richard, 1992) manifiestan: “Si las dos ondas sinusoidales son de la misma frecuencia y fase, la figura de Lissajous será una línea diagonal. Si las ondas sinusoidales son de la misma frecuencia, pero están 90° fuera de fase, la figura será una elipse (si las amplitudes son iguales también, en lugar de la elipse se tendrá un círculo)”.

La figura siguiente se muestra como se producen las figuras de Lissajous a partir de la entrada de dos ondas sinusoidales. (p. 193).

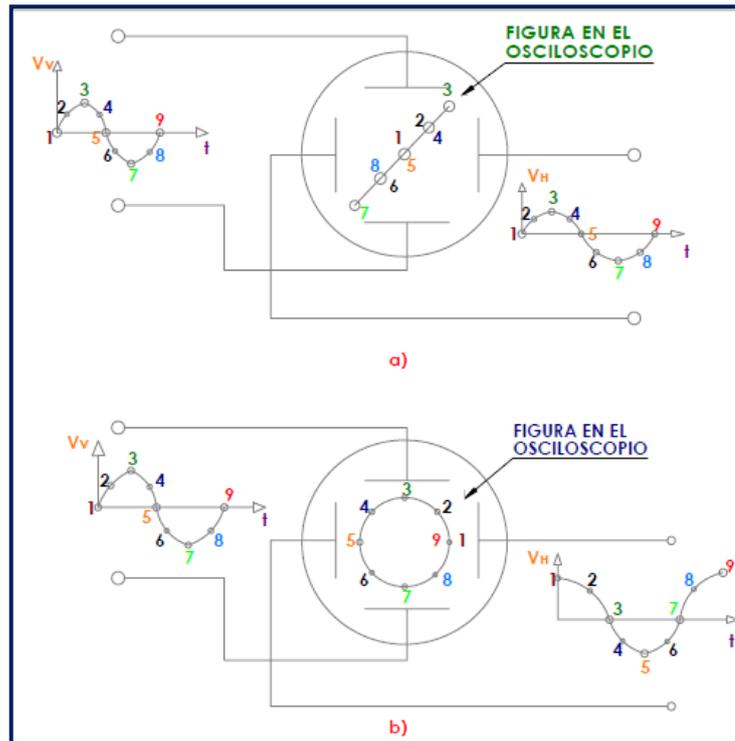


Figura 11. Generación de figuras de Lissajous

Interpretación de la gráfica: a) ondas sinusoidales de igual frecuencia y fase aplicadas a las placas verticales y horizontales; b) ondas sinusoidales de igual frecuencia y amplitud, pero con una diferencia de fase de 90° aplicada a las placas verticales y horizontales.

(Stanley & Richard, 1992) mencionan que: “Los puntos numerados en esas figuras trazan la posición del haz de electrones como cambian con el tiempo y las magnitudes de las ondas sinusoidales aplicadas. Si las dos señales no tienen frecuencias iguales, la figura no será una diagonal, ni elipse ni círculo, sino será otra figura giratoria. Así, si la frecuencia de una señal se conoce, se puede encontrar la de la otra variando la fuente conocida de frecuencia hasta que se observe una figura de Lissajous estable”. (p. 98).

2.8. Generación y análisis de curvas fundamentales.

2.8.1. Circuito Abierto

El circuito abierto o también llamado resistencia infinita se muestra por medio de una traza horizontal que denota que la corriente tiene un valor de cero, se puede definir de igual manera cuando existe un componente o circuitería en estado defectuoso.

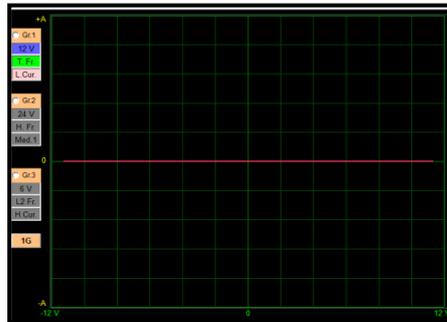


Figura 12. Figura de Lissajous circuito abierto.

2.8.2. Circuito en Corto

Un circuito en corto o más conocido como cortocircuito debido a que la tensión de corriente es infinita, denotado con una línea vertical sobre el eje (Y) de corriente que en caso extremo y conciso puede representar continuidad con algunas uniones internas o externas de un circuito o componente.



Figura 13. Figura de Lissajous circuito en corto

2.8.3. Firmas básicas.

(Soriano, 2014) La firma real en un nodo de circuito es un compuesto de las firmas de componentes básicos en ese punto en el circuito. Por ejemplo, un circuito con una resistencia y un condensador tendrá una firma que combinará la firma característica de la resistencia junto con la del condensador. Reconociendo estas cuatro firmas básicas en la pantalla (resistencia, bobina, diodo y condensador), es una de las claves del éxito para detectar fallos con esta técnica.

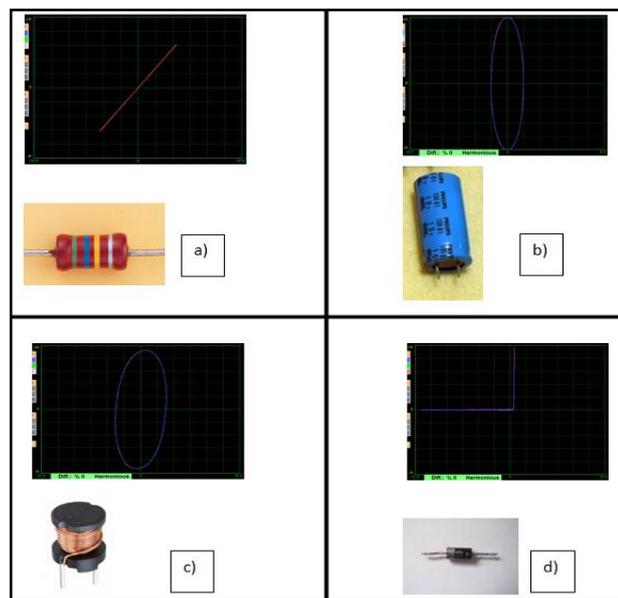


Figura 14. Curvas o firmas básicas.

2.8.4. Resistencia.

La imagen de una resistencia es denotada por una recta en un intervalo de inclinación relativa al valor de la resistencia debido a que la corriente de frecuencia es proporcional a la tensión aplicada y la pendiente tiende a variar.

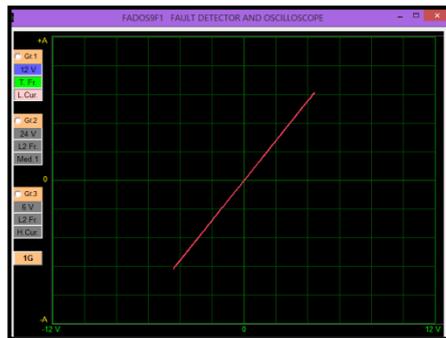


Figura 15. Curvas o firmas básicas de una resistencia.

2.8.5. Capacitor.

La imagen de un capacitor es identificada por una elipse, los condensadores con valores mínimos tienen un trazado elíptico aplanado y horizontal por otro lado los condensadores con valores elevados en capacitancia tienden a generar un trazo elíptico aplanado pero en dirección vertical.

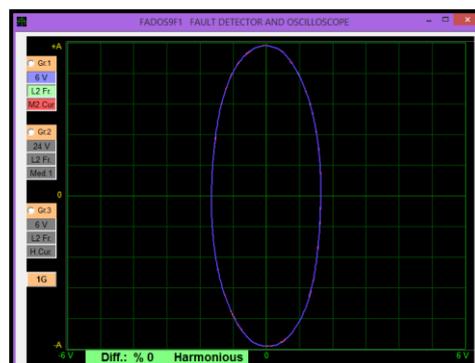


Figura 16. Curvas o firmas básicas de un capacitor.

2.8.6. Bobina.

La firma básica de una bobina posee una curva similar a la elipse de un capacitor con respecto a los ejes de voltaje y corriente se puede observar una inclinación en el plano que puede ir variando dependiendo la inductancia de la bobina que está expuesta bajo test.

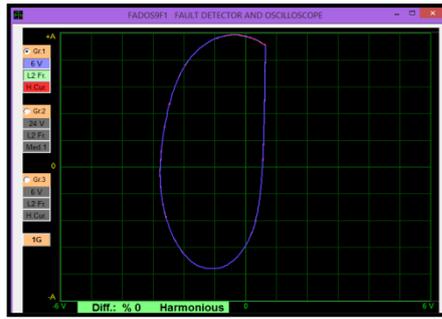


Figura 17. Curvas o firmas básicas de una bobina.

2.8.7. Diodo.

La imagen generada por un semiconductor o diodo se denota por dos o más líneas rectas con respecto al plano dependiendo del valor del componente y la frecuencia a la que se encuentra si son de germanio o silicio se debe tomar en cuenta la caída de tensión, normalmente al someter al diodo bajo test de forma individual crea una figura que es semejante a un ángulo recto considerando si la polarización es inversa.

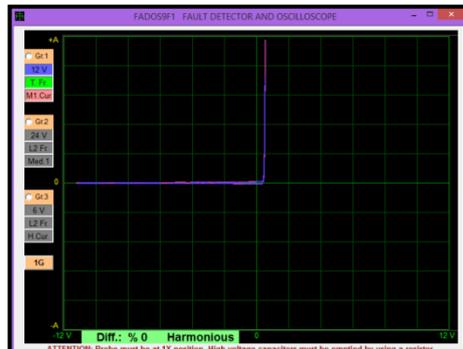


Figura 18. Curvas o firmas básicas de un Diodo.

2.8.8. Diodo Zéner

La figura que genera un diodo Zéner es característica por conducir un diagrama en ambas direcciones, se puede denotar que tiene una similitud en el primer tramo de la imagen a la de un diodo normal pero en el otro tramo es inverso por razón que la caída de tensión se fija por la zona de ruptura o zona zéner que este comprende al ser sometido al diagnóstico bajo test.



Figura 19. Curvas o firmas básicas de un Diodo zéner.

2.8.9. Transistores.

La firma de un transistor es producida por una imagen que es similar a la del diodo cuando se realiza una medición entre base - colector y base - emisor, si se realiza una prueba rápida entre colector y emisor la imagen sería de circuito abierto, la caída de tensión varía entre si el transistor es de tipo NPN o PNP donde la gráfica se denotara con respecto al cuadrante superior o inferior de los ejes voltaje - corriente.

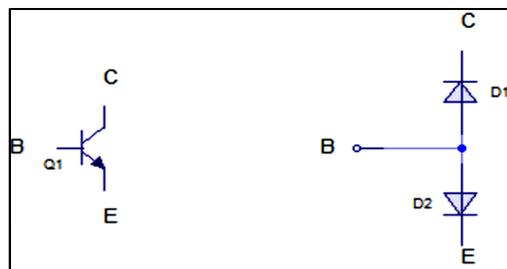


Figura 20. Transistor.



Figura 21. Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor NPN.

2.9. Mediciones de frecuencia y fase con el modo x-y

(Stanley & Richard, 1992) Para realizar mediciones de frecuencia se aplica una fuente exacta y ajustable de frecuencia en la entrada horizontal del osciloscopio, se determina una frecuencia desconocida con mayor exactitud comparándola, en la figura siguiente se realiza variando la frecuencia de la fuente exacta para obtener una figura de Lissajous estable de círculo o elipse, esto indica que las frecuencias de las dos señales (p. 252).

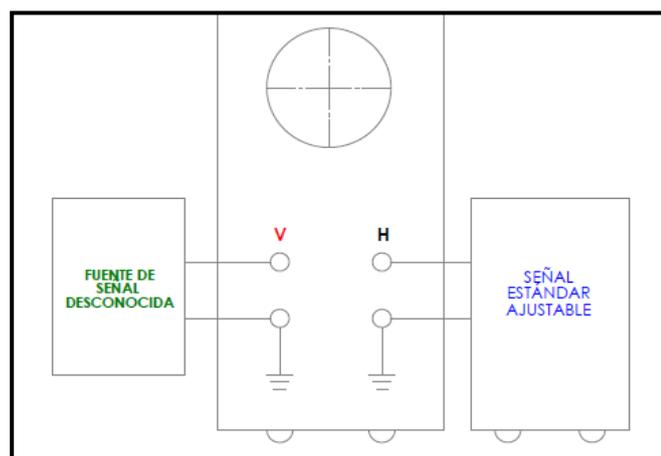


Figura 22. Conexiones para medir una frecuencia desconocida comparándola con una frecuencia conocida.

(Stanley & Richard, 1992) Por lo contrario si no se puede ajustar la frecuencia de la fuente, se debe ajustar la frecuencia conocida hasta obtener la figura de Lissajous de circulo o elipse con cierto número de curvas cerradas las mismas que nos da la relación entre el número de curvas horizontal y verticales dando como resultado la frecuencia desconocida. (p. 255).

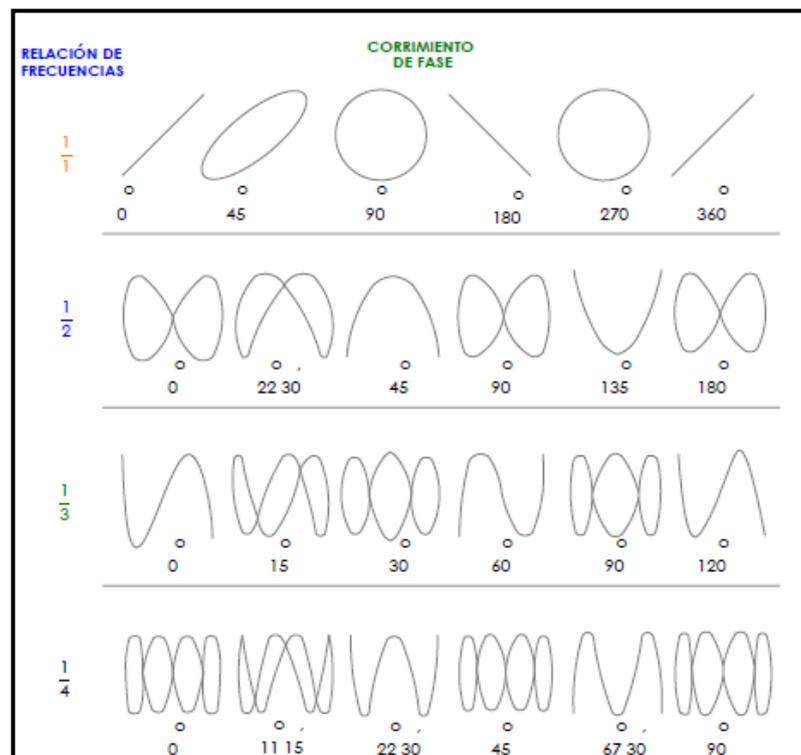


Figura 23. Figuras de Lissajous obtenidas al medir frecuencia y fase

2.10. Tipos de mediciones

(Pallas, 2006) Sostiene: “que toda medida implica cuando menos tres funciones:

1. Detectar la magnitud de interés, empleando si hace falta un transductor, o un sensor que ofrezca una señal eléctrica útil a partir de la señal de entrada.
2. Procesar la señal obtenida por el detector para extraer la información deseada y ofrecerla al indicador en forma de una señal adecuada
3. Presentar la lectura, almacenarla, o transmitirla, o varias acciones a la vez.

Además, el componente, circuito, equipo o sistema donde se mide puede necesitar una excitación que permita obtener de él la respuesta (magnitud) que se desea analizar. En el caso de medidas eléctricas o electrónicas, hace falta una alimentación de energía eléctrica para cada uno de los subsistemas. El conjunto de elementos que constituye el camino que recorre la señal de medida desde la entrada hasta la salida, se denomina cadena de medida”.

2.10.1. Medición pasiva

(Augeri, 2015) La medición pasiva consiste en realizar el proceso de diagnóstico sin alimentación de una fuente externa con la asistencia de un trazador de curvas el mismo que inyecta corriente alterna en un punto en específico dentro de un circuito electrónico o componente y así ver la respuesta del circuito en dicho punto con una imagen en función del voltaje y la corriente.

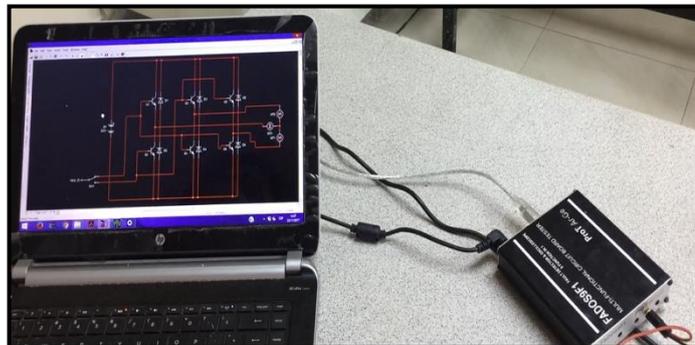


Figura 24. Analizador de pruebas de voltaje-corriente

2.11. Análisis de curvas de tensión y corriente

(Augeri, 2015) “Analizando las señales graficadas en los osciloscopios 1 y 2 de la figura siguiente se determina que las curvas de tensión y corriente están en fase dado que se está realizando el test de una

resistencia de igual valor. Vale decir que para cualquier tiempo que se tome se tendrán las señales pasando por los mismos puntos de la gráfica”.

Las curvas generadas bajo test tienden a producirse mediante una variación clara con respecto a la corriente y al voltaje de los componentes puestos a prueba con una característica distinta si son sometidos a diferente frecuencia, entonces mediante estos factores mencionados anteriormente las curvas producidas varían constantemente.

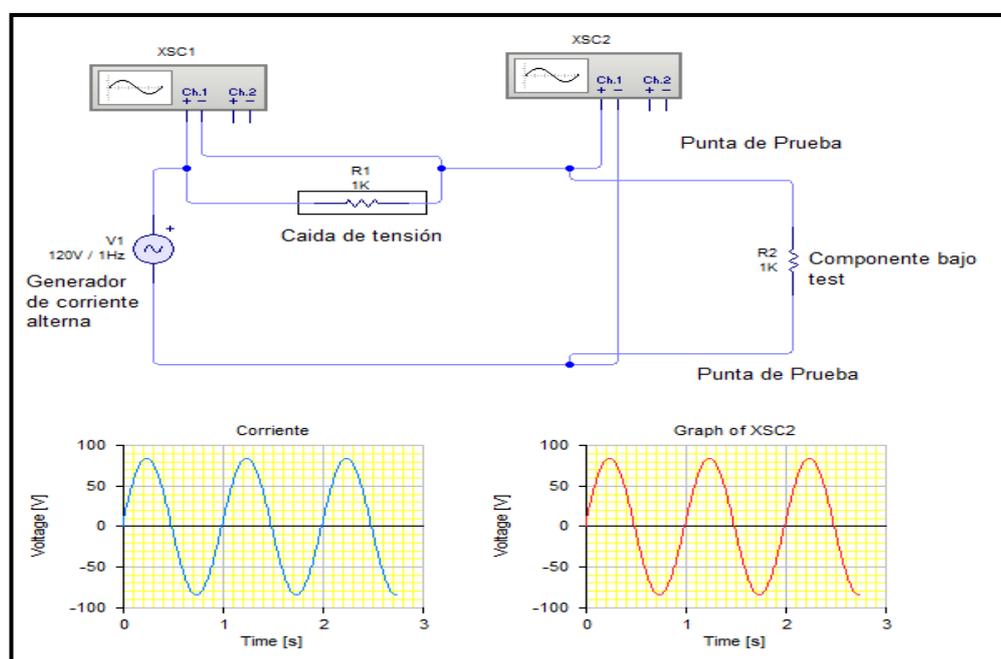


Figura 25. Análisis de curvas de tensión y corriente de una resistencia bajo test.

2.12. Despliegue de voltaje contra corriente en dispositivos de dos terminales

(Stanley & Richard, 1992) Generalmente, la determinación de las características de voltaje contra corriente (V contra I) en dispositivos con dos y tres terminales es un paso preliminar hacia la aplicación de los dispositivos como elementos de circuito. En el caso de dispositivos no lineales, como diodos y transistores, la figura de la característica V-I es por lo general el medio más eficaz de mostrar los datos voltaje contra intensidades

relacionadas con la operación del dispositivo. En esta sección se verá cómo se puede emplear el osciloscopio para mostrar las características voltaje contra intensidad de los dispositivos de dos terminales empleando diodos semiconductores como vehículo de demostración.

En una sección posterior de este capítulo que trata sobre trazadores de curvas, se verá cómo se pueden desplegar las características voltaje contra intensidad de dispositivos de tres terminales (como transistores bipolares y FETs).

Los diodos reales son dispositivos de dos terminales que tienen características voltaje contra intensidad no lineal. La corriente ID que pasa por los diodos semiconductores se calcula aproximadamente mediante la ecuación (p. 260).

$$ID = I_0 \left(r^{\frac{qV}{KT}} - 1 \right)$$

Ecuación 1: Ecuación de corriente inversa de saturación

La constante ID , es la corriente inversa de saturación (típicamente muy pequeña, $= 10^{-12} \text{ A}$); V es el voltaje aplicado al diodo; q es la carga del electrón $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; K es la constante de Boltzmann $1,38 \times 10^{-23} \text{ J}^\circ\text{K}$; y T es la temperatura en $^\circ\text{K}$. Por lo tanto, la cantidad qkT es igual a 0.026 voltios a temperatura ambiente ($T = 300^\circ\text{K} = 26^\circ\text{C}$). La forma gráfica de la característica voltaje contra corriente de los diodos semiconductores. Se ve que cuando el voltaje a través del diodo, V , es positivo (condición de polarización directa) y es varias veces mayor que el valor de qkT (es decir, $V \gg qkT$), la corriente aumenta rápidamente al aumentar el voltaje. Cuando el voltaje aplicado es negativo (condición de polarización inversa) la ecuación que $ID=I_0$. Por lo tanto, la corriente inversa del diodo es constante e independiente del voltaje de polarización inversa aplicado. La mayor parte de los diodos comerciales presentan un valor constante I_0 , para valores negativos de voltaje. Sin embargo algunos diodos tienen un aumento pronunciado (y quizá inaceptable) en la corriente inversa

al aumentar el voltaje inverso. Además, a cierto voltaje inverso, los diodos reales presentan una desviación abrupta de la ecuación. Una gran corriente fluye en sentido inverso en este voltaje crítico (que se llama voltaje inverso de ruptura) y se dice que el diodo trabaja en la región de ruptura (p. 283).

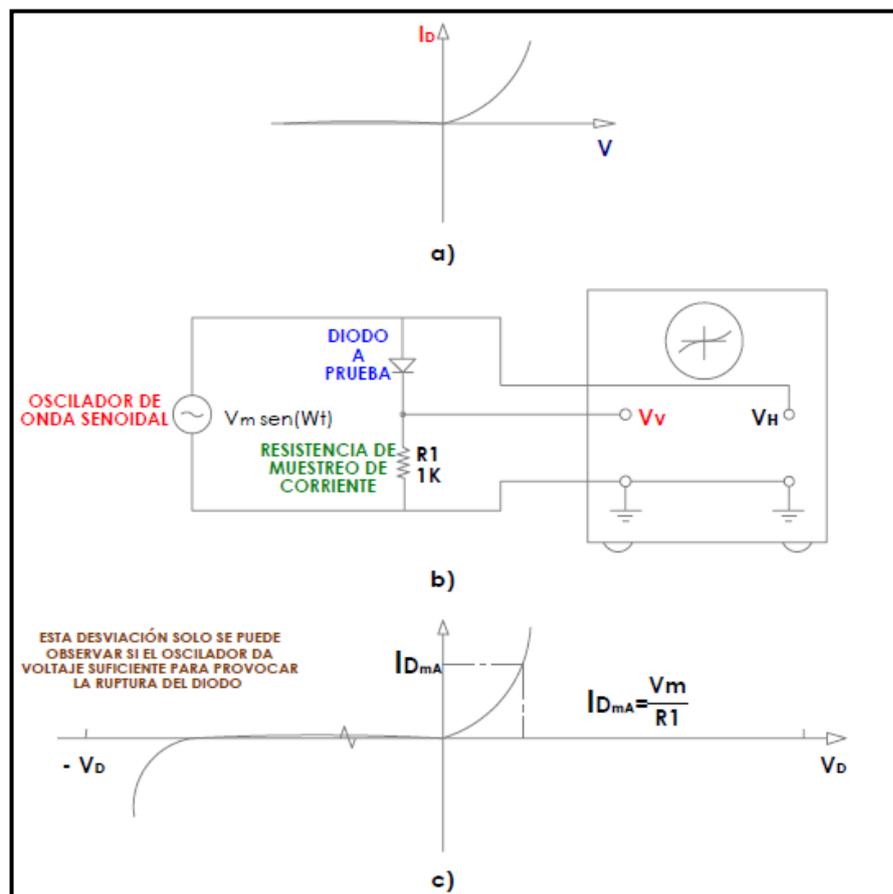


Figura 26. Medición de las características V-I de diodos con osciloscopio en entrada de una terminal y en modo X-Y.

(Stanley & Richard, 1992) (Nótese que el mismo circuito se puede emplear también para mostrar las características voltaje contra corriente de virtualmente todos los dispositivos de dos terminales.) El osciloscopio (en la figura anterior se muestra uno con entrada de una sola terminal) se emplea en su modo de operación x-y. El oscilador de onda senoidal aplica un voltaje (60 Hz es una frecuencia cómoda) a través del diodo. Este voltaje también se aplica a la entrada horizontal del osciloscopio. La corriente a través del

diodo ID , se muestra como una deflexión vertical, porque es proporcional al voltaje que aparece a través de la resistencia de muestreo de la corriente $R1$, del circuito. Si $R1=1\text{ K}\Omega$, como en la figura mostrada anteriormente la sensibilidad vertical del voltaje de la figura en la pantalla (en V/div) se convierte automáticamente a mA/div . La resistencia $R1$ hace también la función de limitar la máxima disipación de potencia en el diodo. Por ejemplo, si la amplitud de la onda senoidal aplicada es V_m , la corriente máxima en el diodo se limita a $V_m/R1$. La diferencia de fases entre las dos señales aplicadas a las placas deflectoras del osciloscopio debe ser cero. Si se crea una diferencia de fase no cero entre las dos señales, debido a que no sean idénticos los amplificadores vertical y horizontal en el osciloscopio, aparecerá una características voltaje contra intensidad que es una curva cerrada en lugar de una línea única. Esto se puede observar aumentando la frecuencia del oscilador a más de 10 kHz. Para determinar si una curvatura en la pantalla está originada por un corrimiento de fase debido a dos amplificadores diferentes, se puede sustituir una resistencia de carbón en lugar del diodo en el circuito de prueba. Si la figura voltaje contra intensidad resultante todavía es una elipse con la resistencia en su lugar (en lugar de una recta), es señal de que los amplificadores del osciloscopio son los causantes del corrimiento de fase.

En la figura 30 se muestra un circuito útil y las curvas resultantes en el osciloscopio, para probar cualquier dispositivo con dos terminales. Las curvas variarán dependiendo del valor del componente y de la frecuencia empleada. Los principios básicos de este circuito se han incorporado en probadores comerciales que son muy versátiles. En circuitos digitales, se le llama análisis de firma a la técnica de aplicar una señal conocida a un circuito y observar entonces la salida a cada terminal del circuito. Se emplea la misma técnica en los circuitos analógicos y digitales, pero de modo análogo. Conociendo la respuesta de un componente a un conjunto dado de señales, se puede determinar si el componente es, dentro de sus especificaciones, defectuoso o aceptable (p. 285).

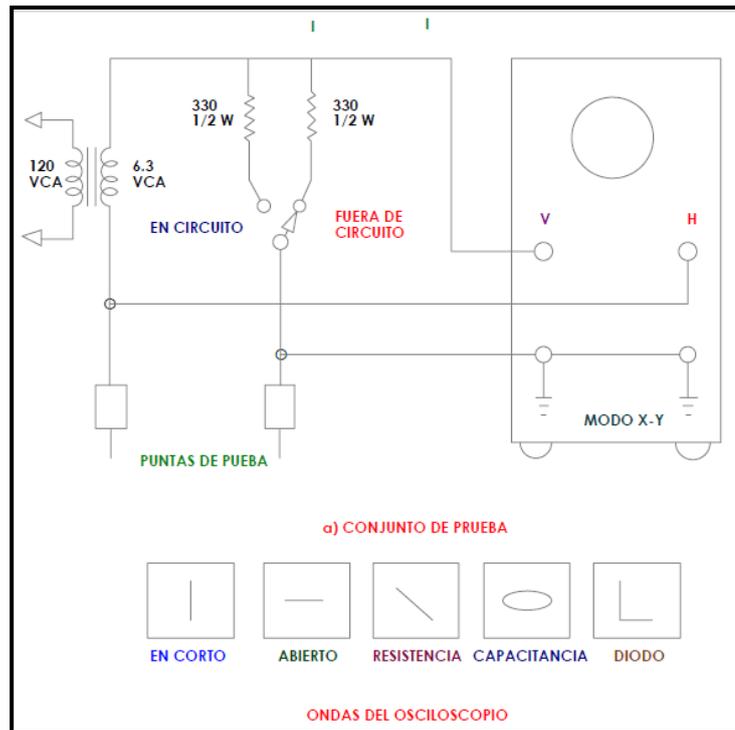


Figura 27. Conjunto de pruebas para componentes en y fuera de circuitos.

2.13. Generación de corriente alterna para el control de motores generadores.

(Barros, 2015) Los motores generadores son motores trifásicos de corriente alterna, la conexión de cada uno de ellos es de tipo estrella, en relación a la rotación del motor sus movimientos se encuentran desfasados a 120 grados. Se puede apreciar en el gráfico las tres fases U, V, W en cada una de ellas debe existir un flujo de corriente que cambie de sentido con relación al tiempo, la operación de generar la corriente alterna y desfasarla en el momento correcto la gestiona la ECU HV pero la potencia de este mecanismo está dada por el Inversor utilizando los transistores IGBT. Se va a utilizar un motor DC (como bobina) para representar el arreglo de la estrella de motor de tres fases. Si se observa la figura siguiente se puede apreciar el conjunto de los transistores y la conexión de cada fase del motor.

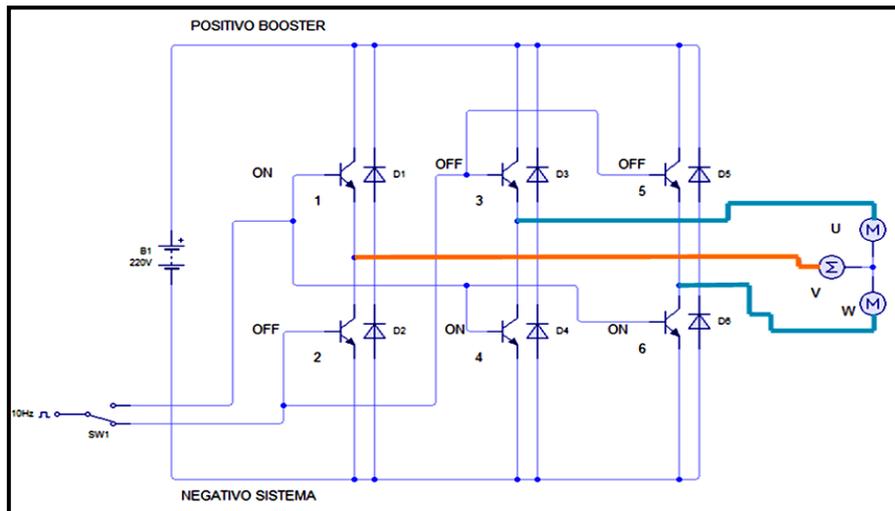


Figura 28. Fase de los motogeneradores A.

(Barros, 2015) Para explicar el funcionamiento de los transistores IGBT, se tiene activos los transistores 1, 4, 6 de esta forma al activarse el N. 1 conmuta positivo que toma por el colector y lo lleva directo a la fase V. Al mismo tiempo se observa que al activar el transistor N. 4 se conmuta negativo a la fase W, al estar activado el transistor N. 6 se coloca negativo en la fase U, si se quiere invertir la corriente sobre los Motores es necesario activar los transistores 2, 3, 5 y de esta forma al activarse el transistor N. 2 conmuta negativo a la fase V, la tensión negativa la toma por el emisor y lo conmuta a través del colector.

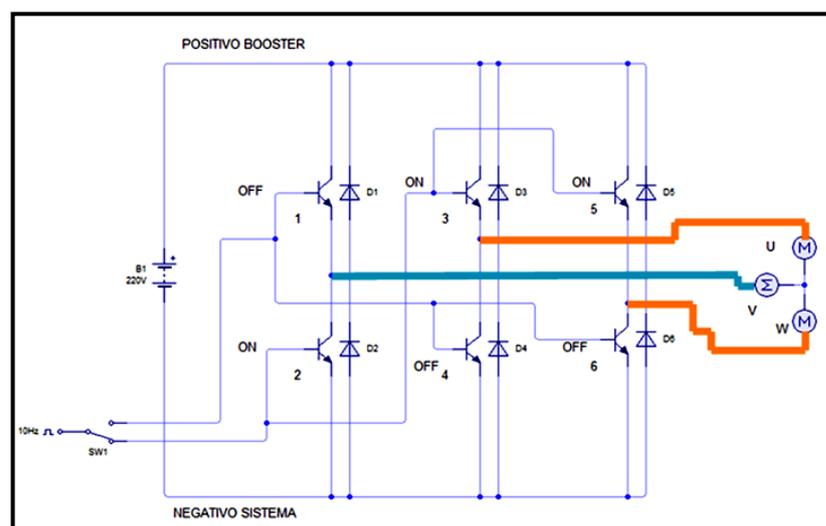


Figura 29. Fase de los motogeneradores B.

CAPÍTULO III.

DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE UN VEHÍCULO HÍBRIDO.

En este capítulo se establece la descripción de equipos y herramientas que se utilizaron durante el proceso de elaboración de la investigación, conjuntamente se describe la instalación del software FADOS9F1 nombrando sus características y especificaciones técnicas, el armado y desarmado de los inversores Toyota Highlander y Prius denotando sus partes y circuitos que los constituyen.

3.1. Descripción de FADOS9F1

FADOS9F1 conocido por ser un dispositivo que tiene la finalidad de test característico para diagnóstico de elementos electrónicos y placas de circuitería identificando pruebas de voltaje y análisis de corriente. Posee dos características fundamentales de funcionamiento, la primera es generar alimentación DC programable, ya que su voltaje de salida es variable entre 16 - 20 voltios a 1500mA máximos se forma claramente el gráfico DC voltaje - corriente de las placas eléctricas y sus componentes analizándolos bajo test producto de la generación de imágenes Lissajous y niveles de frecuencia. La segunda caracterización es funcionar como sonda de medición de temperaturas a distancia por una punta de prueba de infrarrojos IR, que a su vez es un sensor que detecta el estado de temperatura de componentes que se encuentran en funcionamiento continuo y que es posible que estén sobrecalentados por falta de disipación de calor.

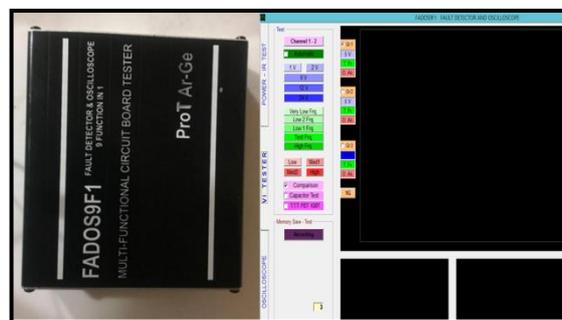


Figura 30. Equipo FADOS9F1

Tabla 4

Especificaciones técnicas de FADOS9F1

Especificaciones Técnicas FADOS9F1	
Características	Valores
Voltaje de trabajo	$\pm 1V$, $\pm 2V$, $\pm 6V$, $\pm 12V$, $\pm 24V$
Pruebas de medición de resistencia	47K Ω bajo, 3,5 K Ω medio 1 700 Ω medio 2, 250 Ω alto
Frecuencia de prueba	2 Hz Frecuencia muy baja 1 4 Hz Frecuencia baja 2 12 Hz Frecuencia baja 1 32.5 Hz Frecuencia de prueba 355.4 Hz Frecuencia alta
Modo de escaneo	Manual Automático
Selección automática	Voltaje Corriente Frecuencia
Otras especificaciones	Diagrama de circuitos equivalentes Medición de resistencias, condensador, diodo. Registrar los datos y comparar con los datos registrados Visualización simultánea de 3 gráficos
Especificaciones de potencia y temperatura	
Alimentación DC	Salida ajustable entre 0-16V 20-1500mA
Sensor Infrarrojo IR	Mide diferencia entre 0 - 120 °
Especificaciones de Osciloscopio	
Frecuencia de muestreo	400 K/S
Voltaje de entrada	$\pm 12 V$ Sonda1X $\pm 100 V$ Sonda 10 X
Canal / ADC	Canal 2 / 12 Bit
Sensibilidad	2,5 mV
Velocidad de imagen	0.02 ms/div - 100 ms/div
Memoria Instantánea	64 Kbyte
Salidas digital y analógica	
Salida	Canal 2
Voltaje de salida	-12 V — + 12 V Ajustable
Frecuencia Digital	0.2 KHz — 25 KHz
Conexión	Las sondas se pueden conectar a cualquier tipo de tomas. Sonda anillada amarilla es siempre el Canal 1. Sonda anillada azul es siempre el Canal 2.
Dimensiones	122 mm L x 113 mm W x 29 mm H
Peso	1100 gramos con todos los accesorios

3.1.1. Pruebas en componentes electrónicos bajo test FADOS9F1

Los componentes bajo test que se pueden analizar de forma general son resistencias, capacitores, bobinas, diodos de uso general o zéner, transistores de tipo NPN, PNP, JFET, MOSFET, circuitos integrados, compuertas lógicas y micro controladores con circuitería externa. El FADOS9F1 posee un software y hardware exclusivos para pruebas bajo test en el cual se denotan el buen o mal funcionamiento de circuitería y elementos eléctricos que estén enmascarados por placas o capsulas de sellado, para referirnos al diagnóstico por imágenes es importante conocer las firmas básicas que generan los componentes principales o circuitos equivalentes que el programa identifica mediante el software.

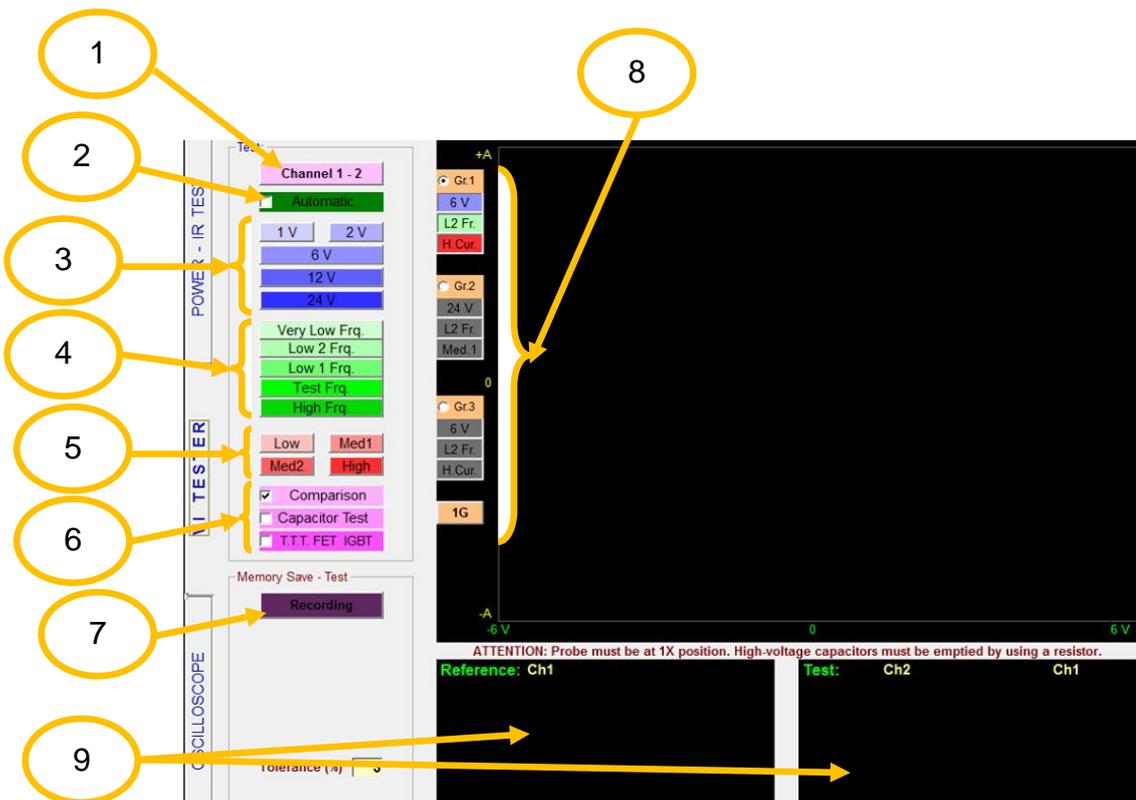


Figura 31. Iconos de pantalla de detección de fallas

Tabla 5

Descripción de iconos pertenecientes a pantalla de detección de fallas bajo test.

Numero	Nombre	Descripción
1	<ul style="list-style-type: none"> Channel 	Canal: Selección de canales, con el icono del canal se puede visualizar el 1ero o el 2do canal o ambos a la vez.
2	<ul style="list-style-type: none"> Automatic 	Automático: Esta opción se selecciona de acuerdo a la comprobación adecuada que pueden ser niveles de voltaje, frecuencia y corriente que se determinan automáticamente.
3	<ul style="list-style-type: none"> Niveles de voltaje 	En estas opciones se puede seleccionar un solo nivel de tensión aplicable De forma manual al testear una placa los niveles son ± 1 v, ± 2 V, ± 6 V, ± 12 V, ± 24 V.
4	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Frecuencia 	Se selecciona el nivel de frecuencia regulable para el testeo de ciertos elementos y placas electrónicas que van desde niveles de Frecuencia muy baja, Frecuencia baja 2, Frecuencia baja 1, Frecuencia prueba y Frecuencia alta.
5	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Corriente 	En esta opción solo un nivel de corriente puede ser aplicado por esta razón manualmente se puede elegir Corriente baja, Corriente media 1, Corriente media 2 y Corriente alta.
6	<ul style="list-style-type: none"> Comparison Capacitor Test TTT FET IGBT 	Comparación: Comparación de las sondas de los canales y placas o elementos defectuosos en pleno funcionamiento. Prueba de capacitancia: Verificación de calidad y capacidad de condensadores. TTT FET IGBT: Determinación de tipo de semiconductores.
7	<ul style="list-style-type: none"> Recording 	Guardar: Creación de base de datos de imágenes, almacenamiento de las mismas.
8	<ul style="list-style-type: none"> Grf 1 , Grf2 , Grf3 1G , 2G, 3G 	Grf 1, Grf2, Grf3: Selección de configuración de gráficos que son 3 permitiendo el cambio inmediato en cualquier momento referenciando voltaje - frecuencia - corriente. 1G, 2G, 3G: Configuración de ajuste de las gráficas que son visualizadas en la pantalla de pruebas.
9	<ul style="list-style-type: none"> Reference Test 	Referencia: Visualización de circuitos equivalentes y elementos eléctricos con su determinado valor. Test: Visualización de circuitos equivalentes y elementos eléctricos que se almacenaran en la memoria del software.

3.1.2. Pantalla de almacenamiento de imágenes bajo test y creación de base de datos.

El almacenamiento de las imágenes tomadas bajo test en distintos elementos de placas electrónicas son guardadas mediante el icono

Recording del panel de pantalla de detección de fallas con el fin de crear una base de datos y realizar comparaciones con elementos de circuitos similares o de la misma marca a continuación se muestra los iconos existentes en el panel de almacenamiento.

Las trazas obtenidas durante un proceso de diagnóstico por imagen en el grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido son almacenadas con el fin de usarlas con respecto a otros elementos de la mismas características obtenidas, en esta investigación fueron los inversores marca Toyota Prius y Toyota Highlander conjuntamente un motogenerador marca Lexus RX 450h en el cual se generó tres carpetas de base de datos de los elementos anteriormente mencionados.

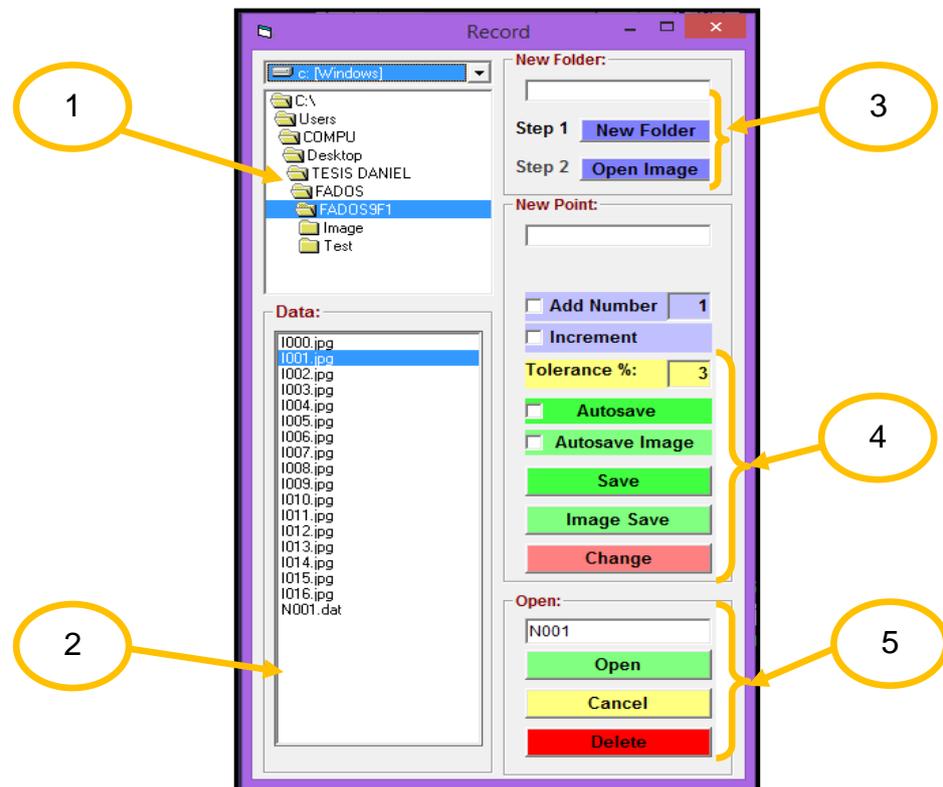


Figura 32. Panel de almacenamiento de datos

Tabla 6

Descripción de iconos pertenecientes al panel de almacenamiento de datos

Número	Nombre	Descripción
1	<ul style="list-style-type: none"> Pantalla de búsqueda para carpeta de almacenamiento 	En esta ventana se selecciona el disco o la carpeta de almacenamiento para creación de base de datos o abrir archivos recolectados anteriormente.
2	<ul style="list-style-type: none"> Data 	Datos: En esta pantalla se observa en formato de imagen todos los archivos recolectados bajo test de elementos o placas electrónicas almacenados anteriormente.
3	<ul style="list-style-type: none"> New Folder Open Image 	<p>Nueva Carpeta: Se selecciona este icono con el fin de crear una nueva carpeta de almacenamiento.</p> <p>Abrir Imagen: Se selecciona con el fin de encontrar una imagen de creación realizada anteriormente.</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> Iconos de almacenamiento de imágenes 	El uso del almacenamiento final de la imagen se la realiza por medio de estos iconos para crear una propia base de datos obviamente procurando guardar en una carpeta designada.
5	<ul style="list-style-type: none"> Open 	Abrir: El de estos iconos tiene la finalidad de abrir cancelar u omitir que se abra en la pantalla de pruebas una imagen almacenada con anterioridad.

3.2. Equipamiento FADOS9F1

- FADOS9F1
- CD de instalación de software y guía de usuario
- Punta de Sonda de Temperatura IR
- Dos puntas de osciloscopio
- Punta de comprobación lagartos
- Cable USB
- Adaptador de alimentación de corriente

- Bolso FADOS9F1



Figura 33. Kit FADOS9F1

3.3. Instalación

Instalación para sistema operativo Windows 8.

- Conectar el interface FADOS9F1 al ordenador PC a través del puerto USB. Seguidamente instalar los controladores de CD.

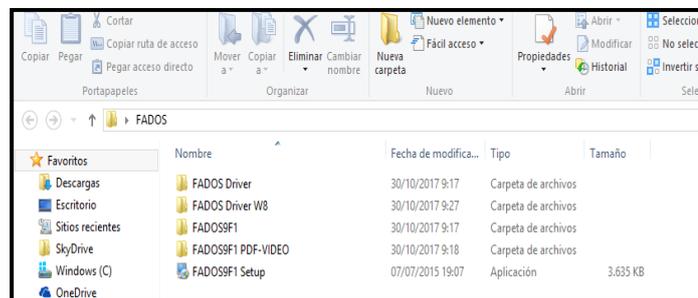


Figura 34. Controles de cd FADOS9F1

- Hacer clic en FADOS9F1 SETUP e instalar el programa configurando la carpeta de almacenamiento en disco C del ordenador y presionar next.

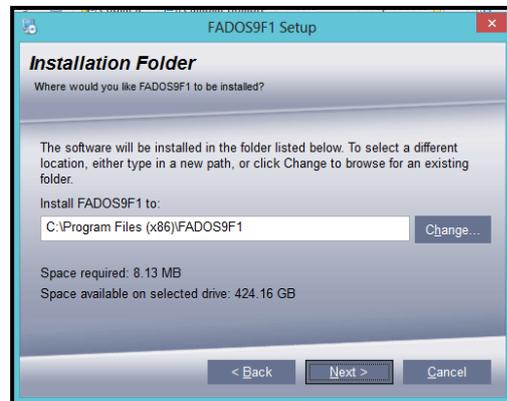


Figura 35.FADOS9F1 SETUP

3. Ejecute FADOS9F1.exe



Figura 36. Icono de Inicio FADOS9F1

4. Después de ejecutar el programa compruebe que el interface este bien conectado junto a los cables o puntas de osciloscopio para proceder acceder a la señal del software para realizar las pruebas bajo test de componentes y placas electrónicas.

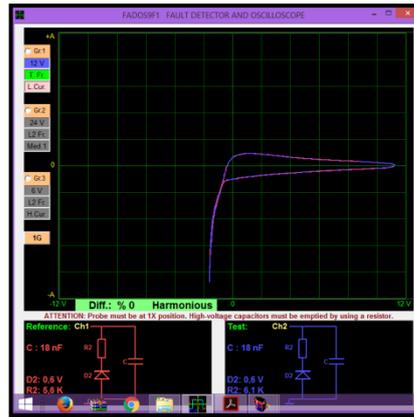


Figura 37. Ventana de diagnóstico por imagen FADOS9F1

3.4. Proceso de armado y desarmado de los inversores de Toyota Highlander y Prius.

Para el correcto armado y desarmado de los inversores estos se dividen en dos conjuntos los cuales se describen a continuación:

Tabla 7

División de conjuntos para inductor Toyota Highlander

Conjunto A	Reactor
	Módulo IPM
	Convertidor DC/DC
	Capacitor 1
Conjunto B	Inversor para MG3
	Inversor para MG1 y MG2
	Capacitor 2
	Medidor de corriente
	Placa principal de inductor
	Resistencia

Tabla 8

División de conjuntos para inductor Toyota Prius

Conjunto A	Convertidor DC/DC
	Reactor
	Capacitor 1
	Capacitor 2
Conjunto B	Inversor para MG1 y MG2
	Placa principal del inductor
	Sensores de corriente
	Capacitor 3
	Resistencia

3.4.1. Desarmado de los inversores

Desarmado inversor Toyota Highlander

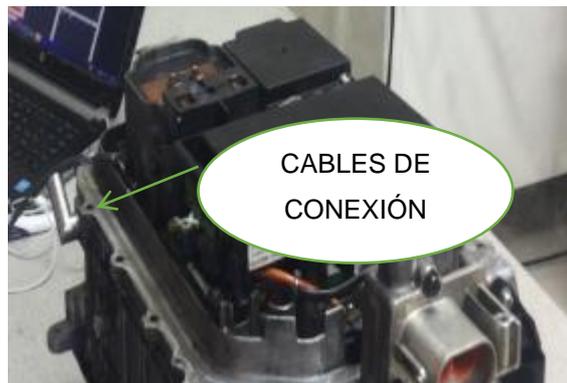
Tabla 9

Desarmado del conjunto A del inversor Toyota Highlander

1. Retirar los pernos de la carcasa superior



2. Quitar la tapa para luego retirar los cables de conexión



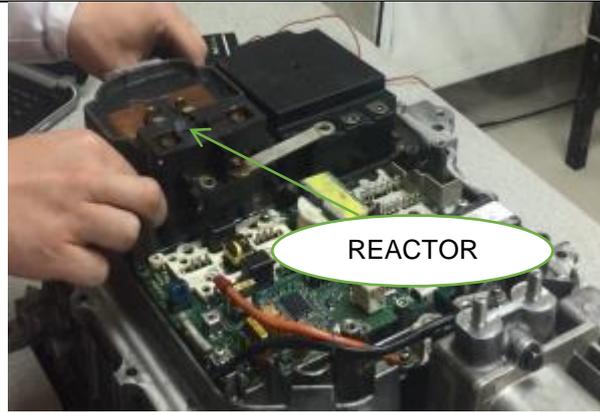
3. Después de remover la tapa superior se tiene acceso a un capacitor, el módulo IPM y el reactor, quitar los pernos del capacitor para luego moverlo de su posición.



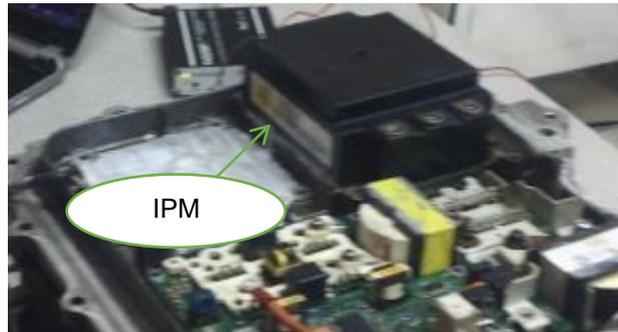
CONTINÚA



-
4. Se remueven los pernos de reactor para retirar el mismo



-
5. El siguiente elemento que se retira es la IPM



-
6. Proceder a retirar la placa del convertor DC/DC



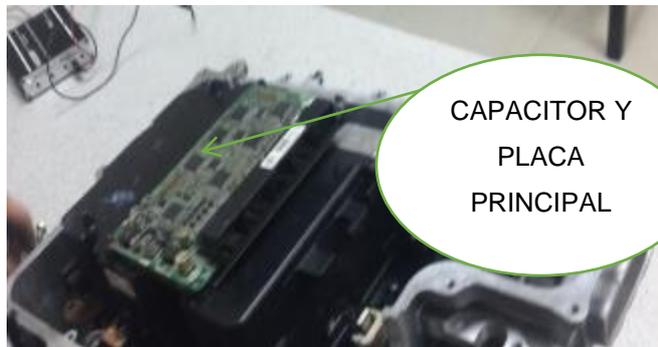
Tabla 10

Desarmado del conjunto B del inversor Toyota Highlander

1. Quitar los pernos de la carcasa



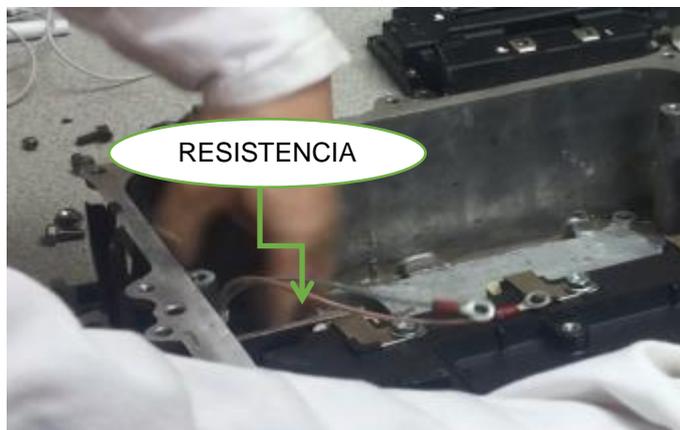
2. Luego de retirar la tapa se tiene al descubierto un condensador, los inversores, la placa principal, los sensores de corriente y la resistencia. Lo primero que se desmonta es el capacitor junto a la placa principal.



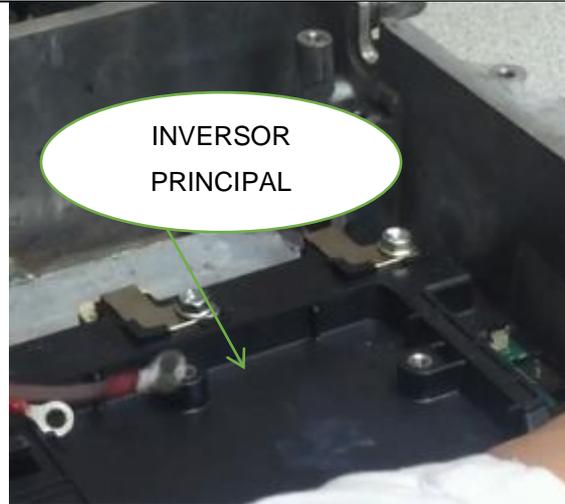
3. Luego retirar el inversor que controla el MG3 que se encarga de la tracción en las ruedas posteriores



4. Junto al inversor de MG3 se encuentra una resistencia de un valor de 63KOHM la cual también se debe retirar



-
5. Por último se tiene un inversor grande de 8 conexiones el cual se quita junto al sensor de corriente luego de esto el inversor quedaría completamente desarmado



Desarmado inversor Toyota Prius

Tabla 11

Desarmado del conjunto A del inversor Toyota Prius

1. Quitar el plástico que protege a los pines de conexión



2. Retirar los pernos de la carcasa superior
-





-
3. Luego proceder a retirar las placas del convertor DC/DC

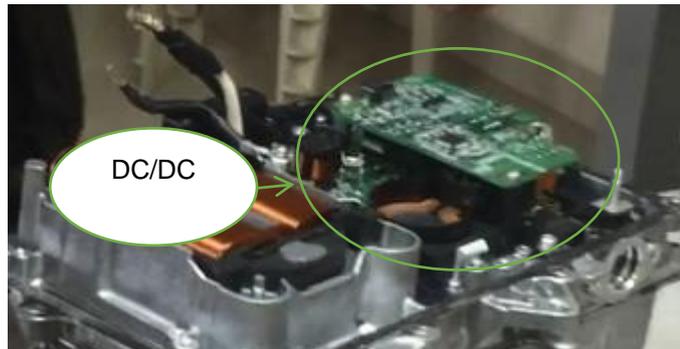


Tabla 12

Desarmado del conjunto B del inversor Toyota Prius

-
1. Quitar la tapa inferior para poder remover todos los pernos que corresponden a la conexión de chapas internas para poder sacar la carcasa inferior.

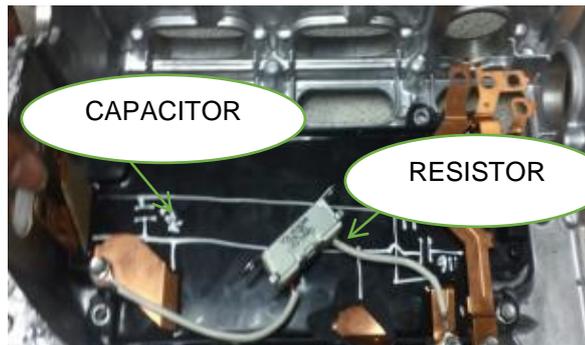


CONTINÚA

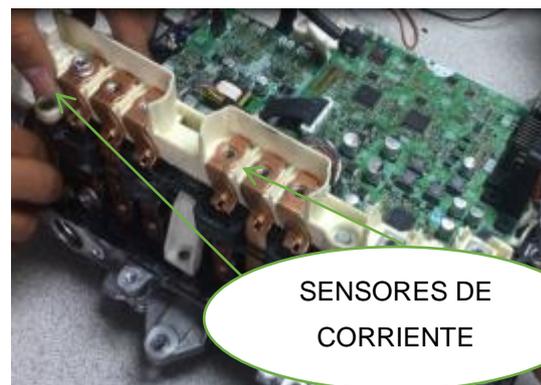




-
2. Quitar los pernos que sujetan la carcasa y se retira, aquí se tiene un condensador y una resistencia como se puede observar en la figura



-
3. Retirar el sensor de corriente del inversor.



-
4. Quitar la placa principal del inversor.



-
5. Por último quitar los pernos de las chapas que conectan al inversor y se retira
-





3.5. Partes del invector

Invector Toyota Highlander

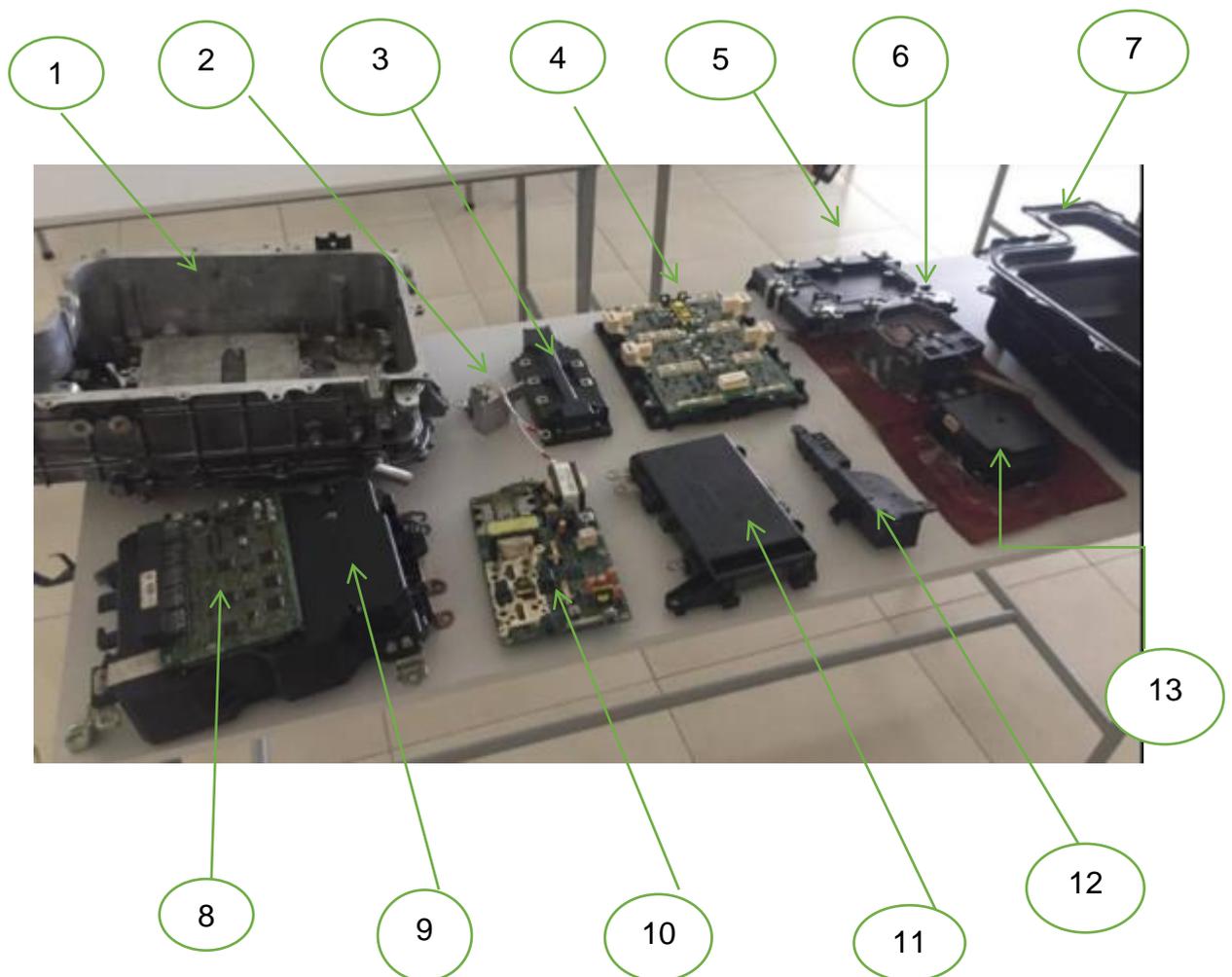


Figura 38.Despiece invector Toyota Highlander

Tabla 13

Partes del inversor Toyota Highlander

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Chasis del inversor	El chasis es el elemento en donde se alojan todos los elementos del inversor y es la división del conjunto A y B.
2	Resistencia	La resistencia se encarga de la descarga del capacitor el circuito Booster.
3	Inversor para MG3	Este inversor es aquel que controla el motogenerador para tracción posterior.
4	Inversor para MG1 y MG2	Es el inversor principal ya que controla los dos motogeneradores principales del vehículo.
5	Sensores de corriente	Se encarga del sensado de la corriente en el inversor principal.
6	Reactor	Eleva la tensión en picos para poder subir el voltaje de la batería híbrida, es el elemento principal del Booster y se encuentra completamente aislado.
7	Carcasa	Cubre los elementos del inversor.
8	Placa principal	La placa principal es la que procesa toda la información del inversor la interpreta y determina su buen o mal funcionamiento.
9	Capacitor	Almacena energía y ayuda al filtrado del voltaje que va hacia los inversores.
10	Convertor DC/DC	Reduce el voltaje del Booster que es de 400 a 500 v a un voltaje aceptable para lograr cargar la batería de 12v.
11	Condensador	Almacena energía y ayuda al filtrado del voltaje que produce el motogenerador hacia la batería híbrida.
12	Sensor de corriente	Se encarga del sensado de la corriente en el inversor de tracción posterior.
13	Módulo IPM	Es el que controla los transistores para enviar voltaje al motogenerador cuando funciona como motor y recibir voltaje cuando actúa como generador.

Inversor Toyota Prius

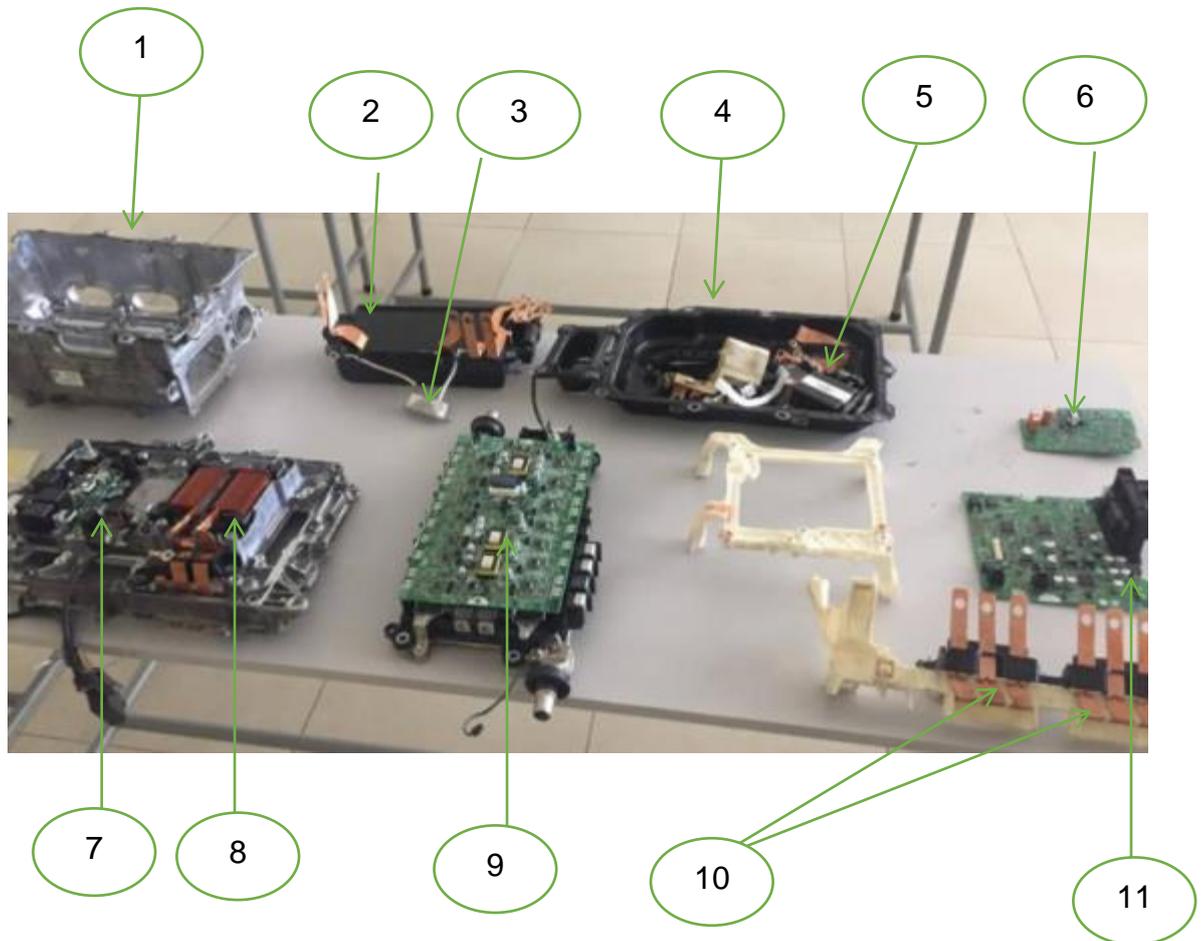


Figura 39. Despiece inversor Toyota Prius

Tabla 14

Partes del inversor Toyota Prius

NUMERO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	Chasis del inversor	El chasis es el elemento en donde se alojan todos los elementos del inversor y es la división del conjunto A y B.
2	Capacitor	Almacena energía y ayuda al filtrado del voltaje que va hacia los inversores.
3	Resistencia	La resistencia se encarga de la descarga del capacitor el circuito



		Booster.
4	Carcasa	Cubre los elementos del inversor.
5	Capacitor	Almacena energía y ayuda al filtrado del voltaje que va hacia los inversores.
6 y 7	Convertor DC/DC	Reduce el voltaje del Booster que es de 400 a 500 v a un voltaje aceptable para lograr cargar la batería de 12v.
8	Reactor	Eleva la tensión en picos para poder subir el voltaje de la batería híbrida, es el elemento principal del Booster y se encuentra completamente aislado.
9	Inversor para MG1 y MG2	Es el inversor principal ya que controla los dos motogeneradores principales del vehículo.
10	Sensor de corriente	Se encarga del sensado de la corriente en el inversor de tracción posterior.
11	Placa principal	La placa principal es la que procesa toda la información del inversor la interpreta y determina su buen o mal funcionamiento.

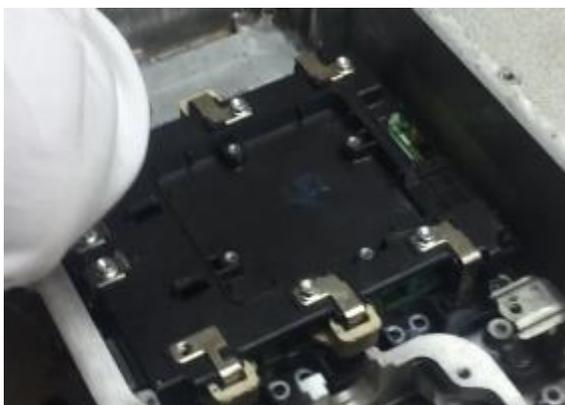
3.6. Armado de los inversores

Armado del inversor Toyota Highlander

Tabla 15

Armado del conjunto B del inversor Toyota Highlander

1. Colocar el inversor grande de 8 conexiones el cual debe ir junto al sensor de corriente.



2. Junto al inversor de MG3 poner la resistencia



3. Colocar el inversor que controla el MG3 y se encarga de la tracción en las ruedas posteriores



4. Sobre los inversores poner el capacitor y la placa principal.



5. Girar al inversor y proceder a colocar y ajustar los pernos de la carcasa

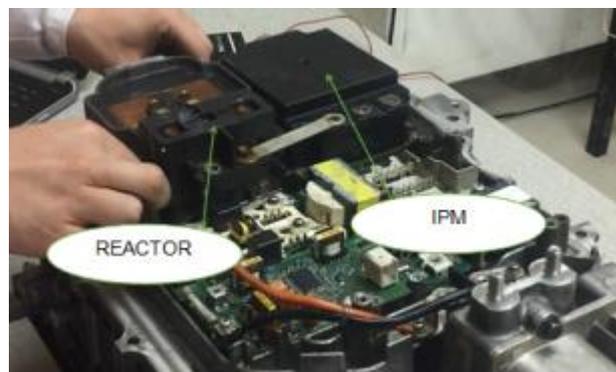


Tabla 16**Armado del conjunto A del inversor Toyota Highlander**

1. Colocar la placa del convertor DC/DC.



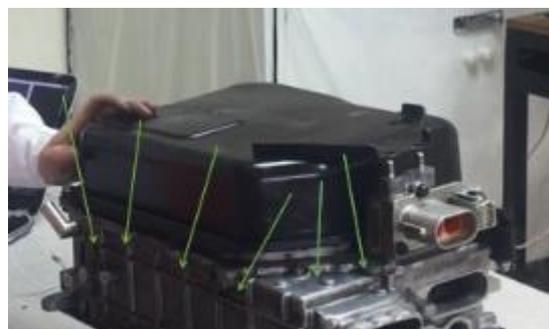
2. Colocar el módulo IPM y el reactor juna a la placa DC/DC



3. Sobre el la placa del convertor DC/DC montar el capacitor y conectar los cables de excitación.



4. Por ultimo asegurar los pernos de la carcasa superior



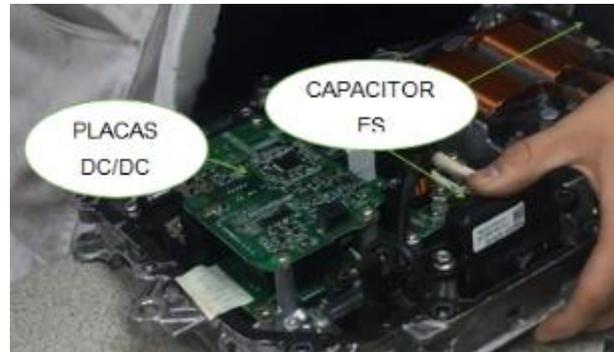
CONTINÚA



Armado del inversor Toyota Prius

Tabla 17**Armado del conjunto A del inversor Toyota Prius**

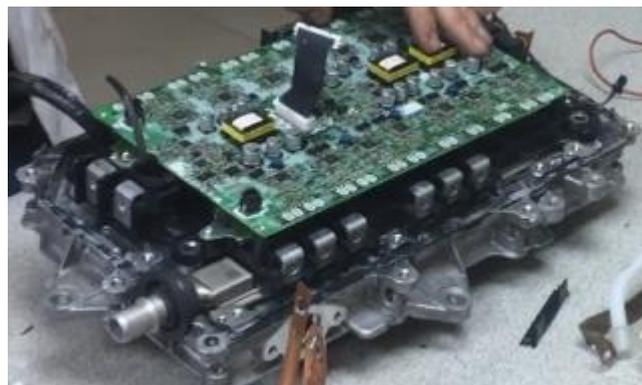
1. Empezar colocando el capacitor y las placas del convertidor DC/DC.



2. Colocar los pernos de la carcasa superior

**Tabla 18****Armado del conjunto B del inversor Toyota Prius**

1. Colocar y sujetar el inversor a la carcasa



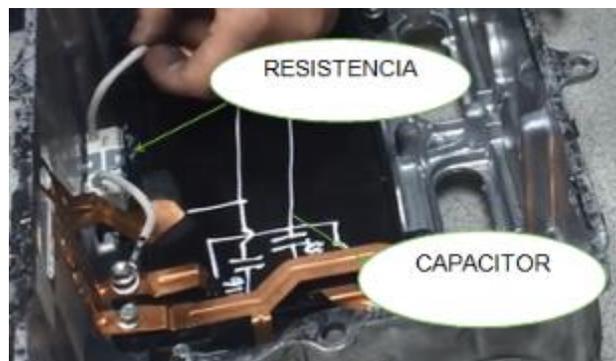
2. Montar sobre el inversor la placa principal



3. Realizar las conexiones de las chapas colocando previamente los sensores de corriente



4. En la tapa inferior se monta el capacitor de mayor capacidad junto con la resistencia de descarga.



5. Cerrar el inversor con la tapa inferior.



-
6. Asegurar todos los pernos de la carcasa y chapas de sujeción



-
7. Asegurar la tapa que protege las chapas de conexión.



CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

- Se realizó el proceso de armado y desarmado del conjunto inversor del Toyota Prius y Toyota Highlander identificando sus componentes internos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN COMPONENTES DE UN INVERSOR.

Para el funcionamiento de un vehículo híbrido es necesario un elemento fundamental que se encargue de las funciones vitales de este, el inversor de un híbrido viene a ser su corazón y el encargado de cuatro funciones controladas siempre por una unidad de control electrónica las cuales se detallan a continuación.

Elevar la tensión de la batería híbrida llevándola de los 200V a aproximadamente 500V, dicha elevación de tensión es realizada por un circuito llamado BOOSTER,

Usando la tensión del BOOSTER, es decir con los 500V lograr generar una corriente que dé el movimiento de los motogeneradores de manera independiente, dicho movimiento será controlado por una unidad de control electrónico HV.

Lograr controlar la situación de operación de los motogeneradores, para aprovecharlos como motores para el impulso, o como generadores para la carga.

Cargar la batería de accesorios de 12V, reduciendo la tensión de la batería HV de 200V a una tensión apta para cargar la batería de 12V, esto a través de un convertor DC/DC, incorporado en el mismo conjunto inversor.

4.1. Elevador de tensión (BOOSTER)

El elevador de tensión es el encargado de elevar los 200V que entrega la batería HV a unos 500V que ser entregados a los inversores de cada motogenerador.

Para realizar dicha función el Booster cuenta con dos elementos principales incorporados, un reactor y un módulo denominado IPM el cual

está compuesto por transistores IGBT, los mismos que se encargan de dos funciones específicamente.

La primera es con el reactor crear una fuente que eleve la tensión la cual será enviada hacia el inversor que controla los motogeneradores, y la segunda es permitir que la tensión generada por los MGs llegue hacia la batería HV.

El BOOSTER cuenta además con un circuito RC que significa resistencia-condensador el cual está encargado de estabilizar el sistema y además mantenerse descargado cuando el sistema sea desconectado de la fuente de energía. Los condensadores en este circuito son 3, se encargan de almacenar los picos de voltaje para luego entregarlo en valores altos de aproximadamente 500V, paralelamente a los capacitores se encuentra una resistencia conformada internamente por varios resistores para poder disipar de una mejor manera la potencia,

A través de diagnóstico por imágenes se consiguió formar un circuito equivalente que representa al BOOSTER para así lograr determinar su funcionamiento en las diferentes situaciones y poder testear cada uno de sus componentes para llegar a una conclusión de buen o mal funcionamiento.

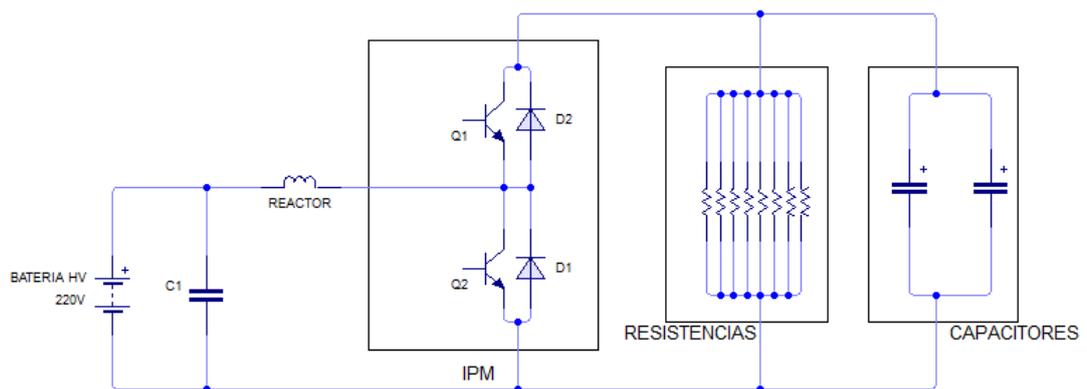


Figura 40. Circuito Booster

En la primera función del BOOSTER es decir la de llevar el voltaje elevado hacia el control de los motogeneradores, se activa el transistor Q2

cargando el reactor con la tensión de la batería híbrida, luego el transistor Q2 es desactivado generando una autoinducción del reactor generando un voltaje elevado a la salida del mismo, cabe recalcar que solamente uno de los dos transistores puede ser activado, en este caso Q1 esta desactivado, dejando pasar la corriente solamente el diodo D2 ya que el diodo D1 no logra ser polarizado

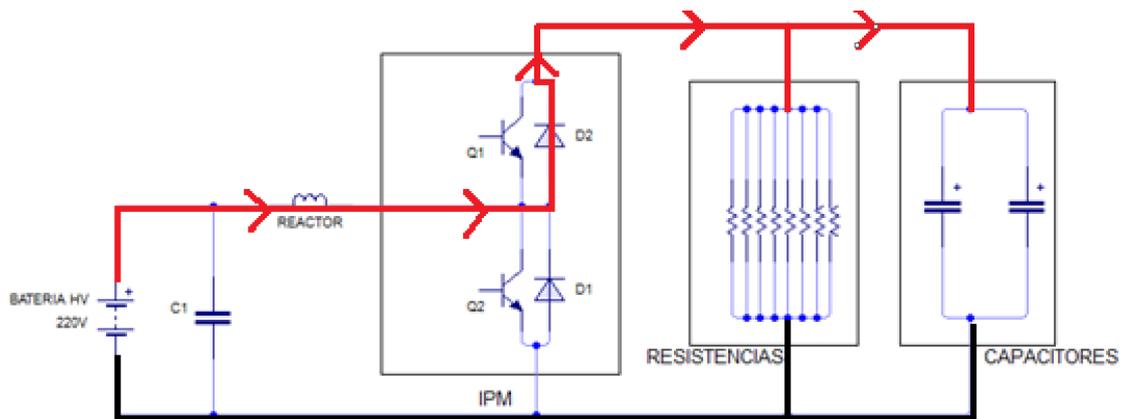


Figura 41. Circuito Booster enviando voltaje al inversor

En la segunda función del BOOSTER es decir cuando trae el voltaje generado del motogenerador hacia la batería híbrida, se activa el transistor Q1, en este caso el que no se encuentra polarizado es el D2 por lo que no da paso a la tensión pero al estar accionado Q1 la tensión pasa por este, para el cual el transistor Q2 esta desactivado, el voltaje pasa por el reactor que debido a su baja resistencia no genera gran caída de tensión y finalmente la tensión llega a la batería HV.

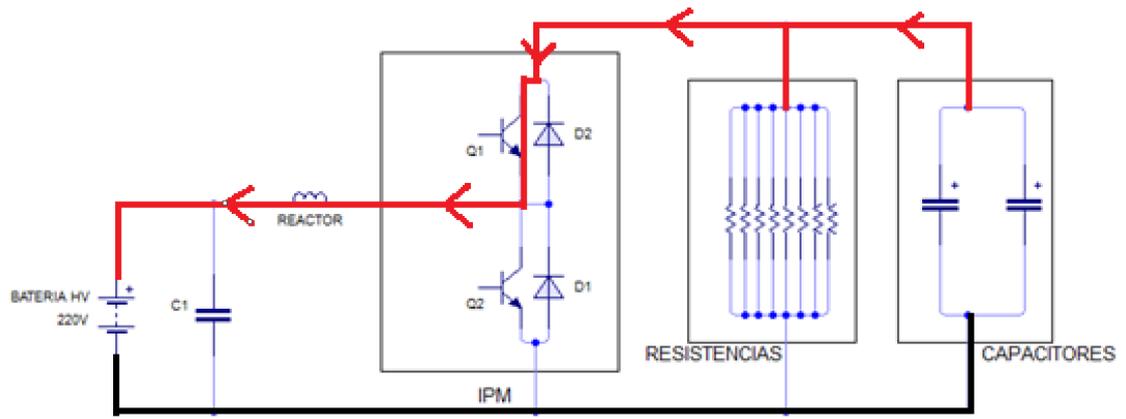


Figura 42. Circuito Booster recibiendo voltaje del inversor

A continuación se detalla los elementos que componen el BOOSTER y sus figuras de Lissajous:

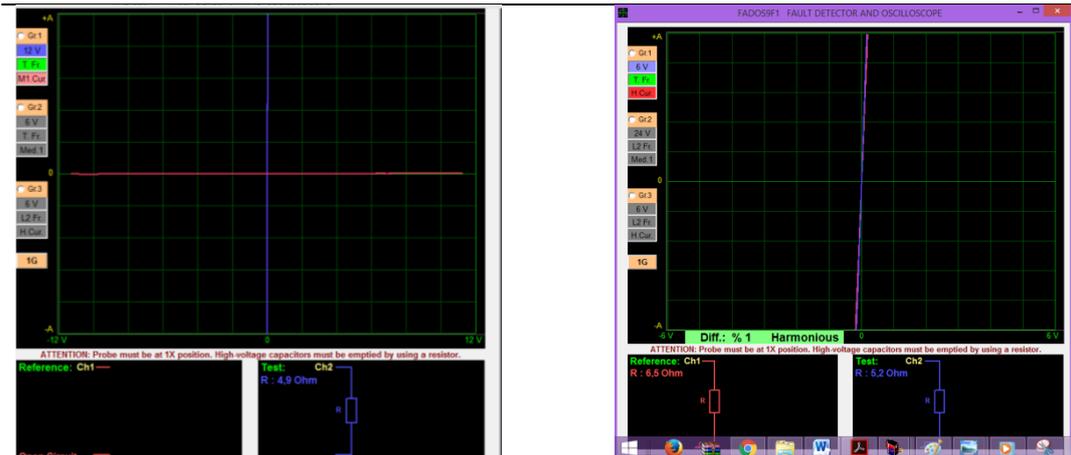
4.1.1. Reactor

El reactor viene a ser una bobina que se encuentra conectada en serie con la batería de alta tensión, sus conexiones son con chapas y tornillos fuertes debido a que aquí no debe existir ninguna caída de tensión que afecte al circuito.

Tabla 19

Figuras de Lissajous del reactor

REACTORES	
Toyota Prius	Toyota Highlander
	



En la imagen obtenida del reactor se tiene una resistencia con un valor no fijo, esto se debe al fuerte aislamiento al que se encuentra sometido.

En la imagen obtenida del reactor se tiene una resistencia con un valor no fijo, esto se debe al fuerte aislamiento al que se encuentra sometido.

Las figuras de lissajous del reactor son las más complicadas de obtener, debido a que este se encuentra bajo un riguroso aislamiento para evitar fugas de tensión.

4.1.2. Condensador (paralelo a la batería HV)

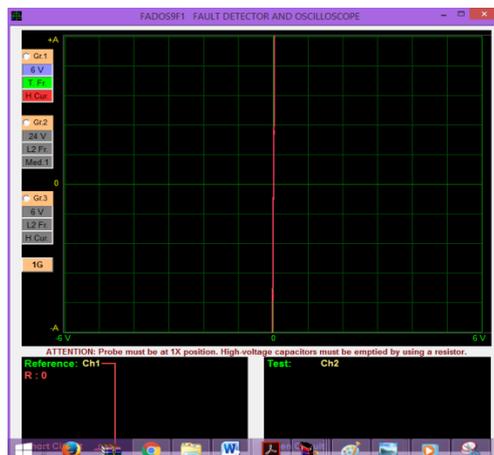
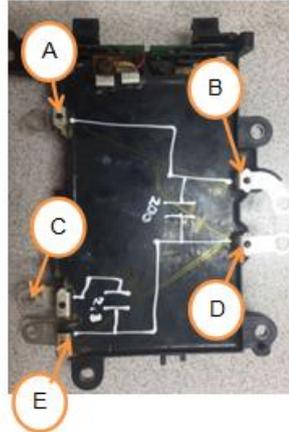
Este capacitor ayuda al filmado y estabilización del voltaje en el instante en que el MG funciona como generador, estos pueden estar constituidos por un solo cuerpo con capacitores conectados internamente o por capacitores individuales depende del inversor.

Tabla 20

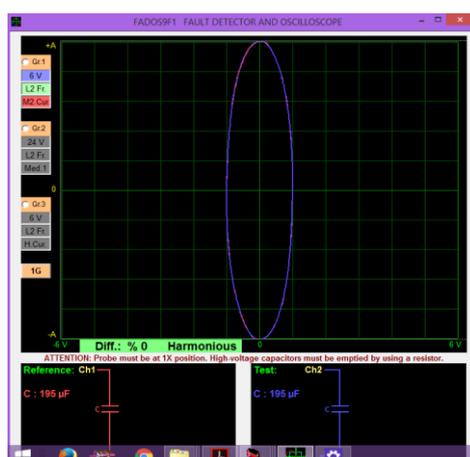
Figuras de lissajous del condensador

CAPACITORES (PARALELO A LA BATERÍA HV)

Toyota Highlander

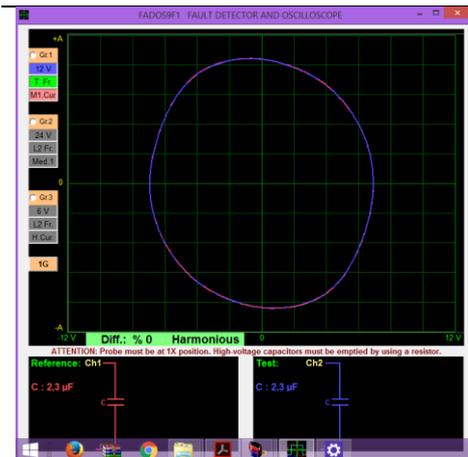


Entre A y B se encuentra en continuidad por lo que se obtiene la figura característica de corto circuito

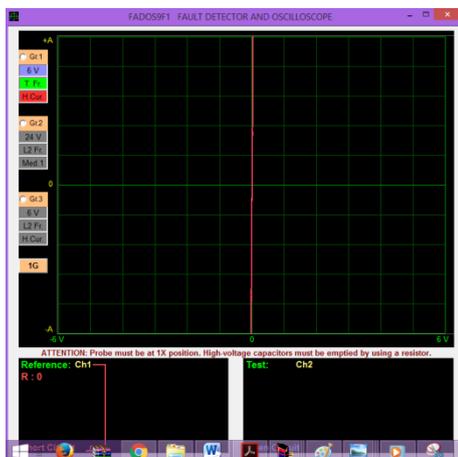


Entre B y D se obtiene la figura de un capacitor de un valor de 196 uF que se asemeja al valor determinado por el fabricante.





Entre C y E se genera una curva que corresponde a un capacitor de 2,3uF que se asemeja al valor determinado por el fabricante.



Entre D y E se tiene continuidad representada por la figura de corto circuito.

Tabla 21

Figuras de Lissajous del condensador

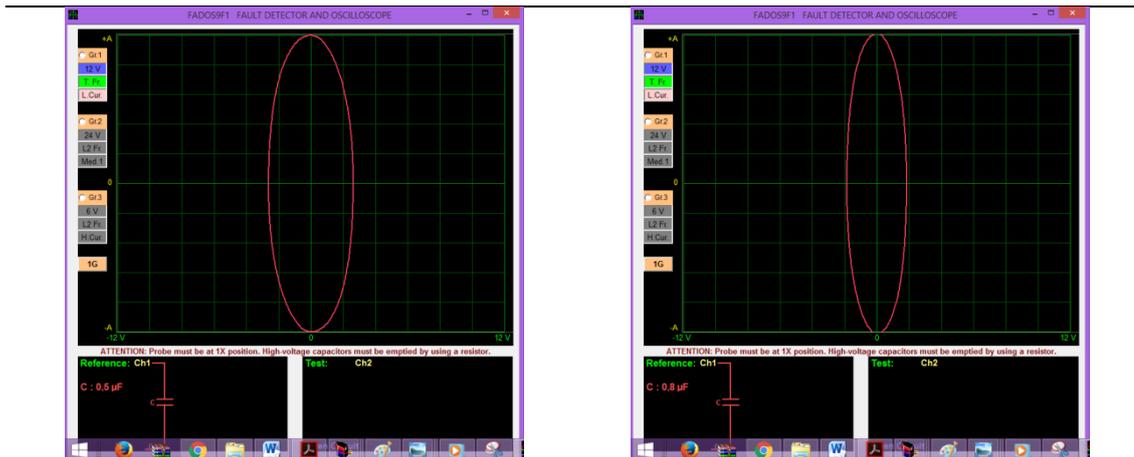
CAPACITORES (PARALELO A LA BATERÍA HV)

Toyota Prius



CONTINÚA





En la imagen se obtiene un capacitor de 0,5 uF, el cual se asemeja al estipulado por el fabricante.

En la imagen se obtiene un capacitor de 0,8 uF, el cual se asemeja al estipulado por el fabricante.

Con las figuras de Lissajous obtenidas con los condensadores se concluye que se encuentran en perfecto estado debido a que la capacitancia medida es similar a la descrita por el fabricante.

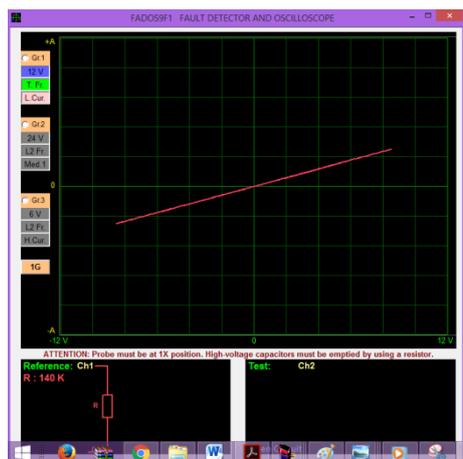
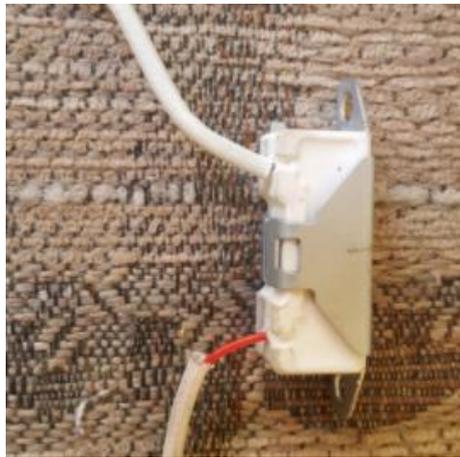
4.1.3. Resistencia

La resistencia en el circuito BOOSTER sirve para descargar el capacitor en caso de desenergizar el sistema.

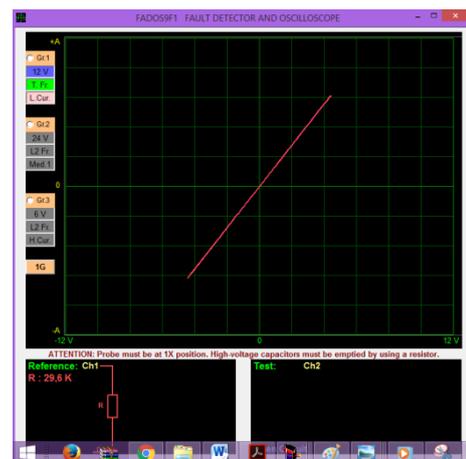
Tabla 22

Figuras de Lissajous de la resistencia

RESISTENCIAS	
Toyota Prius	Toyota Highlander



En la imagen se obtuvo una resistencia de 140 Kohm la cual se asemeja a los parámetros de fabricante.



En la imagen se obtuvo una resistencia de 29,6 Kohm la cual se asemeja a los parámetros de fabricante.

Según las imágenes y las especificaciones de las resistencias se concluye que están en perfecto estado debido a que la resistencia medida es similar a la descrita por el fabricante.

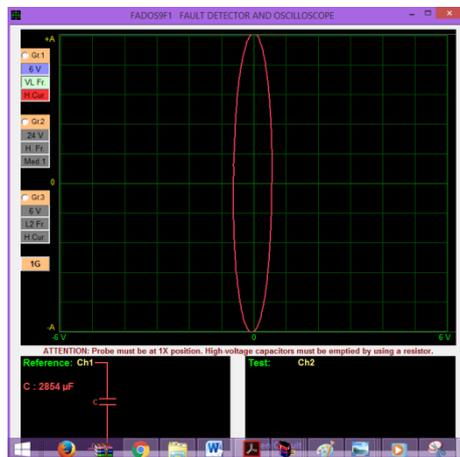
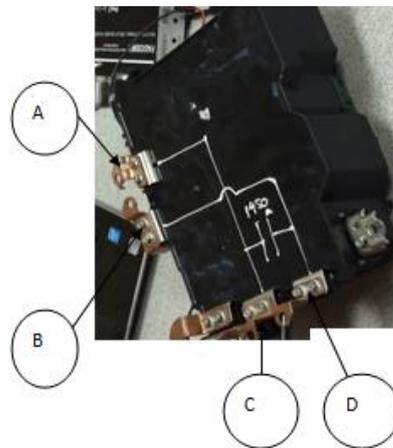
4.1.4. Capacitor (A la salida del BOOSTER)

Es el encargado de mantener la tensión de 500V con su carga al recibir los picos de tensión generados por el reactor, además de filtrar la tensión que se envía hacia el control de los motogeneradores.

Tabla 23

Figuras de Lissajous del capacitor

CAPACITORES (A LA SALIDA DEL BOOSTER)
Toyota Highlander

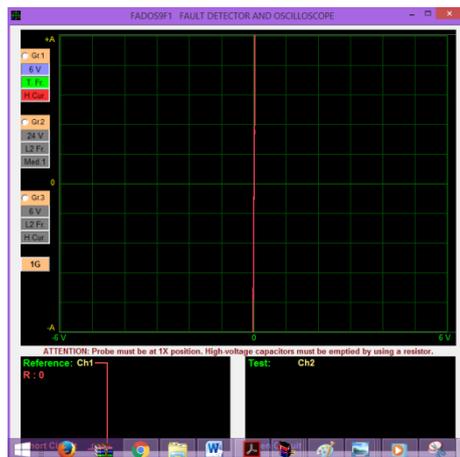
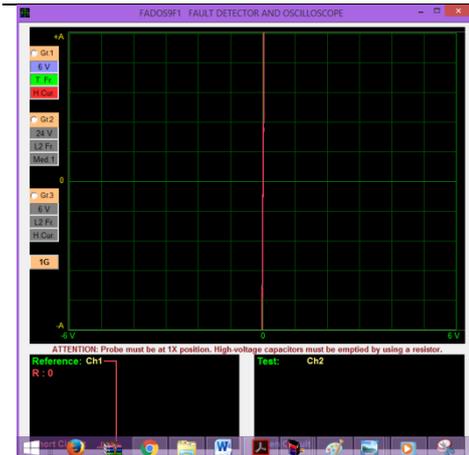


Entre C y D se traza la curva de un capacitor cuyo valor es de 2854 uF, el cual es similar al valor determinado por el fabricante.

Entre B y D se tiene continuidad representada por la figura de corto circuito.

CONTINÚA





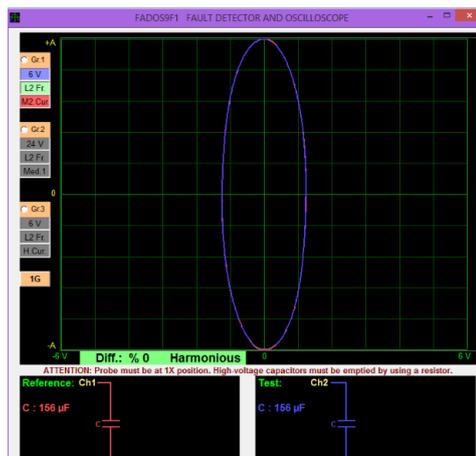
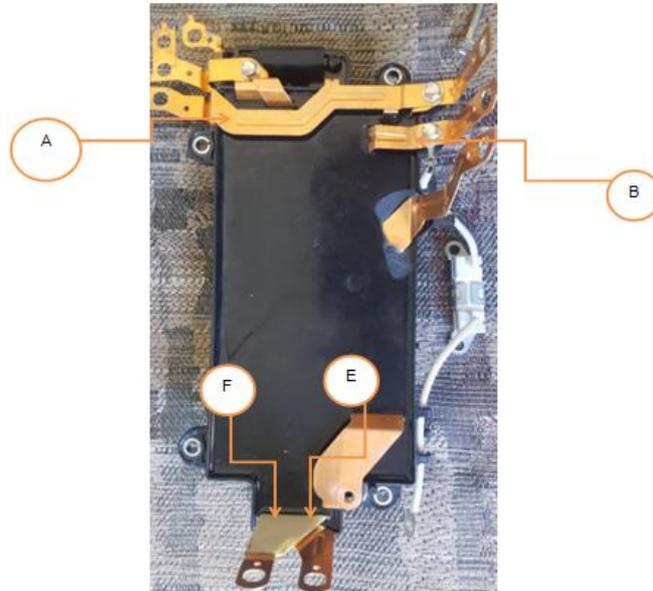
Entre A y C se tiene continuidad representada por la figura de corto circuito.

Tabla 24

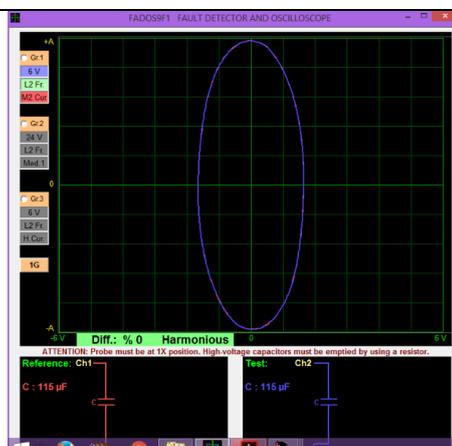
Figuras de Lissajous del capacitor

CAPACITORES (A LA SALIDA DEL BOOSTER)

Toyota Prius



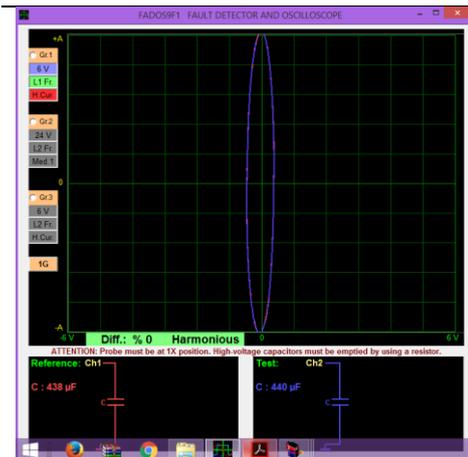
Entre A y F se traza la curva de un capacitor cuyo valor es de 156 μF , el cual es similar al valor determinado por el fabricante.



Entre A y E se traza la curva de un capacitor cuyo valor es de 115 μF , el cual es similar al valor determinado por el fabricante.

CONTINÚA





Entre E y F se traza la curva de un capacitor cuyo valor es de 440 uF, el cual es similar al valor determinado por el fabricante.

4.1.5. Módulo IPM

Es el encargado de realizar la conmutación entre 2 transistores para enviar tensión a los motogeneradores o recibirla de ellos según sea el caso.

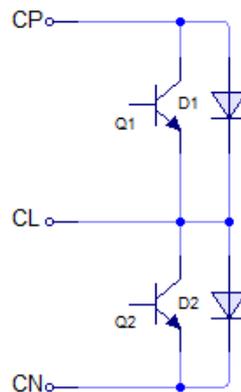
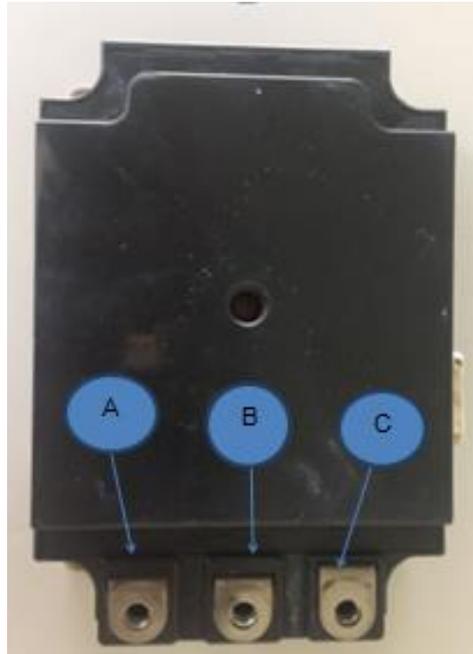


Figura 43. Esquema eléctrico de un IPM

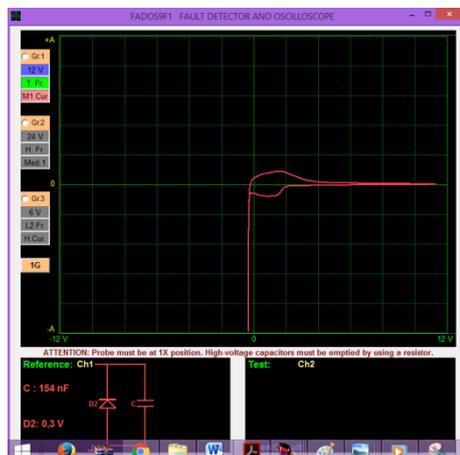
Tabla 25

Figuras de Lissajous del IPM

MODULO IPM
 Toyota Highlander



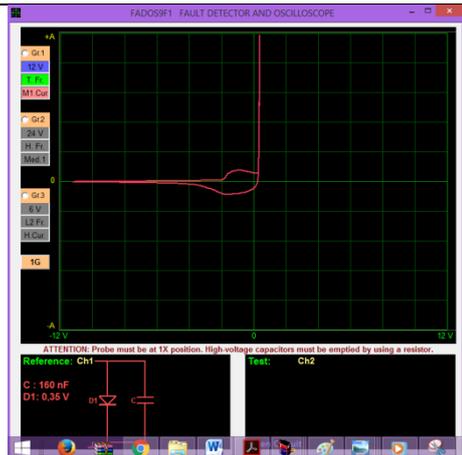
A = CL
 B = CP
 C = CN



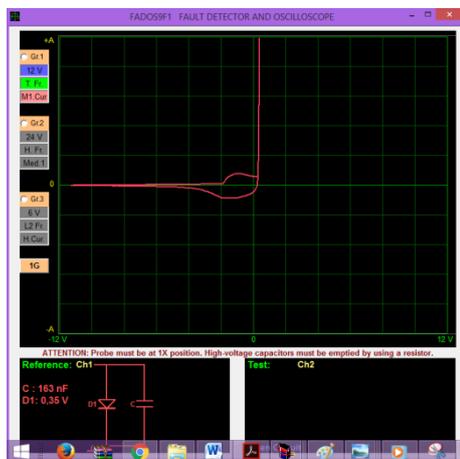
Entre A y B se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 154 nF.

CONTINÚA

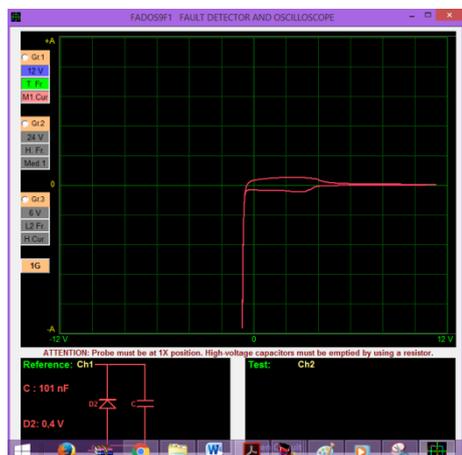




Entre C y A se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 160 nF.



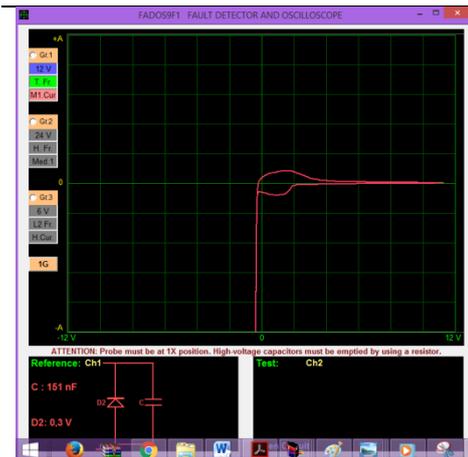
Entre B y A se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 163 nF.



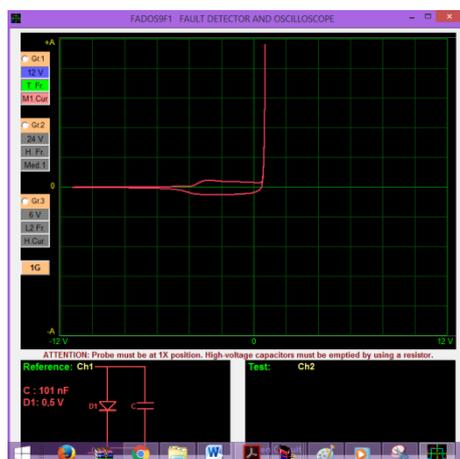
Entre B y C se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 101 nF.

CONTINÚA





Entre A y C se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 151 nF.



Entre C y B se obtiene imagen de un diodo de germanio en paralelo a un capacitor de 101 nF.

4.2. Generador de corriente alterna para los motogeneradores (inversor)

Cada uno de los motogeneradores de un vehículo híbrido, funciona a través de corriente alterna que debe ser proporcionada por un elemento llamado inversor, este se va a encargar de transformar la corriente continua en corriente alterna, estos motores trifásicos tienen una configuración de tipo estrella desfasada en 120 grados en relación a la rotación del motor, en cada una de las fases del motogenerador debe haber una corriente que cambie de sentido con relación al tiempo que a la vez debe ser desfasada correctamente.

Todo este control lo realiza el inversor, a través de transistores IGBT que funcionan de manera sincronizada ordenados por la unidad de control, además de transformar la corriente continua en corriente alterna, este tiene

la función de transformar la corriente alterna en directa , es decir, comportarse como un rectificador de onda.

Este proceso se divide en 2 situaciones de acuerdo a la necesidad, la primera cuando el MG se comporta como motor y otra de ella cuando se comporta como generador

Cuando este se comporta como motor es necesario hacer llegar al motogenerador una corriente alter que se logra al realizar el control de transistores alternadamente a una frecuencia aproximada de 20KHZ de la siguiente manera.

Primero se activan tres transistores los cuales se accionan como se muestra en la siguiente figura logrando así el primer semiciclo

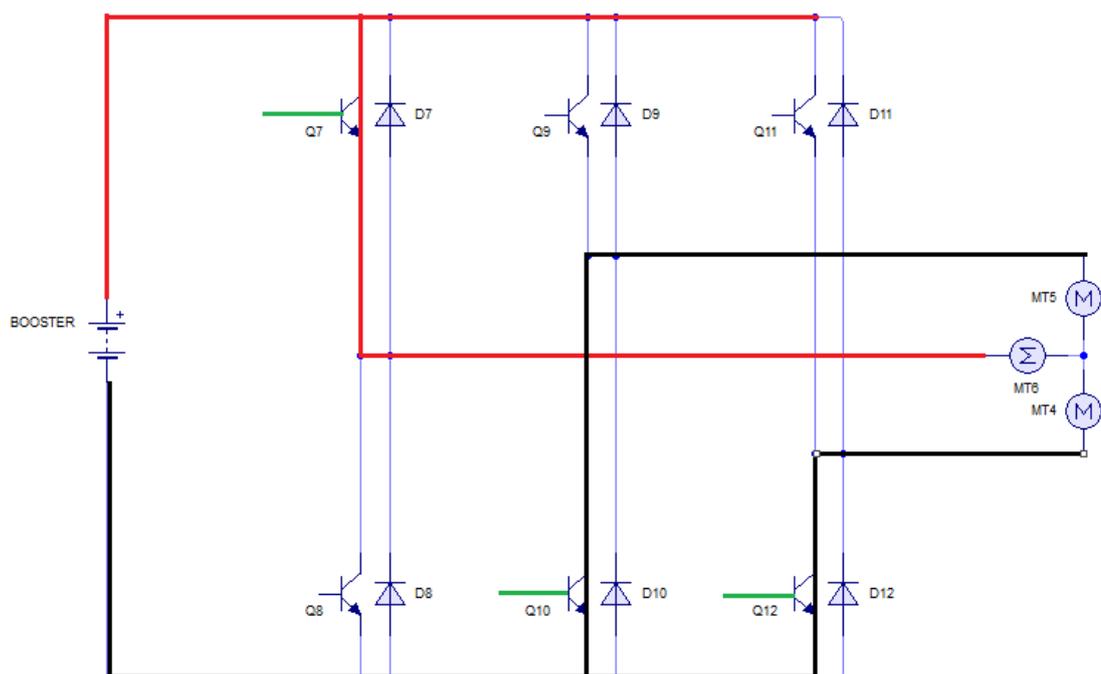


Figura 44. Circuito inversor etapa A

Luego se activan los otros tres transistores que darán paso al siguiente semiciclo como se muestra en la figura 45.

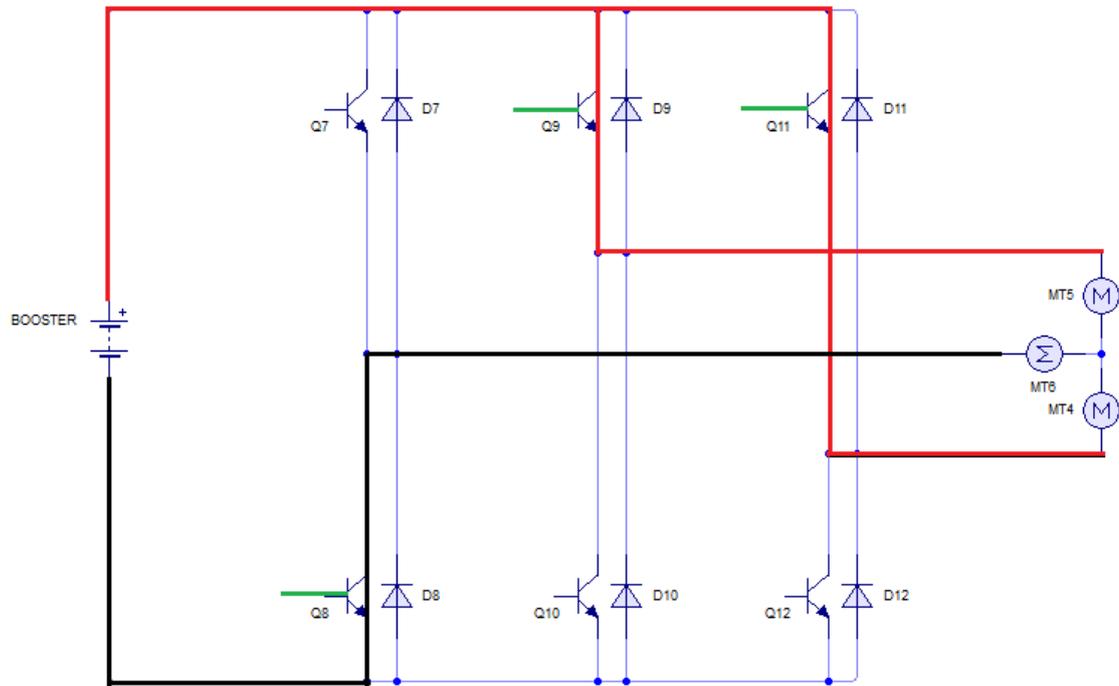


Figura 45. Circuito inversor etapa B

Estos dos procesos en altas frecuencias logran que a cada fase del motogenerador llegue corriente alterna.

Para cuando actúa como generador el circuito se comporta de la siguiente manera.

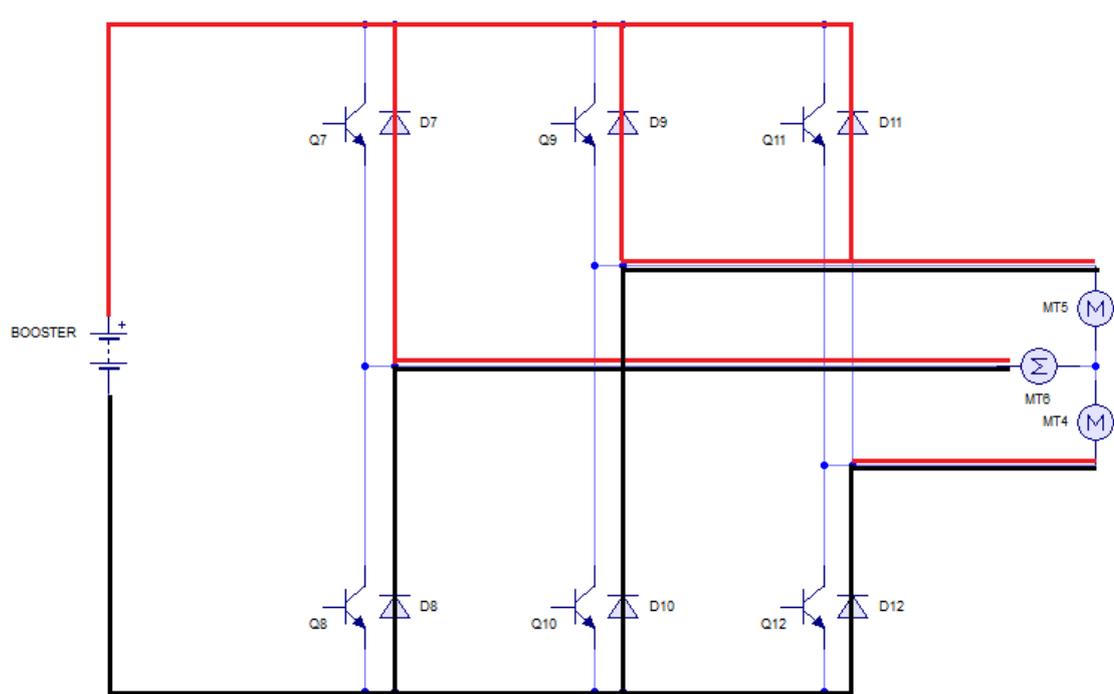


Figura 46. Circuito inversor recibiendo tensión del generador

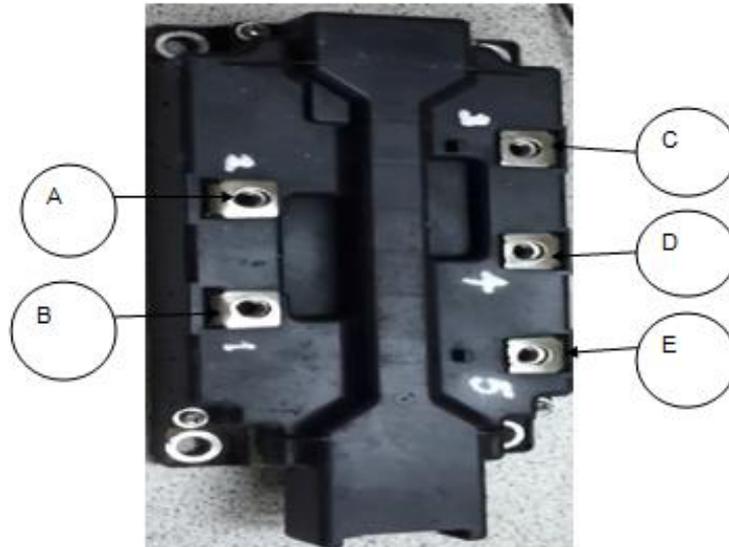
Por la configuración de diodos y al estar desactivados los transistores los diodos D7, D9, D11 dejan pasar solamente picos positivos mientras que los diodos D8, D10, D12 dejan pasar solo picos negativos, volviendo la corriente alterna en corriente directa.

Tabla 26

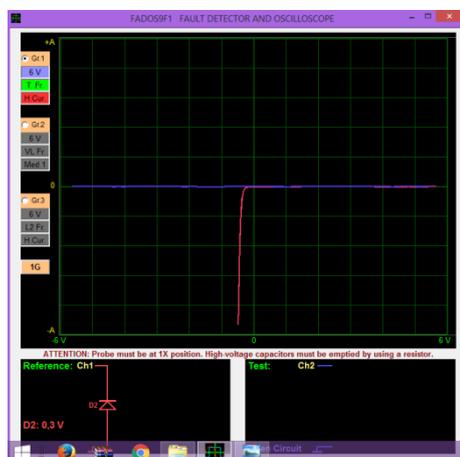
Inversor para MG3 Toyota Highlander

INVERSOR PARA MG3

Toyota Highlander



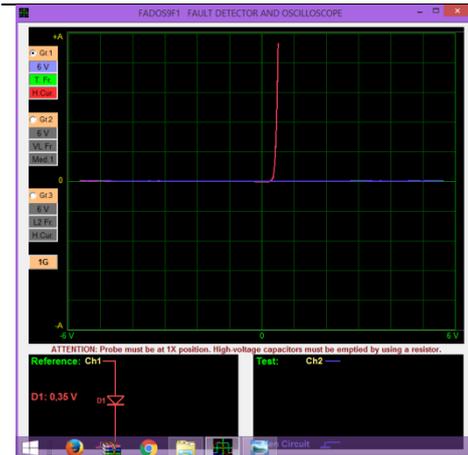
A y B: entrada de voltaje desde el Booster.
C, D y E: salidas hacia el motogenerador



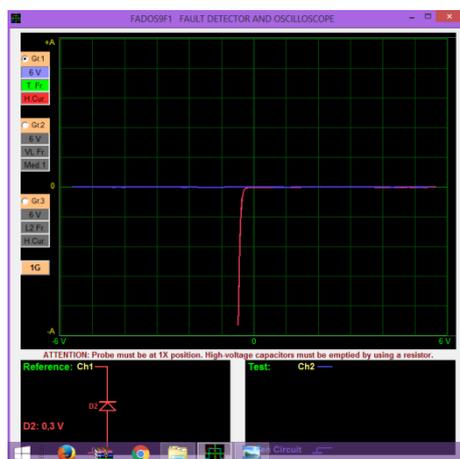
Entre A y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

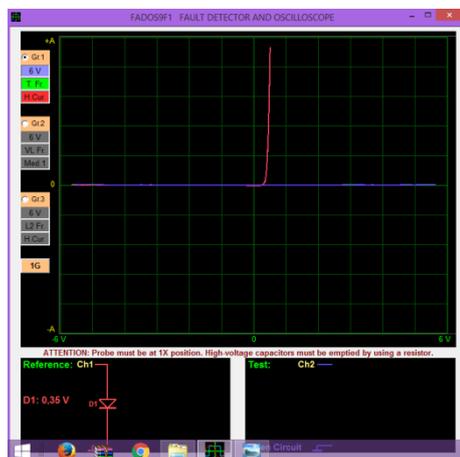




Entre C y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



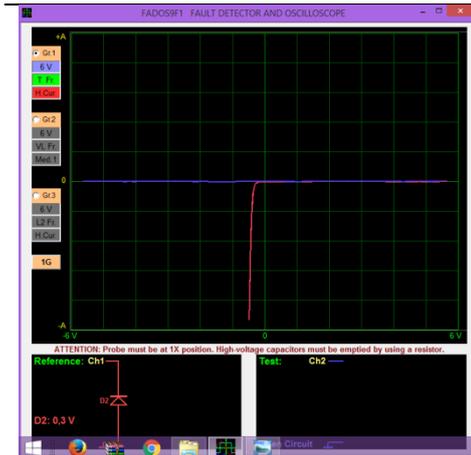
Entre A y D se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



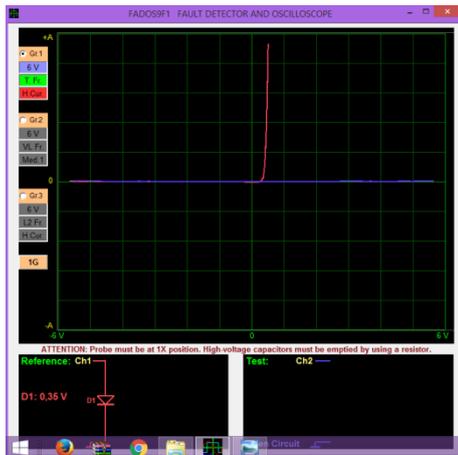
Entre D y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

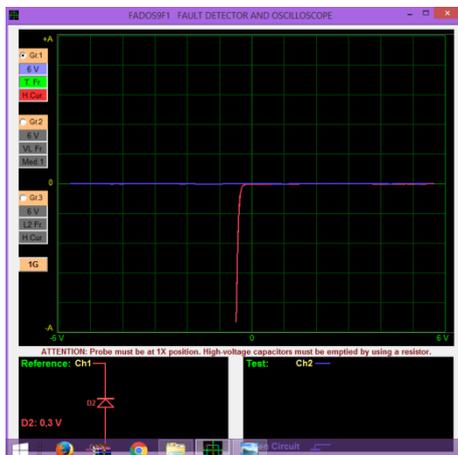




Entre A y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



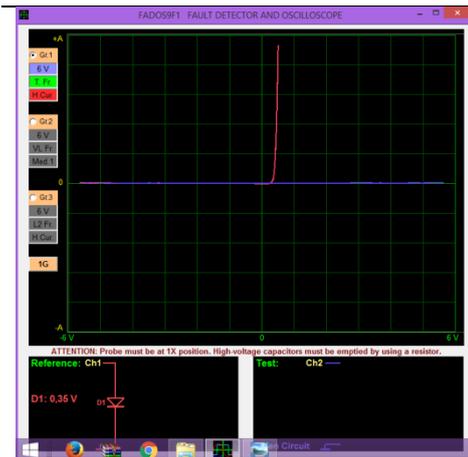
Entre E y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



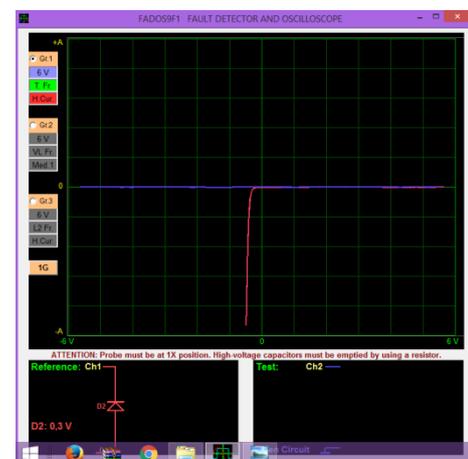
Entre B y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

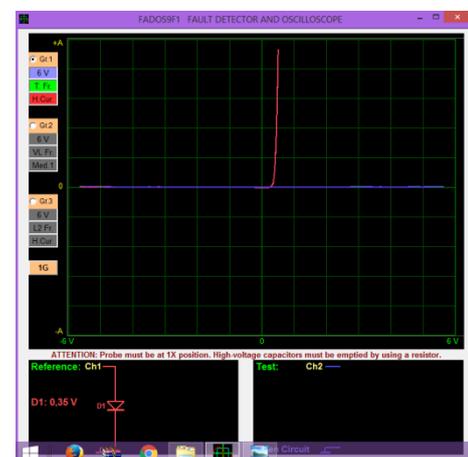




Entre C y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



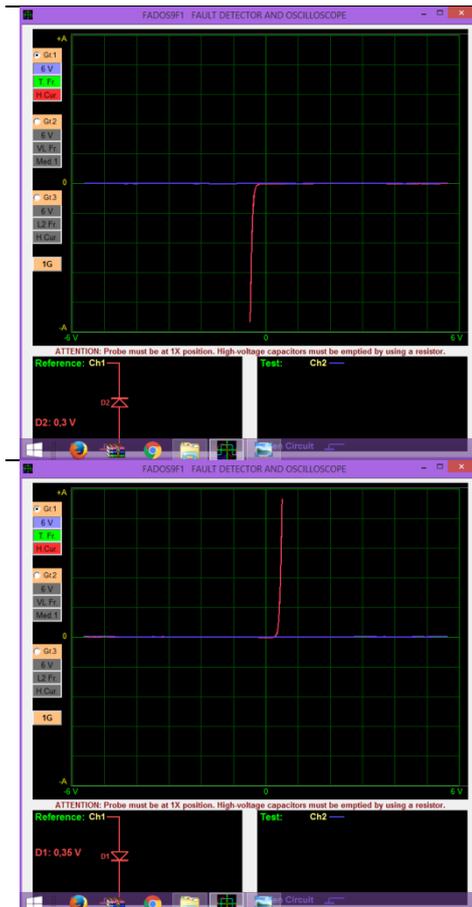
Entre B y D se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



Entre D y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA





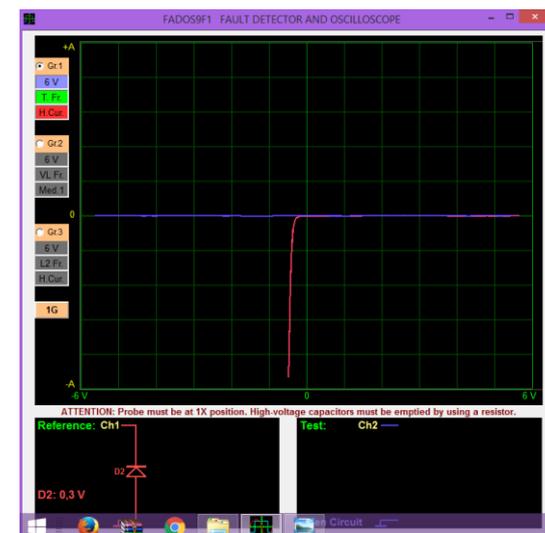
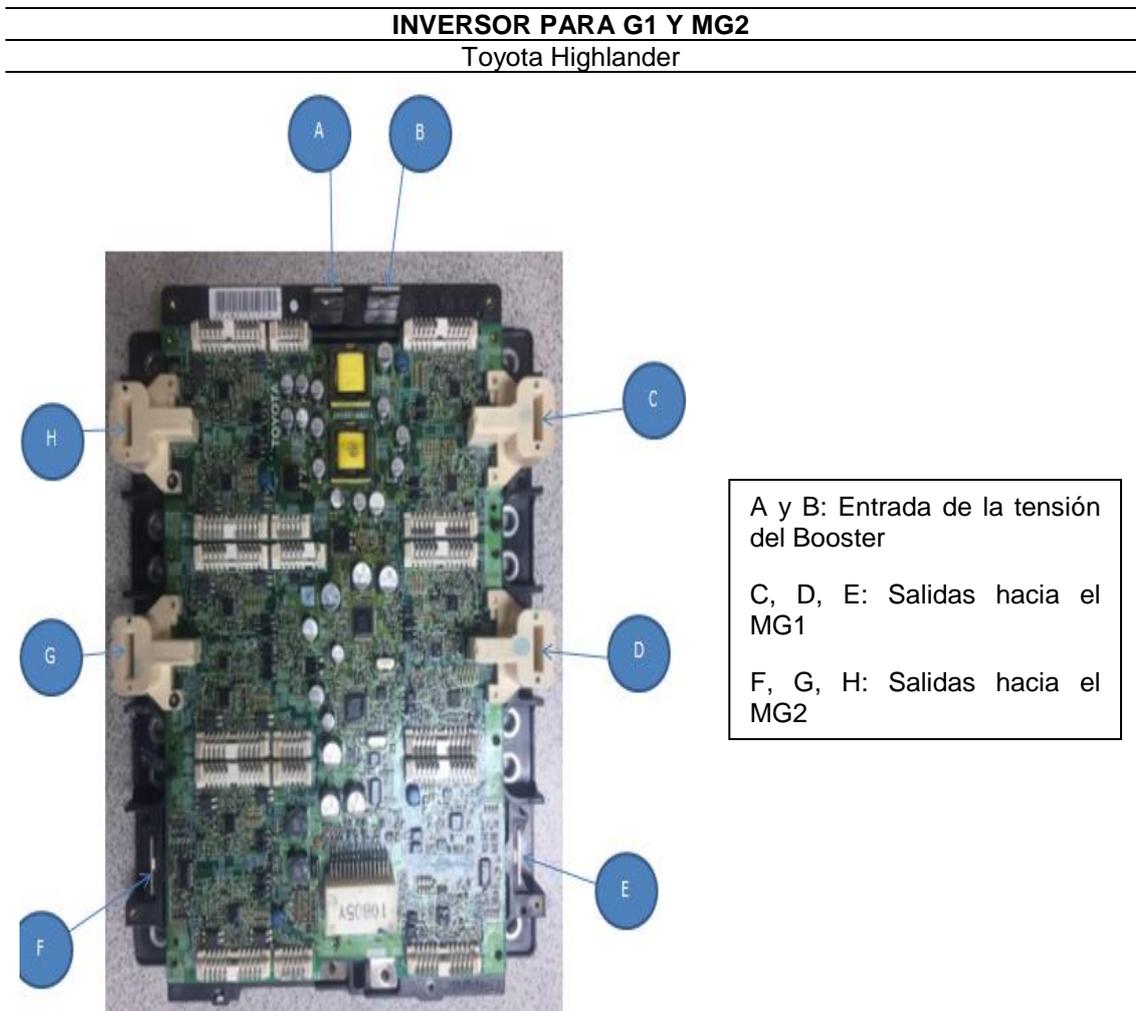
Entre E y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

Entre B y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

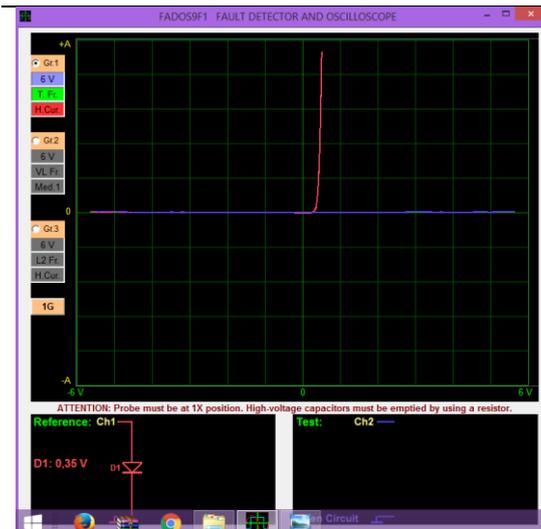
En la tabla 26. Se llega a la conclusión que el inversor se encuentra en correcto estado al comparar las figuras de Lissajous con los diagramas del inversor.

Tabla 27

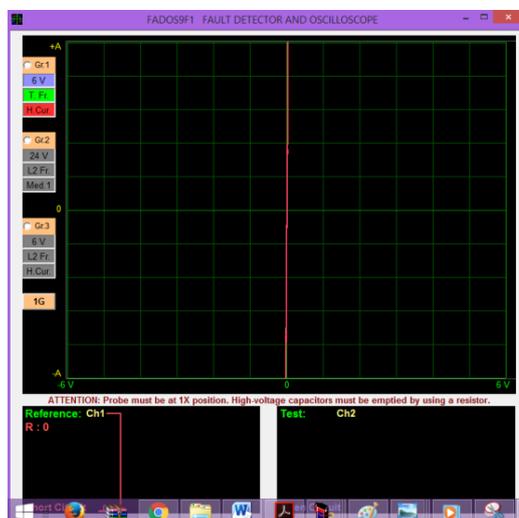
Figuras de Lissajous para el inversor de MG1 y MG2 Toyota Highlander



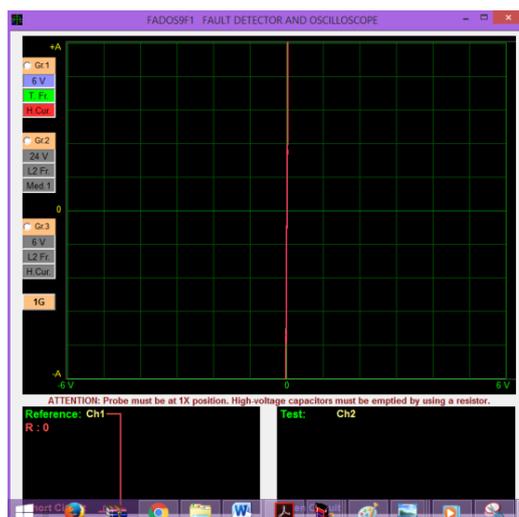
Entre A y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



Entre C y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

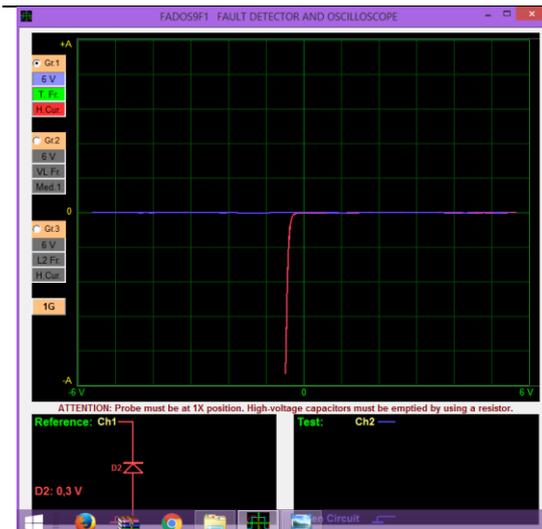


Entre A y D se genera una curva de corto circuito indicando un mal funcionamiento del inversor en este tramo.

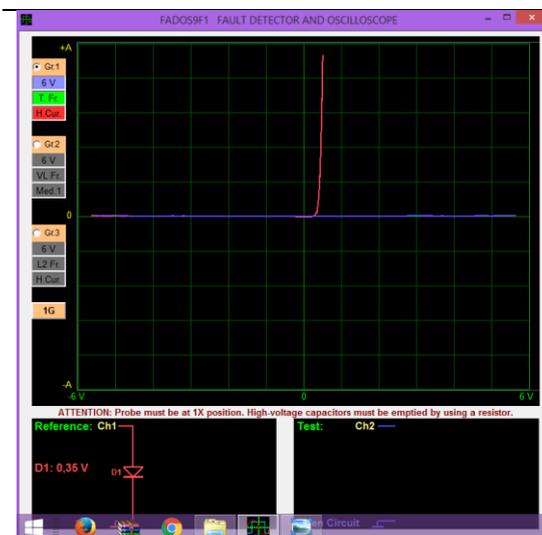


Entre D y A se genera una curva de corto circuito indicando un mal funcionamiento del inversor en este tramo.

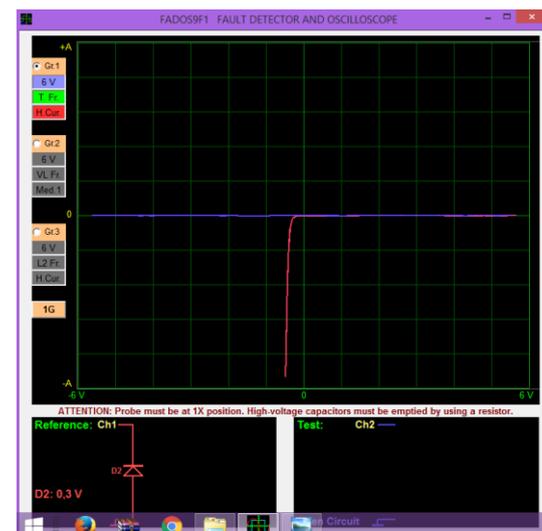




Entre A y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



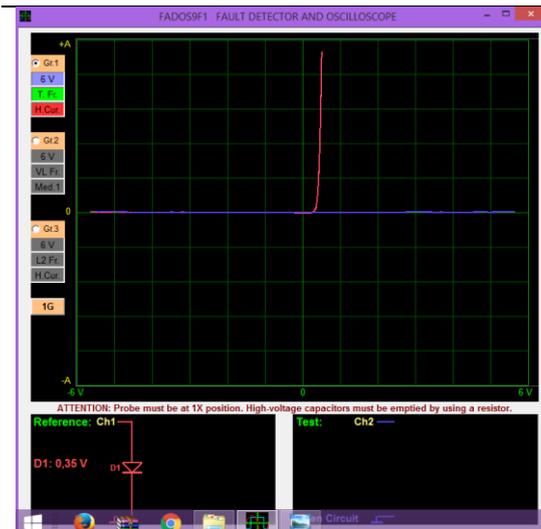
Entre E y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



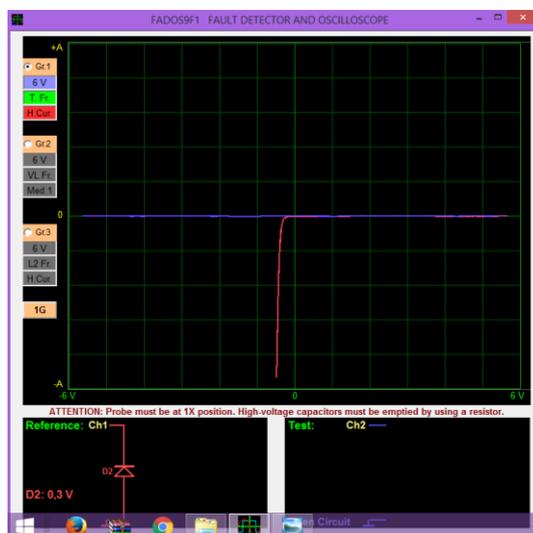
Entre A y F se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

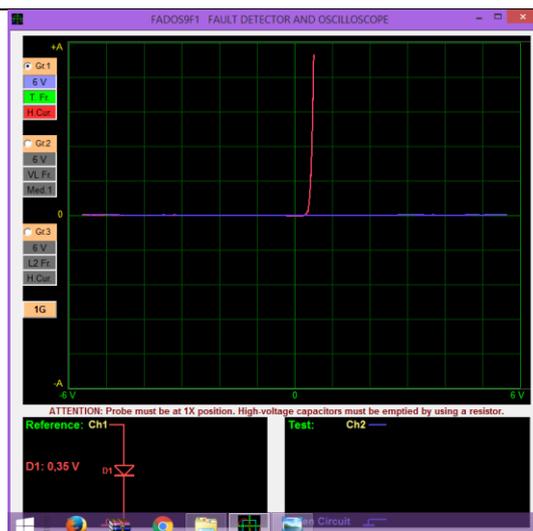




Entre F y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

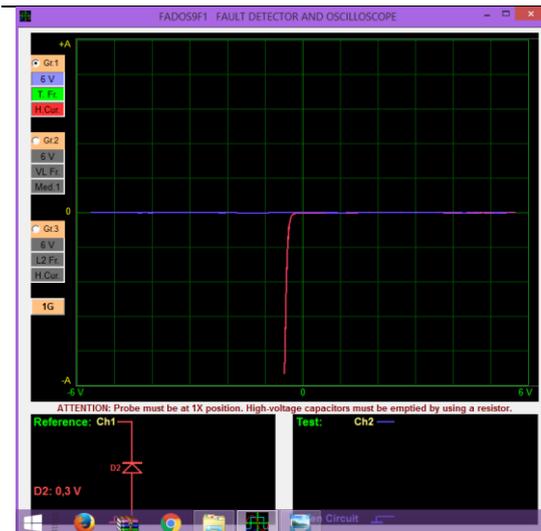


Entre A y G se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

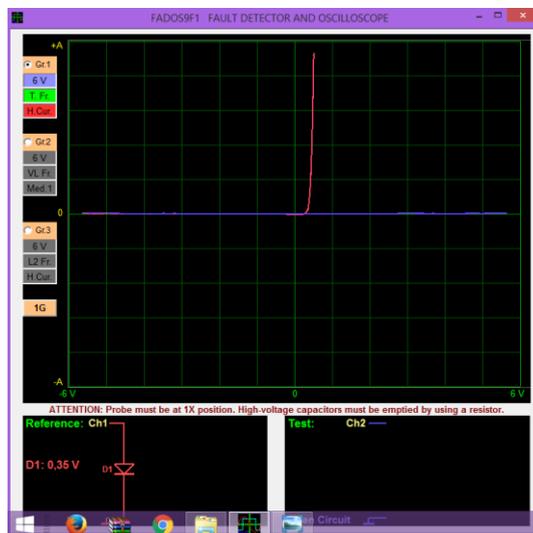


Entre G y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

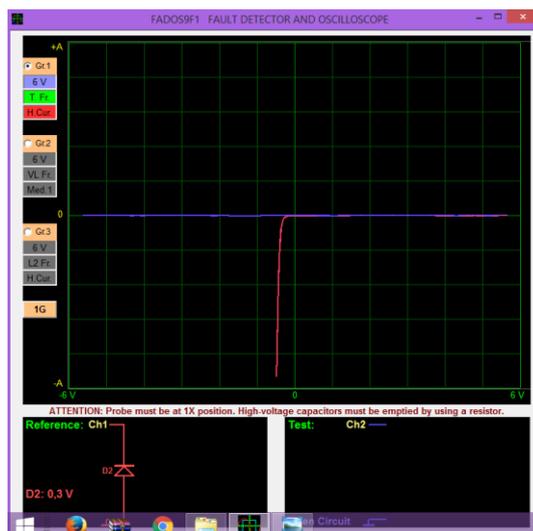




Entre A y H se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



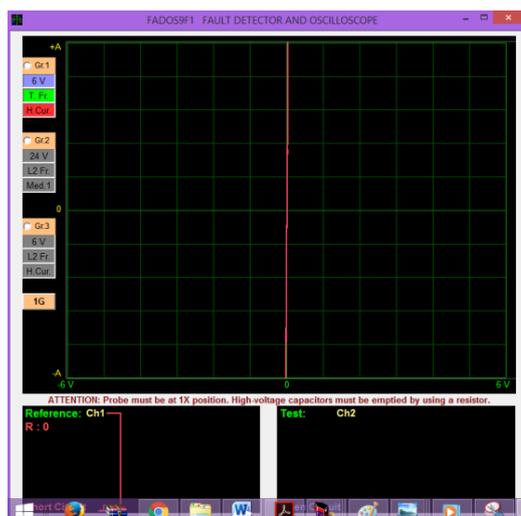
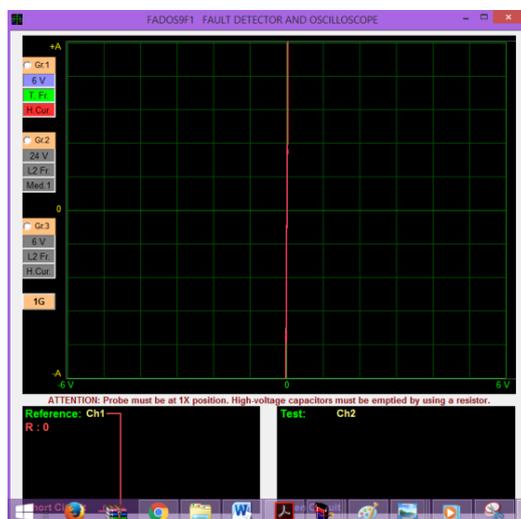
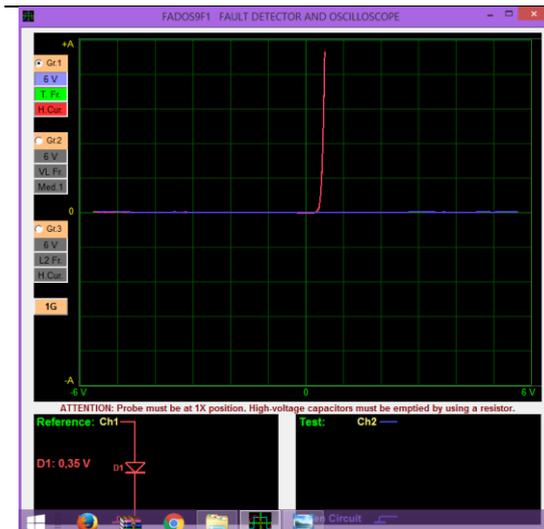
Entre H y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

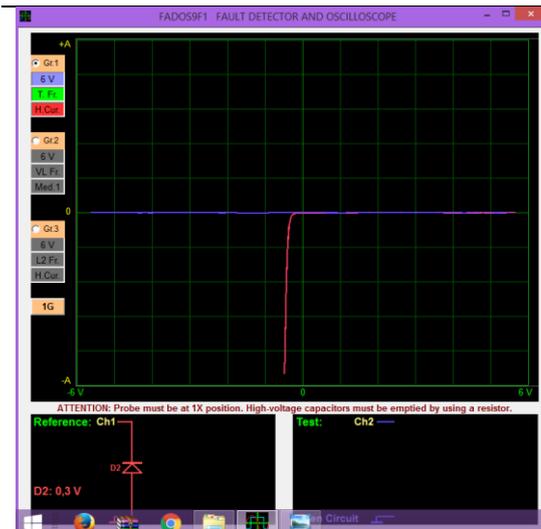


Entre B y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

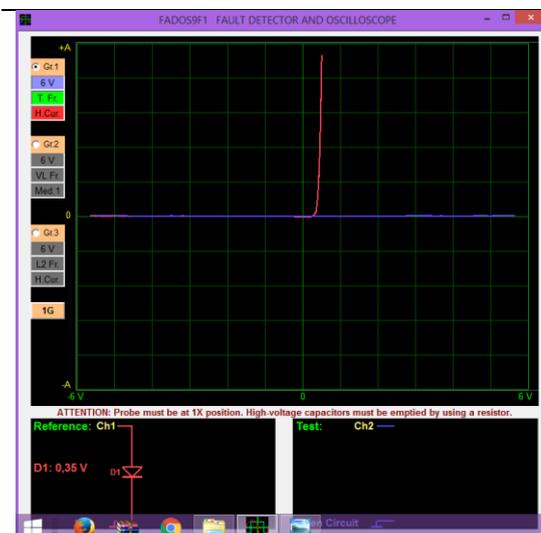
CONTINÚA



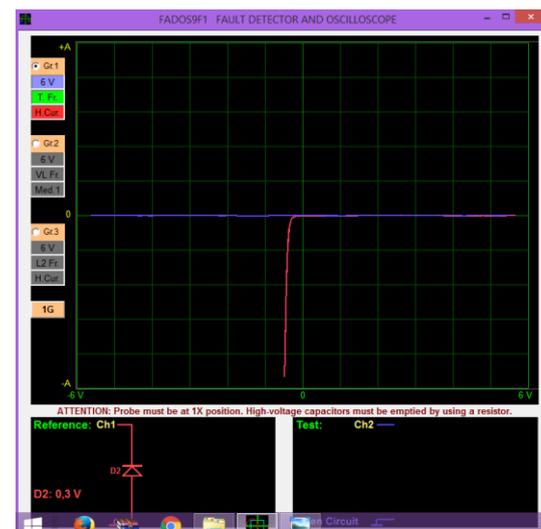




Entre B y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



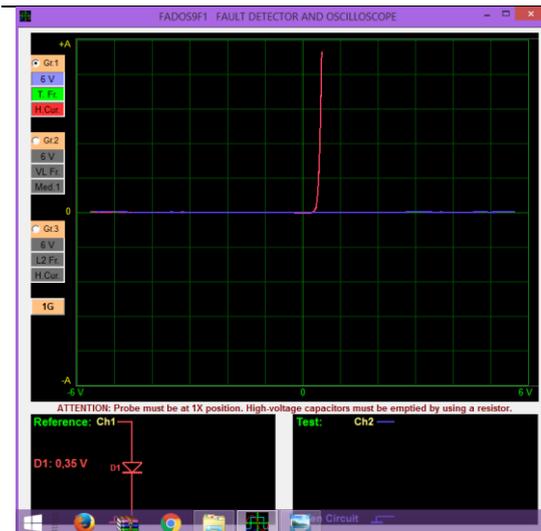
Entre E y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



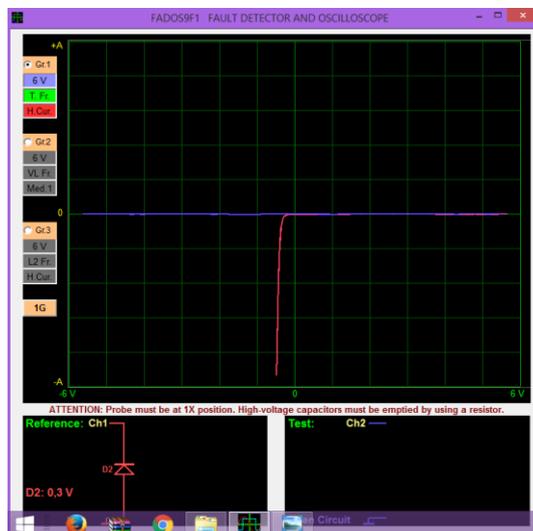
Entre B y F se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

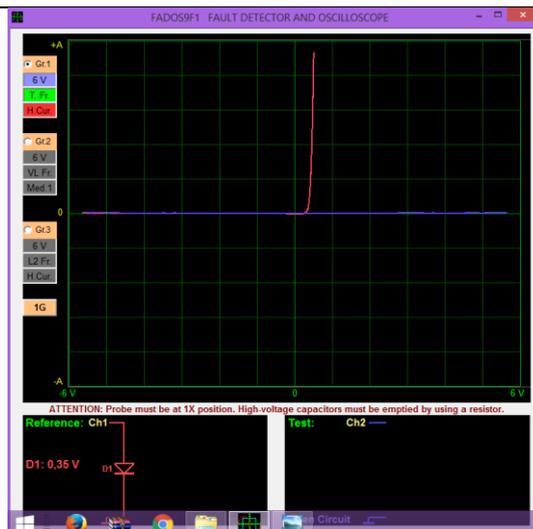




Entre F y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

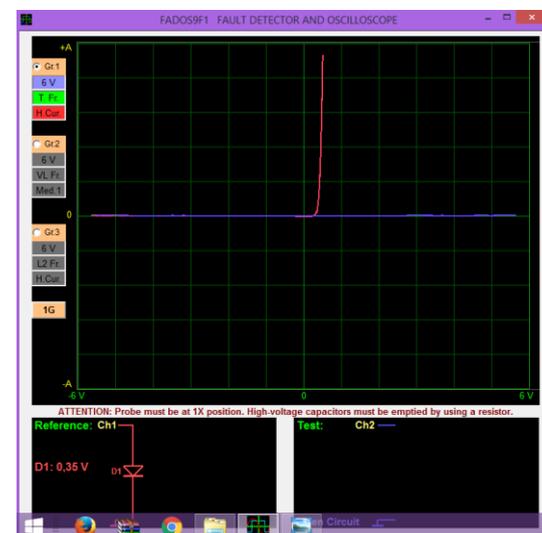
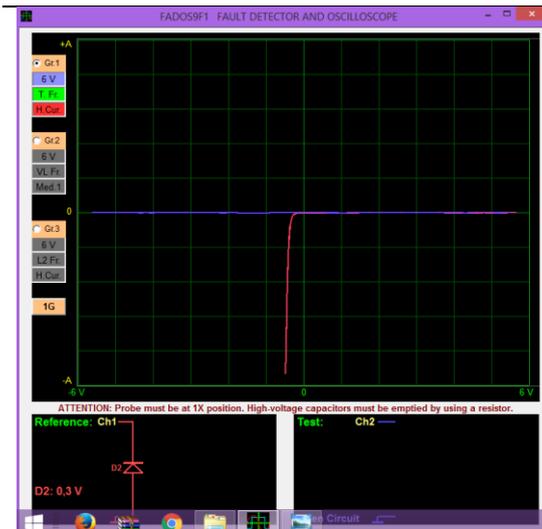


Entre B y G se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



Entre G y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



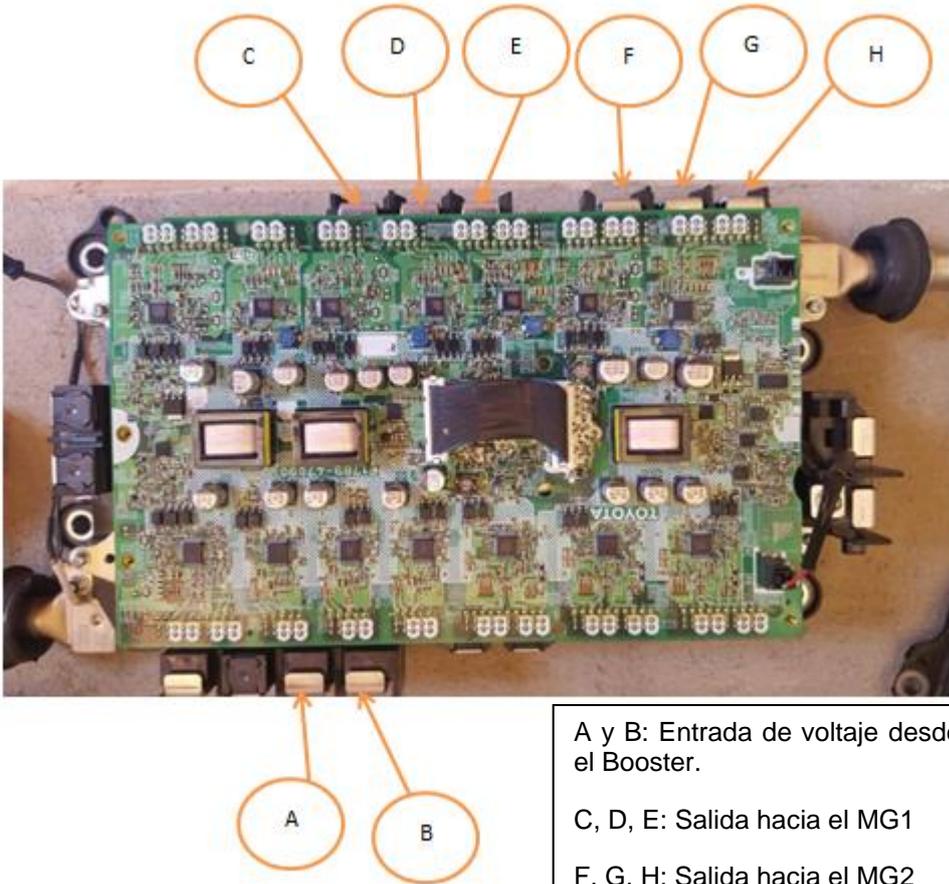


En la tabla 27 Se puede llegar a la conclusión que la circuitería que va desde los bornes de la alta tensión del BOOSTER hasta el punto de contacto D se encuentra en mal estado por lo que el inversor para MG1 y MG2 debe ser analizado más profundamente para reparar o cambiarlo.

Tabla 28

Figuras de Lissajous del inversor para MG1 y MG2 del Toyota Prius

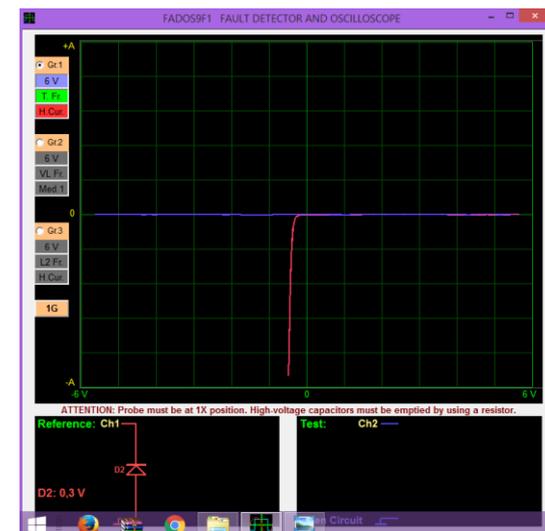
INVERSOR PARA MG1 Y MG2
Toyota Prius



A y B: Entrada de voltaje desde el Booster.

C, D, E: Salida hacia el MG1

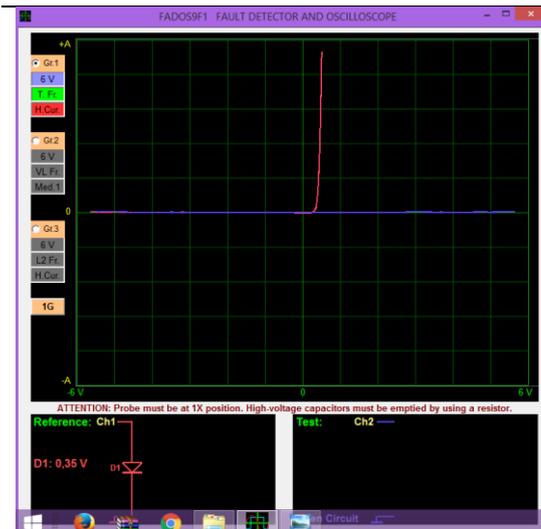
F, G, H: Salida hacia el MG2



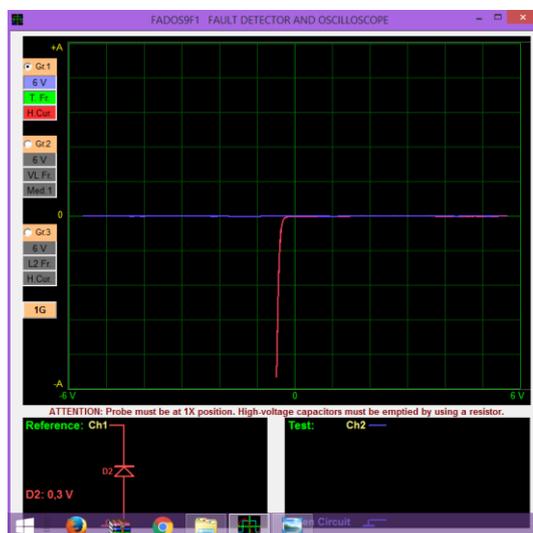
Entre A y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINUÁ

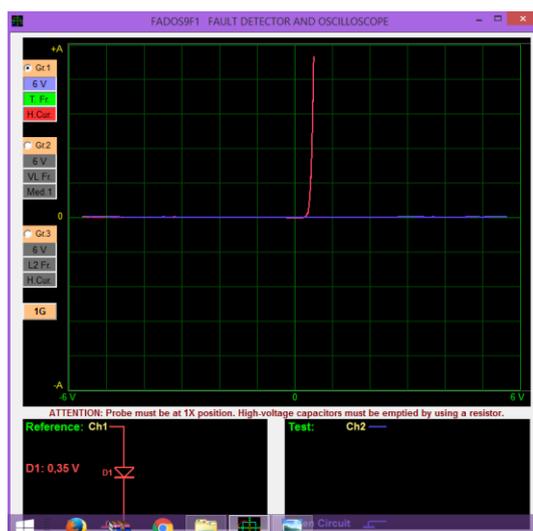




Entre C y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

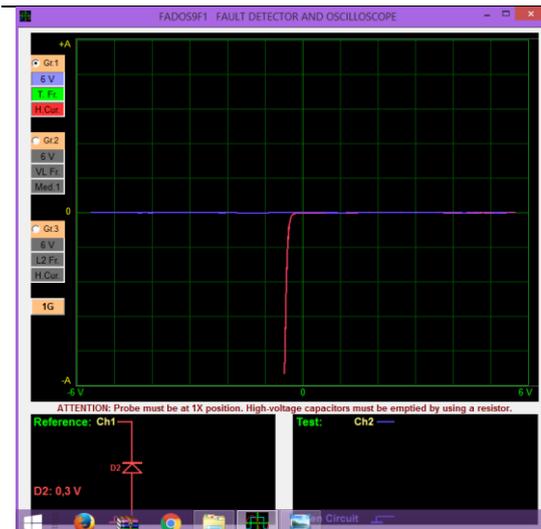


Entre A y D se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado...

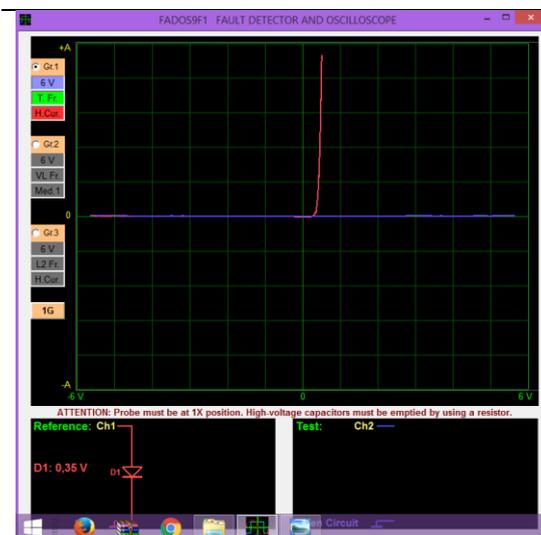


Entre D y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

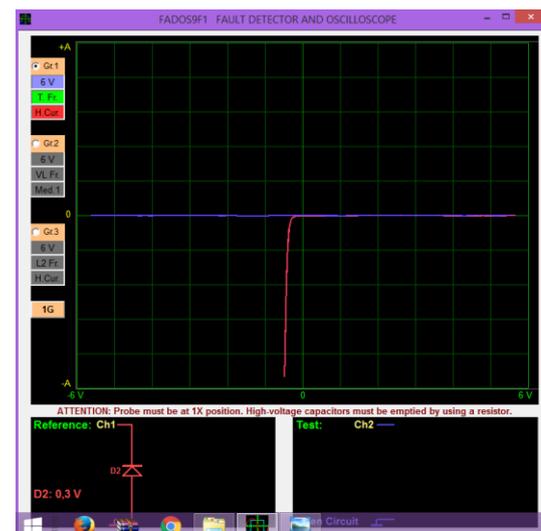




Entre A y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



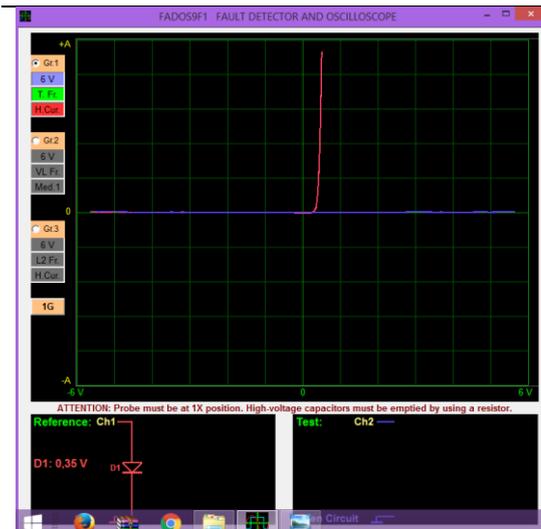
Entre E y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



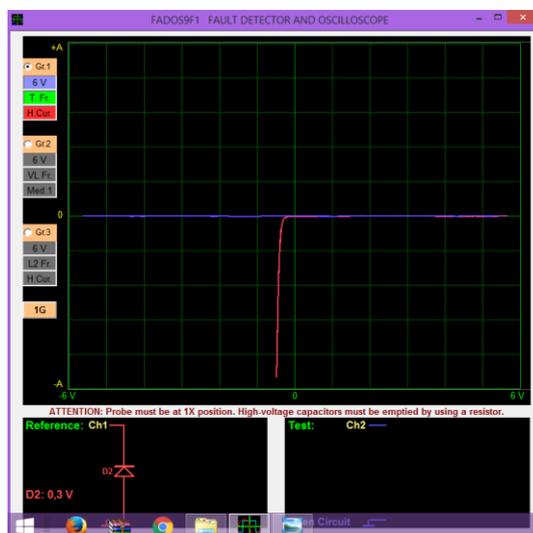
Entre A y F se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

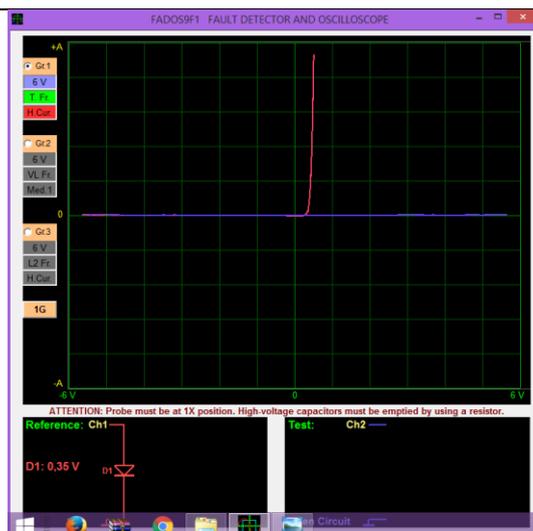




Entre F y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

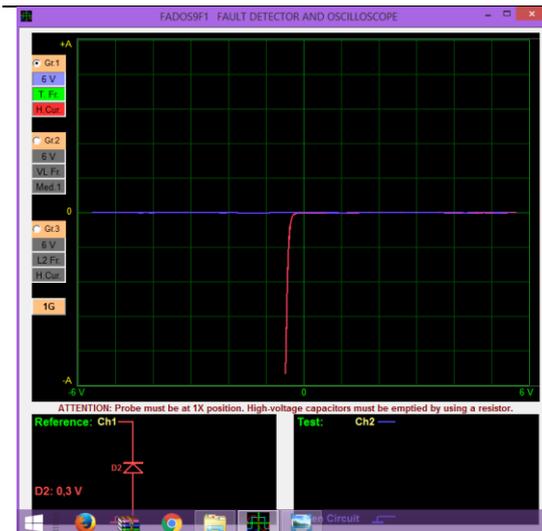


Entre A y G se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

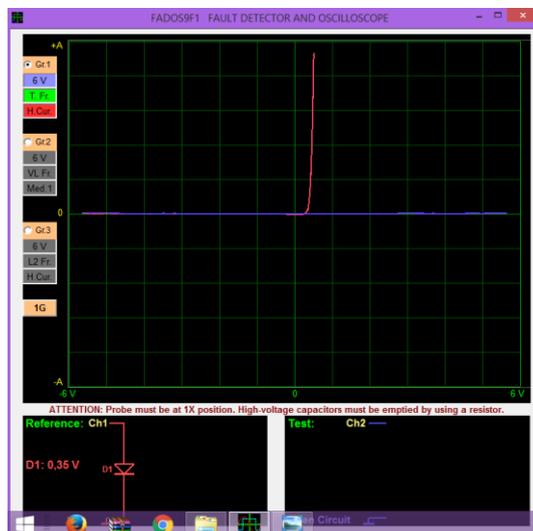


Entre G y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

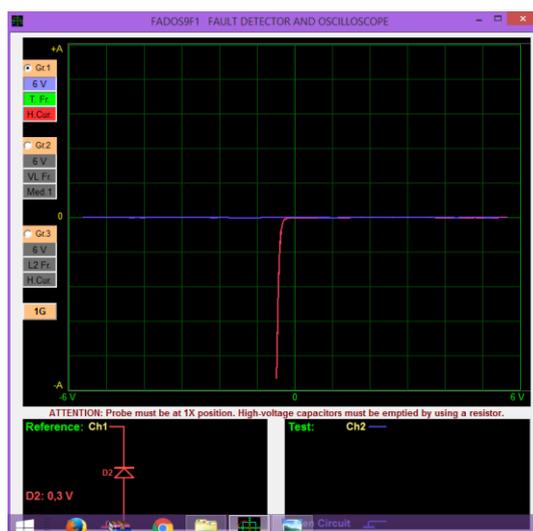




Entre A y H se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



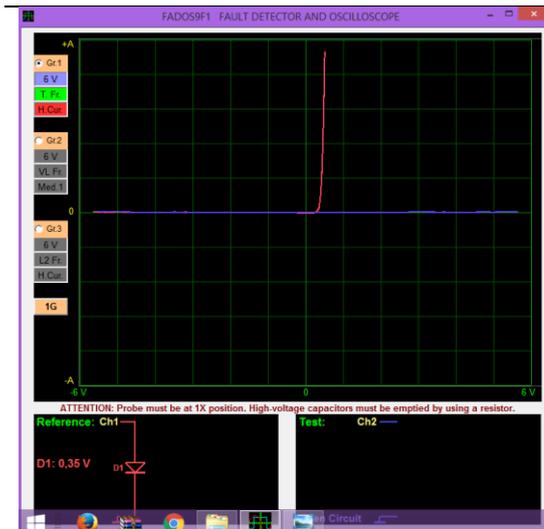
Entre H y A se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



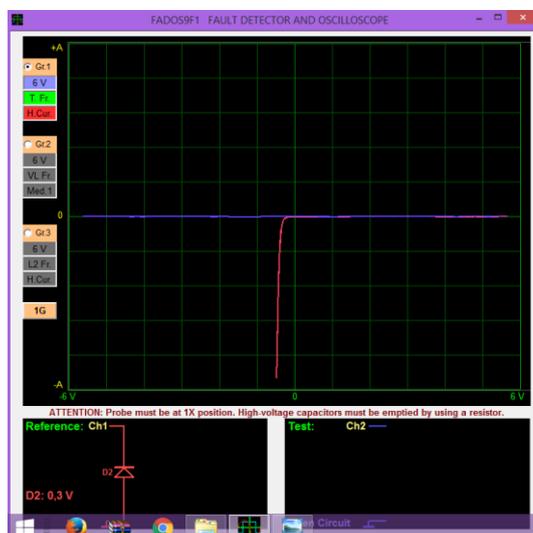
Entre B y C se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

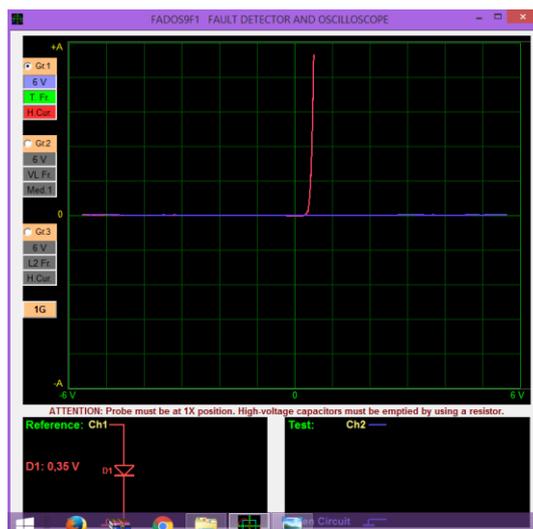




Entre C y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

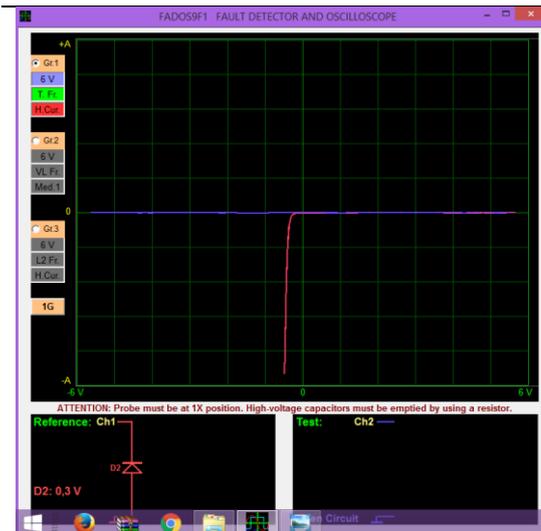


Entre B y D se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

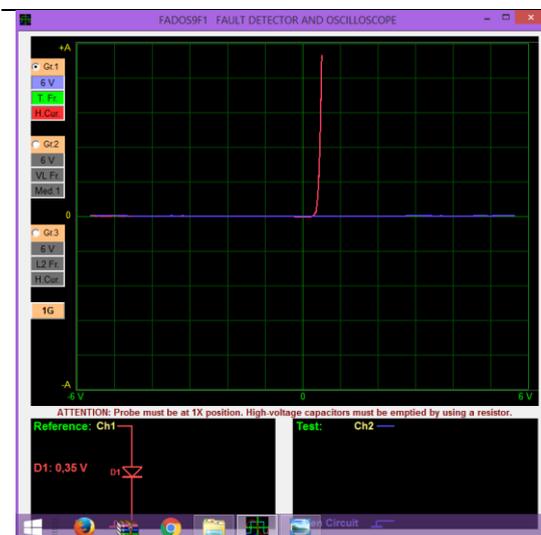


Entre D y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

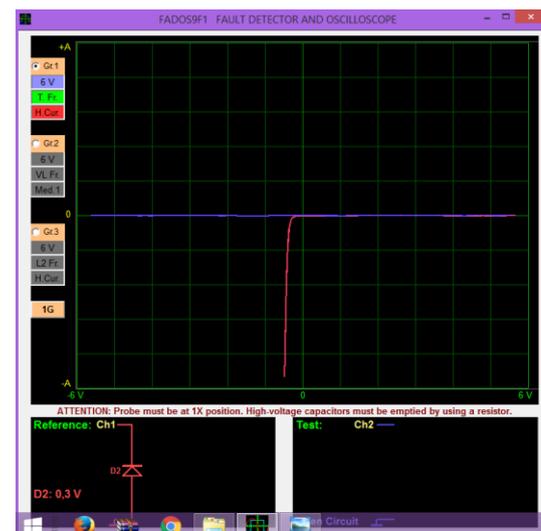




Entre B y E se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



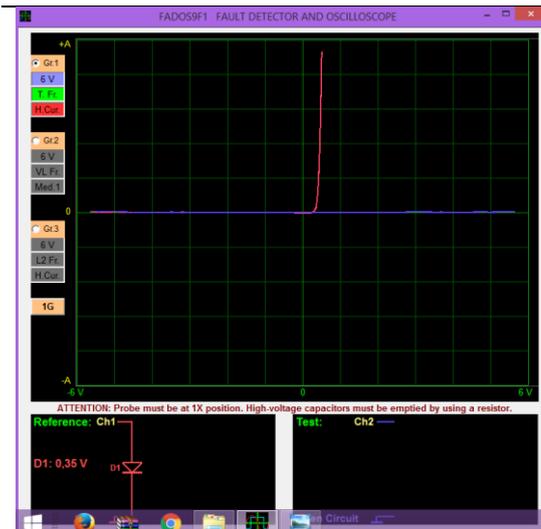
Entre E y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



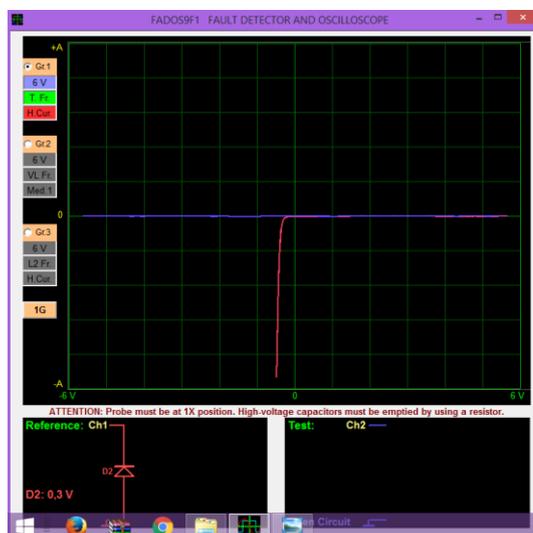
Entre B y F se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

CONTINÚA

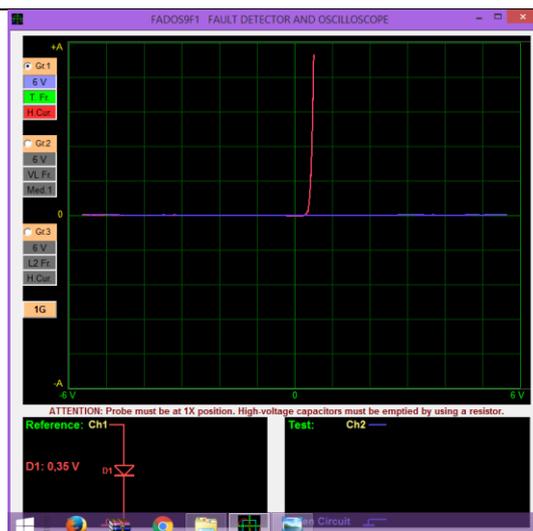




Entre F y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

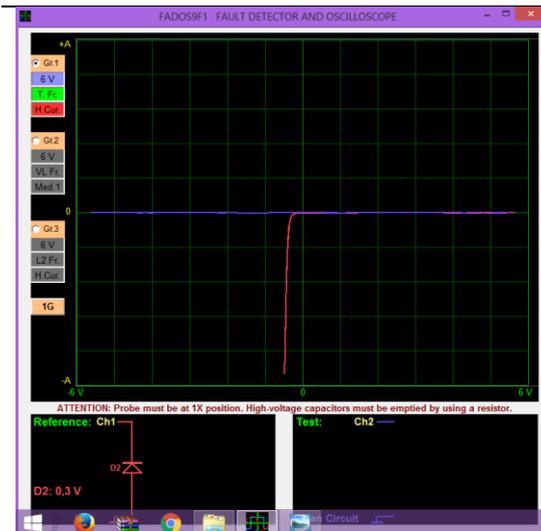


Entre B y G se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

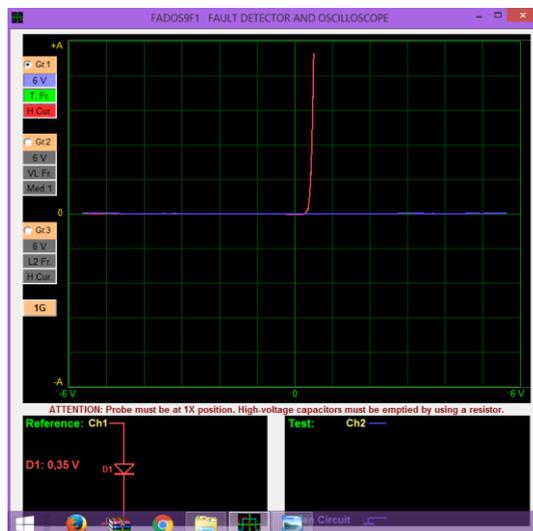


Entre G y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.





Entre B y H se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.



Entre H y B se genera una curva de diodo de germanio, que al compararlo con el circuito de la figura 44 se encuentra en buen estado.

Luego del diagnóstico por imágenes del inversor para MG1 y MG2 del Toyota prius, se llega a la conclusión que existe un correcto funcionamiento de este circuito debido a que todos los test nos dieron el circuito equivalente obtenido en el diagrama.

4.3. Convertidor DC/DC

El vehículo híbrido cuando se encuentra detenido o por general a velocidades bajas inferiores a 20km/h funciona con el motor de combustión interna apagado, por lo que no hay lugar a un alternador que cargue la batería de 12V, como solución a esto se incorporó un circuito de potencia

capaz de reducir el voltaje de la batería HV a un voltaje adecuado para la carga de la batería 12V.

La batería de accesorios cuyo voltaje nominal bordea los 14V nunca proveerá carga a la batería HV y su función es la de accionar sistema como son luces, claxon, limpiaparabrisas, etc.

Cuando el vehículo se encuentra detenido pero encendido la carga de la batería 12V se va a reducir paulatinamente, al sentir esto el inversor provee carga pero a la vez sacrifica tensión de la batería HV la cual si su carga baja de un 30% el vehículo dará arranque al motor de combustión interna.

Para el estudio de este circuito de potencia se lo divide en dos etapas, la primera etapa será la de alta tensión y la segunda será la de baja tensión.

4.3.1. Circuito de alta tensión

En esta parte del circuito este recibe el voltaje de la batería HV en estado de corriente continua el cual será convertido a corriente alterna por medio de un arreglo de transistores que se detalla a continuación

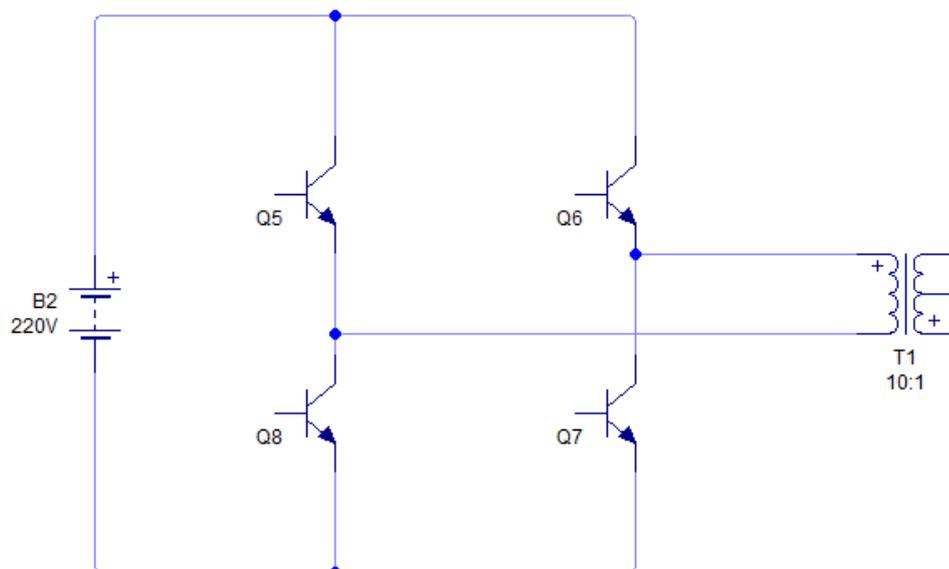


Figura 47. Circuito de alta tensión conversor DC/DC

Semiciclo A

Los transistores serán activados de manera cruzada, es decir serán activados para el semiciclo A los transistores Q5 y Q7 funciona de la siguiente manera.

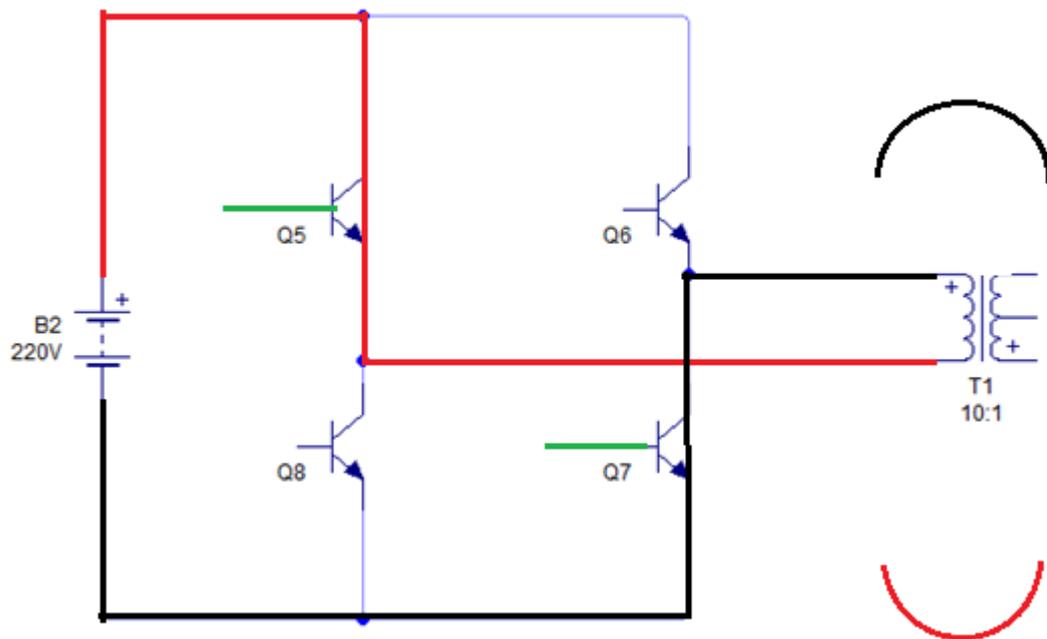


Figura 48. Circuito de alta tensión conversor DC/DC en semiciclo A

Semiciclo B

Para el siguiente semiciclo de accionan los transistores Q6 y Q8, la condición para un perfecto funcionamiento de este circuito es una conmutación perfecta ya que en caso de que un transistor se quede activado se produciría un corto circuito.

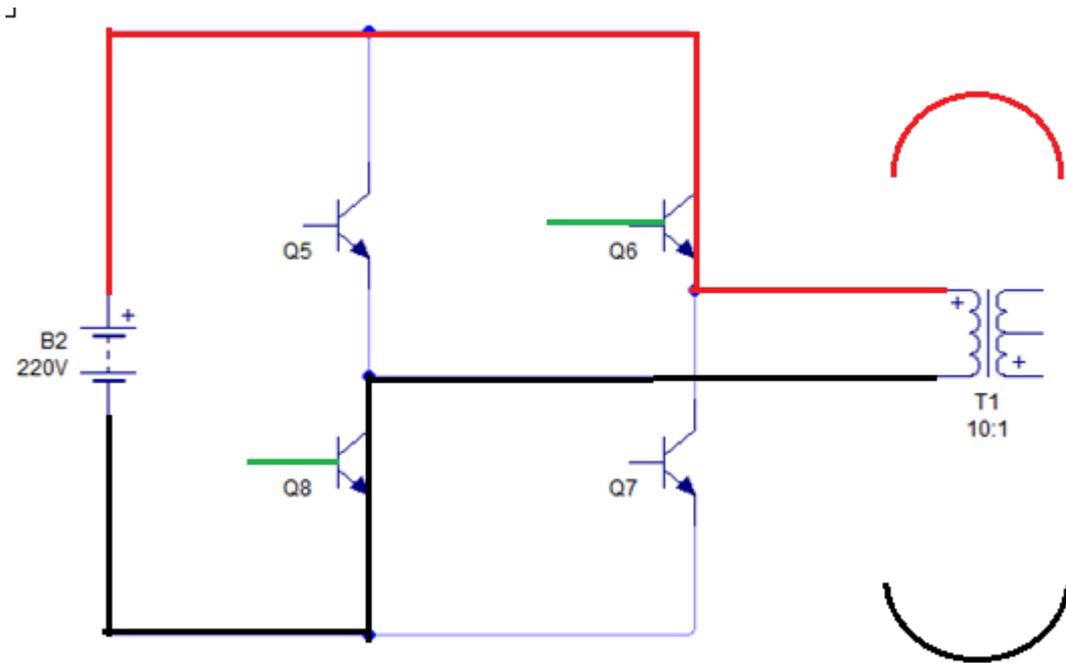
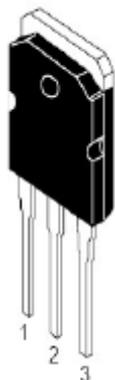


Figura 49. Circuito de alta tensión conversor DC/DC en semiciclo B

Ambos semiciclos a frecuencias altas da como resultado a la entrada del transformador una corriente alterna de 220V

Tabla 29

Circuito interno del transistor.



1. Compuerta
2. Drain
3. Source

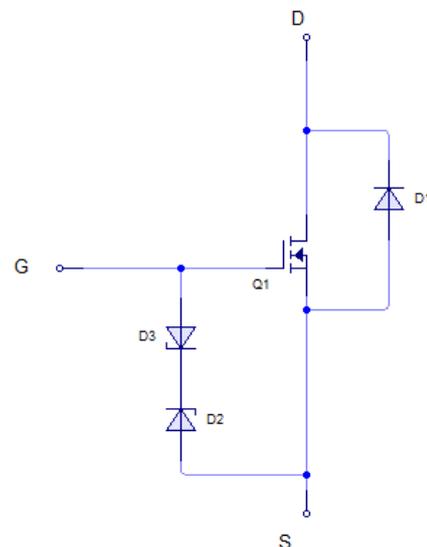
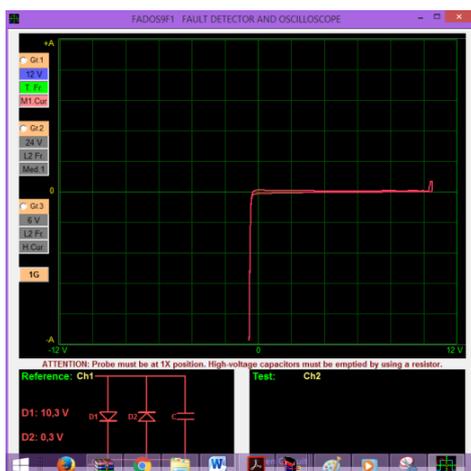


Tabla 30

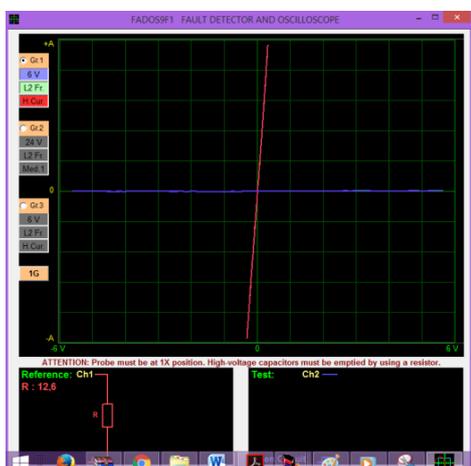
Figuras de Lissajous del circuito de alta tensión conversor DC/DC Toyota Highlander.

CIRCUITO DE ALTA TENSION

Toyota Highlander



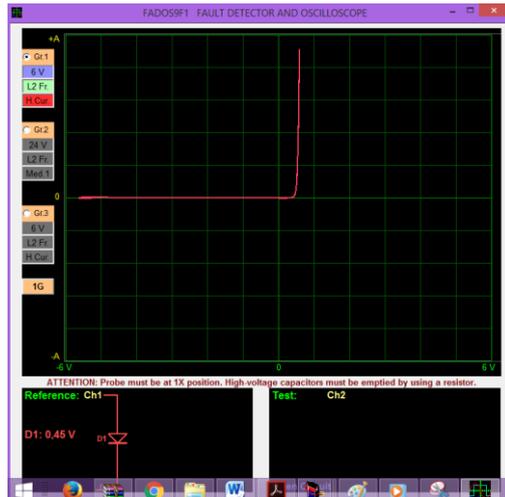
Entre el pin 1 y 2 se tiene dos diodos en polarización contraria entre sí, conectados en paralelo a un capacitor de un valor no definido



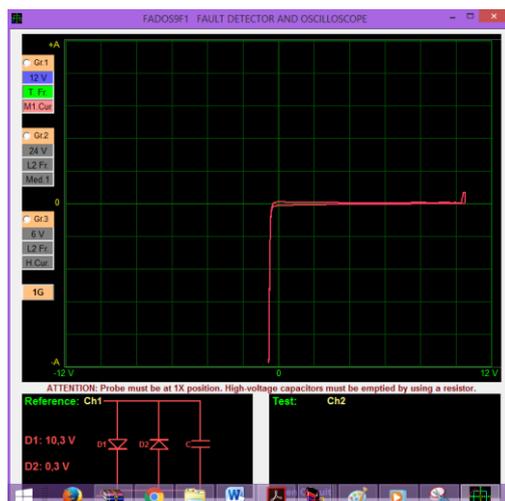
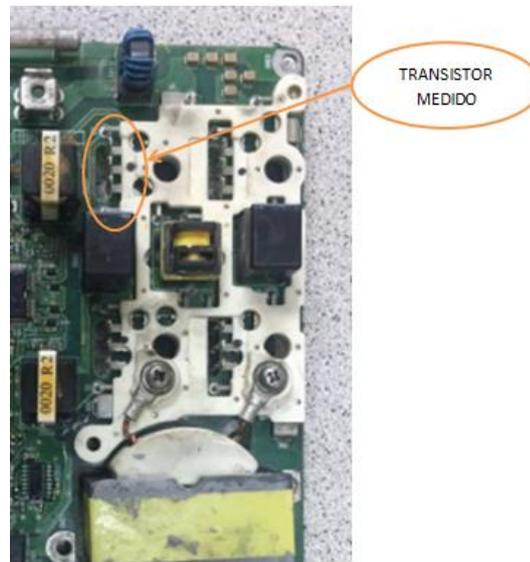
Entre el pin 1 y 3 se tiene una resistencia de un valor de 12,6 ohm.

CONTINUÁ



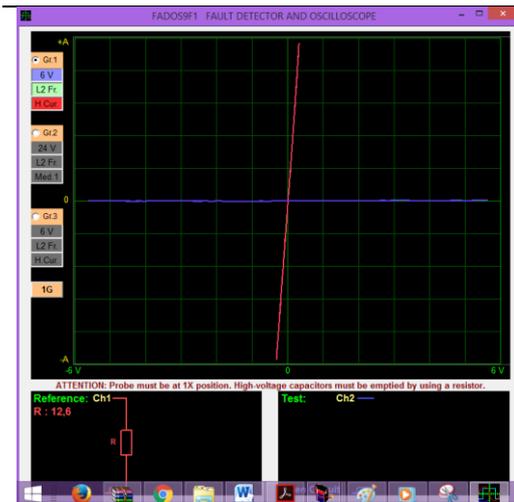


Entre el pin 2 y 3 genera una curva característica de un diodo.

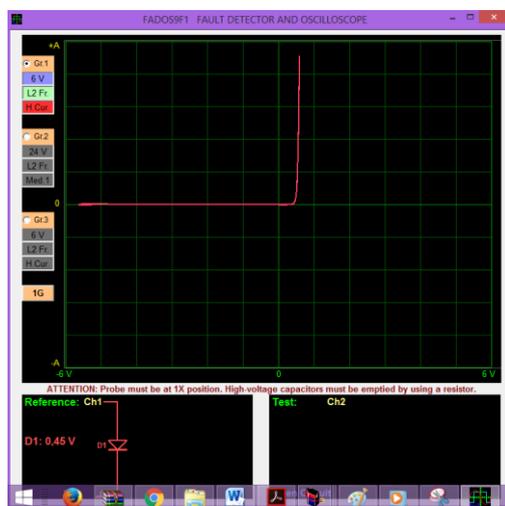


Entre el pin 1 y 2 se tiene dos diodos en polarización contraria entre sí, conectados en paralelo a un capacitor de un valor no definido



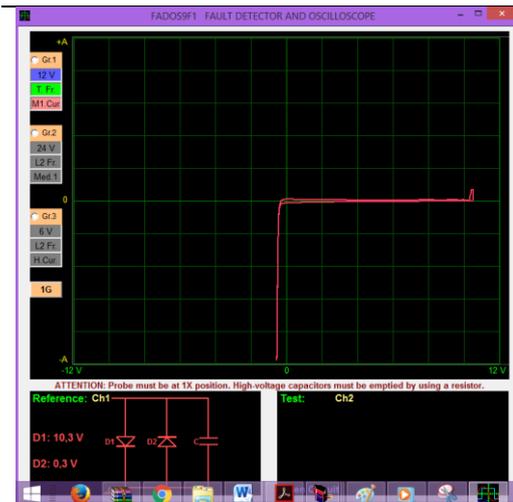


Entre el pin 1 y 3 se tiene una resistencia de un valor de 12,6 ohm.

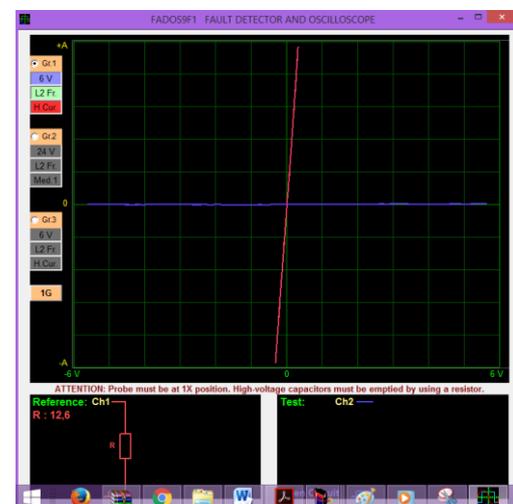


Entre el pin 2 y 3 genera una curva característica de un diodo.

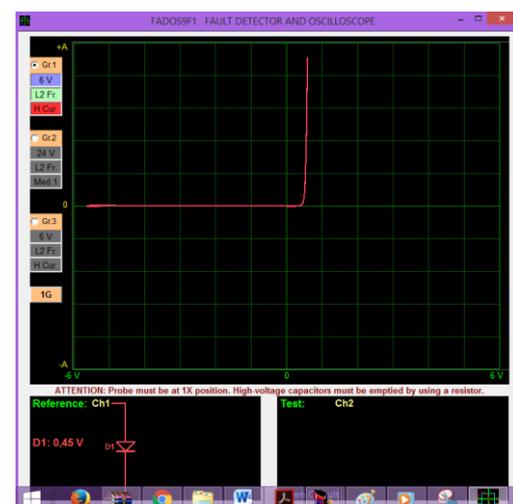




Entre el pin 1 y 2 se tiene dos diodos en polarización contraria entre sí, conectados en paralelo a un capacitor de un valor no definido



Entre el pin 1 y 3 se tiene una resistencia de un valor de 12,6 ohm.



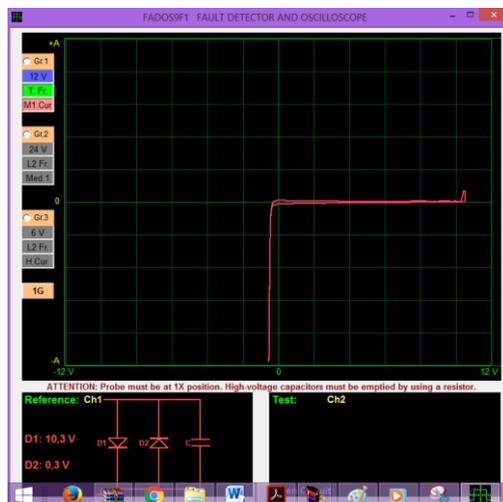
Entre el pin 2 y 3 genera una curva característica de un diodo.

CONTINÚA

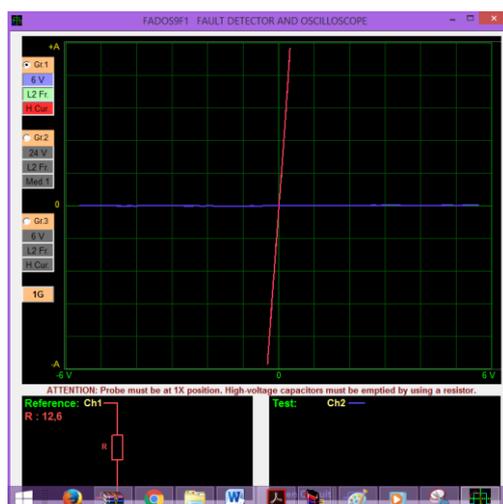




TRANSISTOR
MEDIDO



Entre el pin 1 y 2 se tiene dos diodos en polarización contraria entre sí, conectados en paralelo a un capacitor de un valor no definido



Entre el pin 1 y 3 se tiene una resistencia de un valor de 12,6 ohm.





Entre el pin 2 y 3 genera una curva característica de un diodo.

En la tabla 30. Se puede llegar a la conclusión que los 4 transistores están en buen estado al comparar las imágenes con su composición interna.

4.4.2. Circuito de baja tensión.

Luego de convertir la corriente continua en corriente alterna, esta será reducida por medio del transformador a unos 14V los cuales son rectificadas por un conjunto de diodos para luego ser enviados a la batería de accesorios

A continuación se detalla el circuito de baja tensión y su funcionamiento con cada semiciclo del circuito de alta tensión.

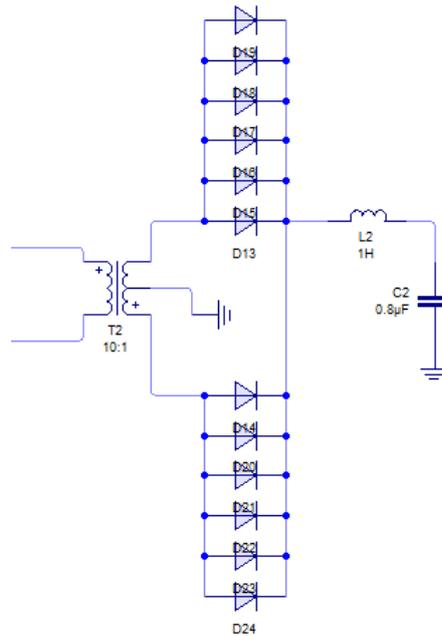


Figura 50. Circuito de baja tensión conversor DC/DC

En la figura 54 se muestra como cada conjunto de diodos rectifica las ondas en cada uno de sus ciclos ya sea positivo o negativo, rectificando la corriente alterna y dejándola en estado continuo.

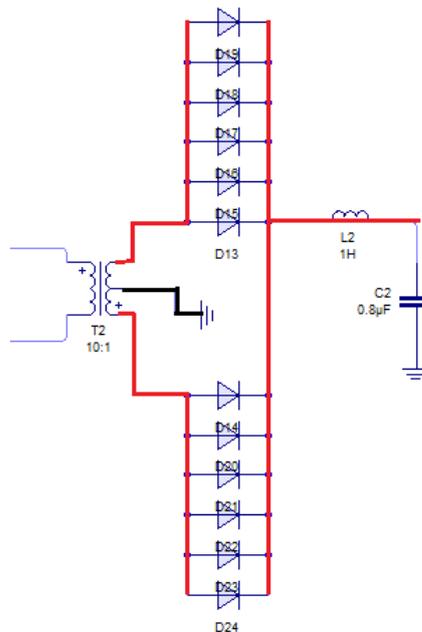


Figura 51. Circuito de alta tensión conversor DC/DC rectificando la onda

Circuito interno de los diodos.

Tabla 31

Simbología y composición interna del conjunto de diodos

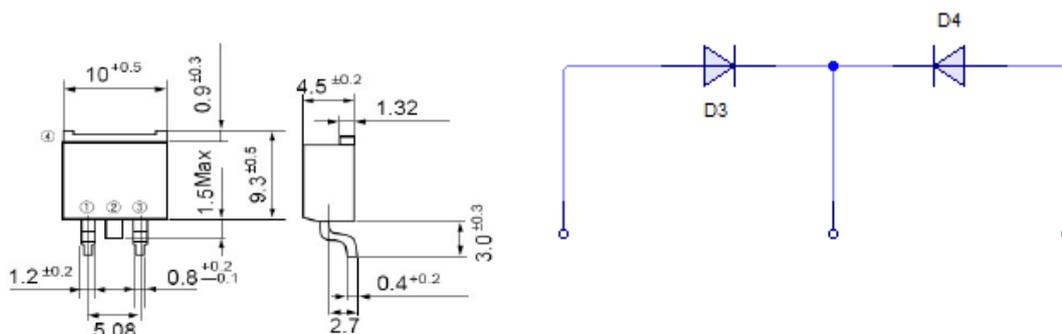
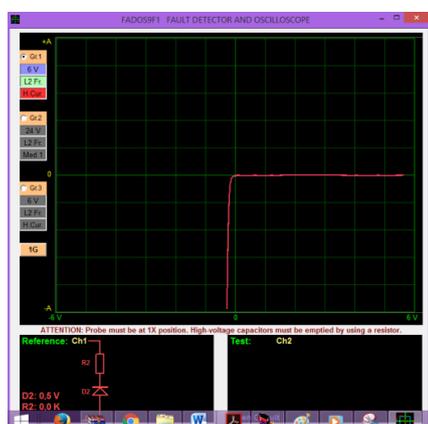
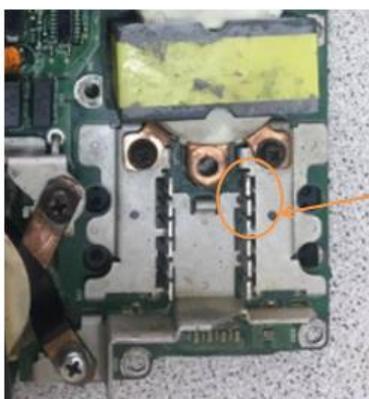


Tabla 32

Figuras de Lissajous del circuito de baja tensión del inversor Toyota Highlander

CIRCUITO DE BAJA TENSIÓN

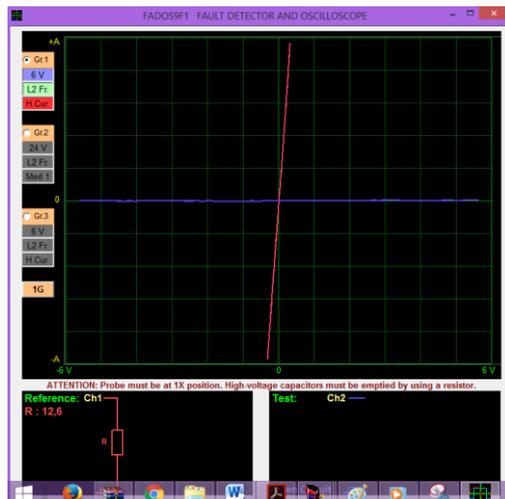
Toyota Highlander



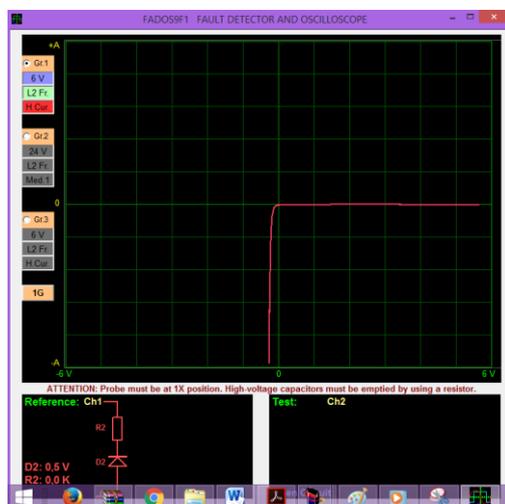
Entre los pines 1 y 2 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

CONTINÚA

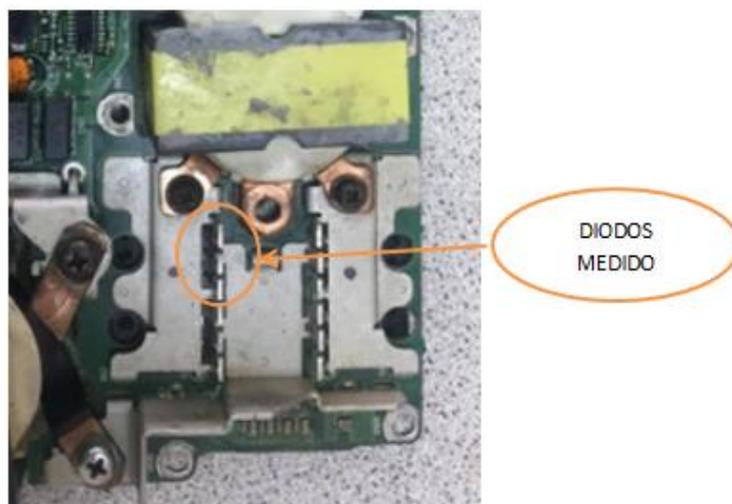


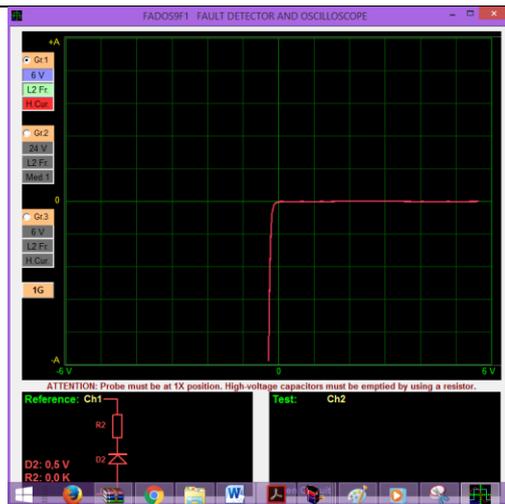


Entre los pines 1 y 3 se genera la imagen de una resistencia de 12,6 ohm.

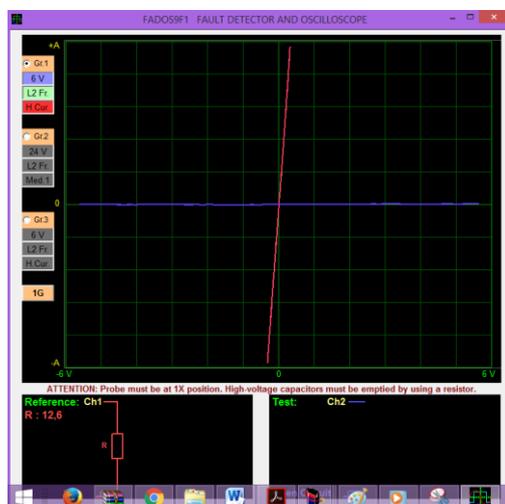


Entre los pines 2 y 3 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

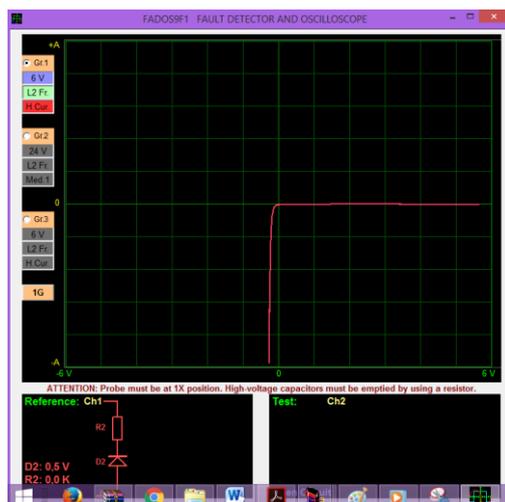




Entre los pines 1 y 2 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.



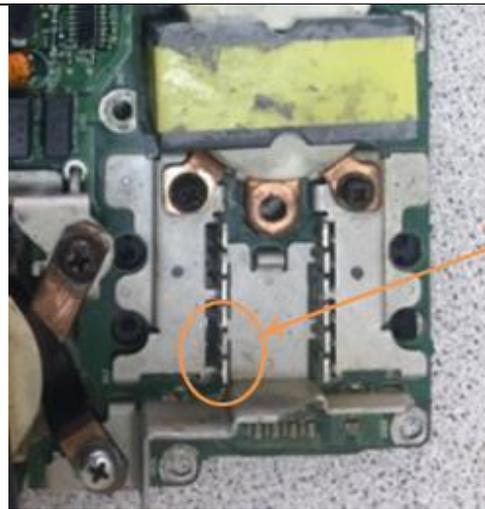
Entre los pines 1 y 3 se genera la imagen de una resistencia de 12,6 ohm.



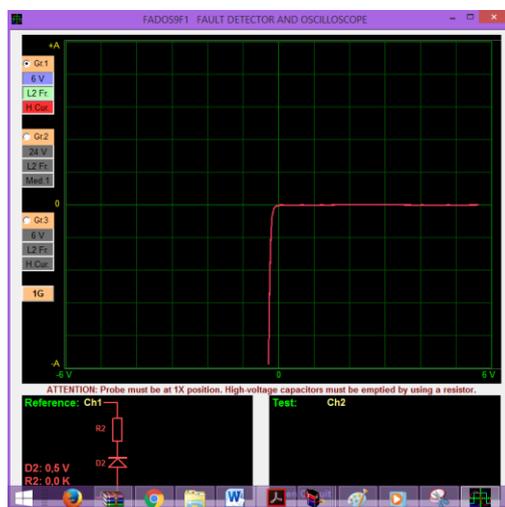
Entre los pines 2 y 3 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

CONTINÚA

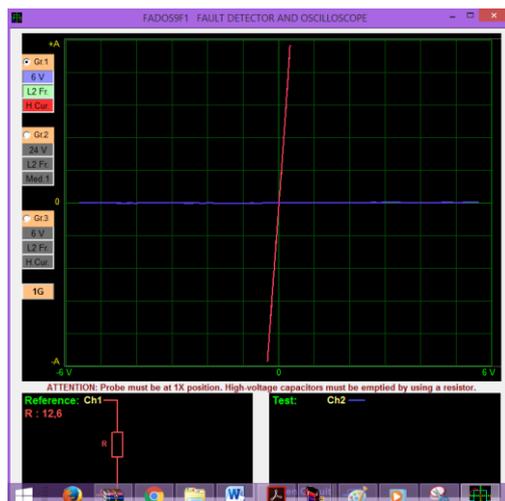




DIODOS
MEDIDO

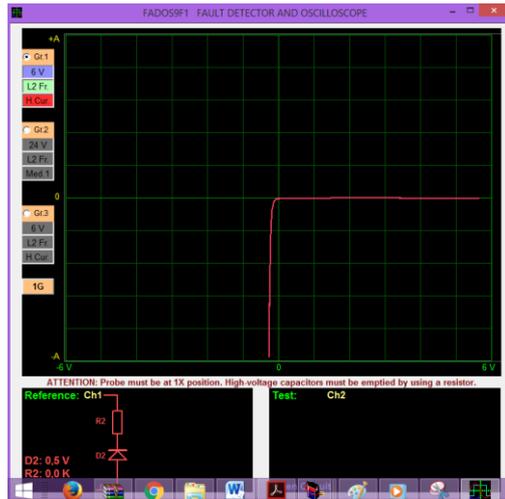


Entre los pines 1 y 2 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

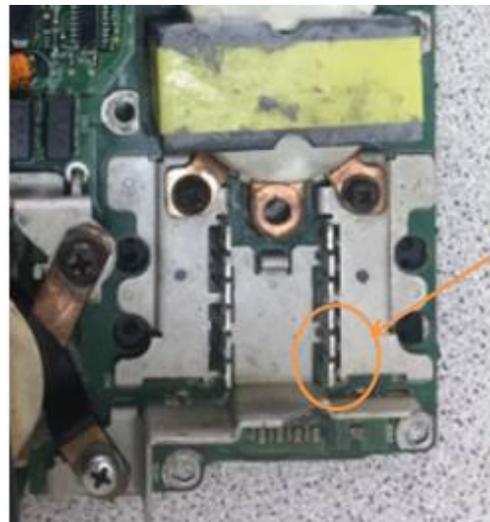


Entre los pines 1 y 3 se genera la imagen de una resistencia de 12,6 ohm.

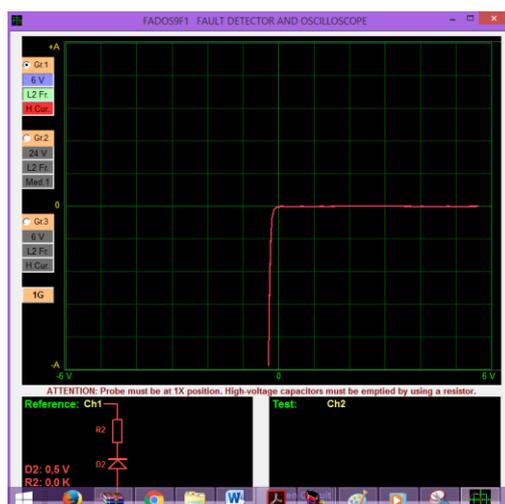




Entre los pines 2 y 3 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

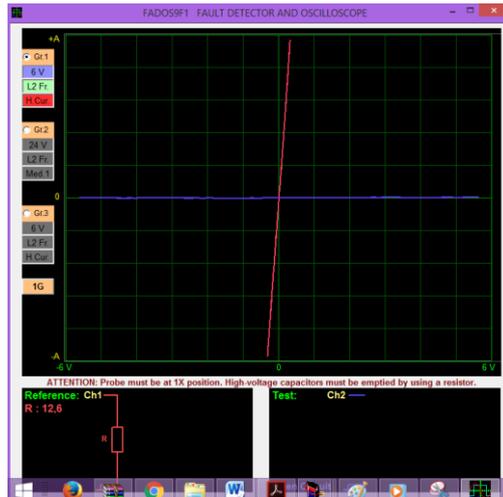


DIODOS
MEDIDO

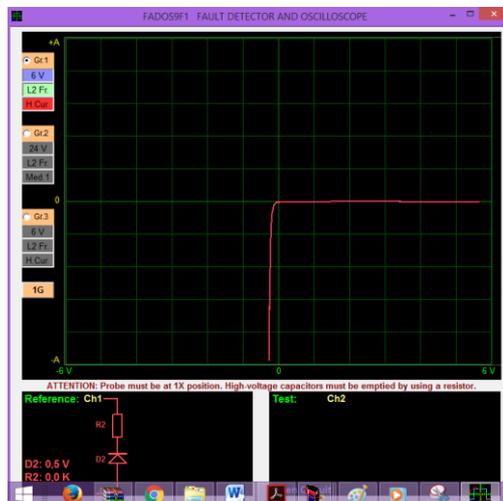


Entre los pines 1 y 2 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.





Entre los pines 1 y 3 se genera la imagen de una resistencia de 12,6 ohm.



Entre los pines 2 y 3 se genera un circuito equivalente de un diodo en serie con una resistencia de un valor no definido.

En la tabla. Se puede llegar a la conclusión que los conjuntos de diodos rectificadores están en buen estado al comparar las imágenes con su composición interna.

4.5. Motogenerador

El motogenerador es el encargo de dar la propulsión necesaria al vehículo de acuerdo la aceleración determinada por el conductor la cual es procesada e indicada al motogenerador a través del inversor.



Figura 52. Motogenerador

El motogenerador tiene la capacidad de realizar dos funciones, la primera de funcionar como motor propulsor, dando movimiento al vehículo y la segunda función es de generador de tensión al instante en que el vehículo se encuentre en movimiento sin accionar el pedal del acelerador.

El vehículo híbrido al no poseer una caja de velocidades independiente del motor usa al mismo motogenerador para esto, incluyendo en este mismo el selector de las diferentes marchas como son:

- Drive
- Neutral
- Reversa
- Parking
- Marcha regenerativa

Para un correcto funcionamiento y monitoreo del motogenerador este se compone de tres sensores fundamentales que son:

- Sensor de presión de aceite
- Sensor de velocidad del motogenerador
- Sensor de posición de la palanca de cambios

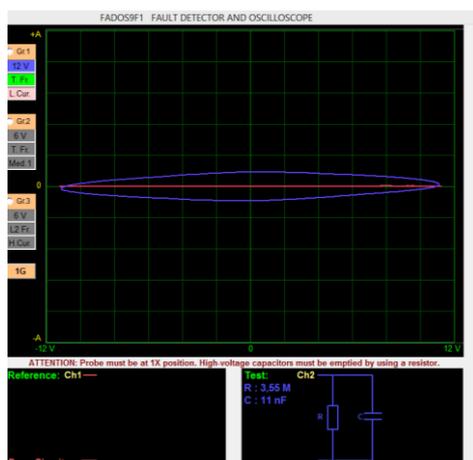
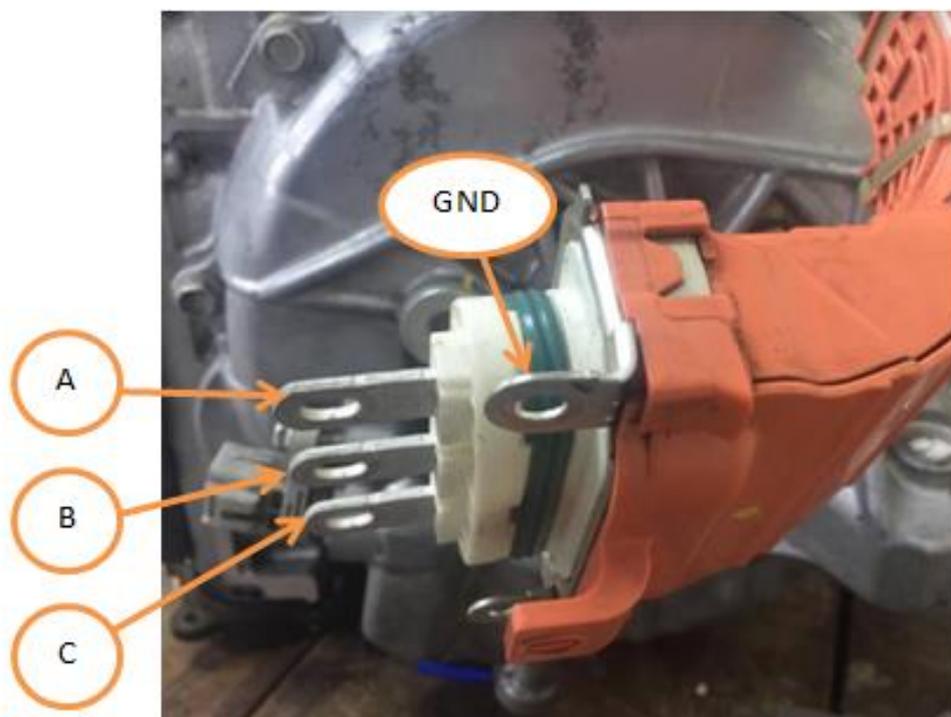
Para el diagnóstico del motogenerador lo que se hace es diagnosticar mediante imágenes los sensores y bobinados trifásicos presentes.

Tabla 33

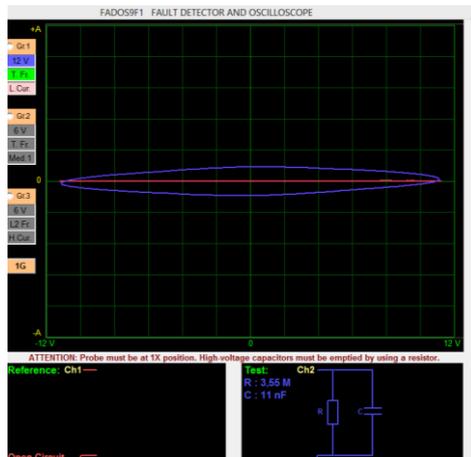
Figuras de Lissajous del bobinado del motogenerador.

BOBINADOS TRIFÁSICOS

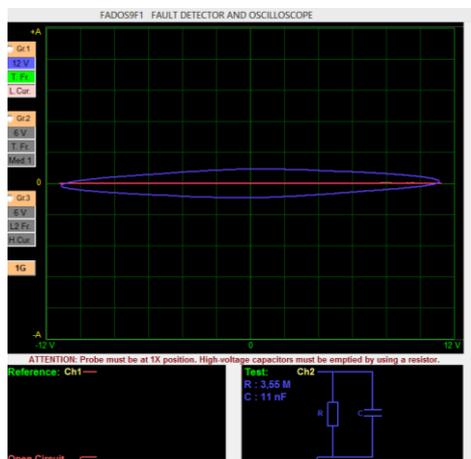
Lexus RX450H



Entre masa y el terminal A se puede observar un equivalente compuesto entre un capacitor y una resistencia que es el circuito equivalente de un bobinado.



Entre masa y el terminal B se puede observar un circuito equivalente compuesto entre un capacitor y una resistencia que es el circuito equivalente de un bobinado.



Entre masa y el terminal C se puede observar un circuito equivalente compuesto entre un capacitor y una resistencia que es el circuito equivalente de un bobinado.

Tabla 34

Figuras de Lissajous de los sensores de un motogenerador

SENSORES DEL MOTOGENERADOR

Lexus RX450H

Sensor de velocidad del motogenerador



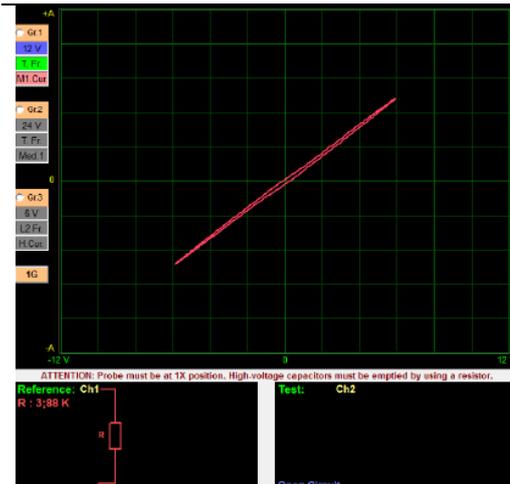
En el diagnóstico del sensor de velocidad se encuentra la curva característica de una bobina debido a que el sensor es de tipo inductivo

Sensor de temperatura



CONTINÚA





En el diagnostico se puede encontrar la presencia de una resistencia de un valor determinado debido a que el sensor es de tipo termistor.

Sensor de posición de la palanca de cambios



En el diagnóstico del este sensor se encuentra un valor de resistencia fijo que se conduce de diferentes pines de acuerdo a la posición del selector

CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

- Se generó imágenes y curvas características de los componentes electrónicos del sistema inversor - propulsor para detección de patrones de control.
- Se comparó las imágenes de las curva generadas en componentes electrónicos en mal estado y buen estado del grupo inversor - propulsor.
- Se simulo los diagramas eléctricos necesarios del grupo inversor - propulsor con la ayuda del software LiveWire, lo cual permitió la identificación y características de los componentes electrónicos.
- Se analizó los datos obtenidos para generar un registro mediante el diagnóstico por imágenes de los diferentes componentes del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

En el presente capítulo se caracteriza la factibilidad del proyecto mediante los recursos empleados, tomando en cuenta los equipos y factores intervinientes para su elaboración.

5.1. Factibilidad de la investigación

Los recursos materiales y humanos fueron fundamentales para la ejecución del proyecto de investigación. Lo cual fue necesario realizar una planificación referente al presupuesto para administrarlo de la mejor manera para la realización del mismo.

5.2. Recursos materiales

Fue necesario emplear recursos materiales que se detallan a continuación.

Tabla 35
Recursos Materiales

Número	Descripción
1	Inversor Toyota Prius
2	Inversor Toyota Highlander
3	Motogenerador Lexus RX 450h
4	Kit FADOS9F1
5	Caja de herramientas y desarmadores
6	Una PC

5.2.1. Talento humano

El talento humano o personal interviniente fue de suma importancia para la ejecución del proyecto de investigación el cual está conformado por:

Tabla 36**Talento humano**

Daniel Vélez	Investigador
Leonel Caiza	Investigador
Ing. Germán Erazo	Director de proyecto de titulación
Ing. José Quiroz	Jefe de Laboratorio Autotrónica (Uso de instalaciones e instrumentos)

5.2.2. Recursos financieros

El recurso financiero del proyecto de investigación generado de acuerdo al uso de insumos y equipos presentó un costo total de \$ 3434 el mismo valor mencionado fue distribuido acorde a las necesidades que se presentó en la elaboración del proyecto.

a) Recursos y materiales

En recursos materiales se detallan todo los equipos y elementos físicos que se utiliza para la elaboración del proyecto de investigación en el cual se describen en la tabla siguiente:

Tabla 37**Gastos de materiales de tipo mecánico, electrónico.**

Gasto de Recursos Materiales				
Número	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Inversor Toyota Prius	1	300	300
2	Inversor Highlander	1	300	300
3	Resma de hojas Bond A4	1	5	5
4	Copias e Impresiones	700	0,07	49
5	Anillados y empastado	2	15	30

6	Viático (almuerzos, movilización)	50	8	150
Leonel Caiza				
9	Viático (almuerzos, movilización)	50	5	100
Daniel Vélez				
10	Gastos Varios	1	150	150
TOTAL				1084

a) Recursos tecnológicos

El recurso tecnológico que aporta en el proyecto de investigación y su ejecución práctica viene denotado por la utilización de un software y hardware de diagnóstico por imagen bajo test que se muestra a continuación:

Tabla 38
Gastos de equipos tecnológicos

Gasto de Recursos Materiales				
Número	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Total
Software e interface				
1	FADOS9F1	1	1500	1500
Capacitaciones				
2		1	450	450
TOTAL				1950

5.3. Título de la propuesta

Con el uso del diagnóstico por imagen en vehículos híbridos se obtiene una mejor inspección de los componentes eléctricos y electrónicos mejorando considerablemente la verificación de los mismos, mediante pruebas bajo test

elaborando bases de datos de las figuras obtenidas mediante las trazas voltaje - corriente generadas a distinta frecuencia, mencionando que mediante este método no es necesario desarmar componentes que están enmascarados o cubiertos a simple vista por su efectividad en el análisis mencionado anteriormente.

5.3.1. Estructura de la propuesta

La propuesta se orienta a la utilización del diagnóstico por imágenes para vehículos híbridos obteniendo un aumento confiable de verificación de los distintos componentes eléctricos y electrónicos de determinados sistemas y circuitos, logrando reducir métodos convencionales de verificación poco viables y de reducida probabilidad de reconocimiento funcional en determinados elementos que son poco visibles o estén ubicados internamente en una carcasa.

5.4. Desarrollo de la propuesta

En el desarrollo de la propuesta fue importante incluir diferentes recursos para la elaboración del proyecto como son: talento humano, recursos materiales y tecnológicos que se requieren en la investigación del diagnóstico por imágenes del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido.

El costo aproximado estaría denotado en un valor de \$ 3434 sin considerar el recurso de talento humano.

5.4.1. Influencia socioeconómica de la propuesta

Se genera un análisis económico con respecto a la implementación del diagnóstico por imagen para el grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido, con respecto a la verificación de componentes específicos y su estado, realizando inspecciones bajo test antes de dar un diagnóstico que puede ser erróneo con respecto del conjunto inversor - propulsor, ya que algunos elementos electrónicos son cubiertos y necesitan un análisis confiable resaltando su óptimo o deficiente funcionamiento.

La investigación mediante el uso del FADOS9F1 para diagnóstico por imágenes se considera como una alternativa de verificación de componentes y circuitos fiable, que mediante el testeo de inversores de marca Toyota Prius , Toyota Highlander y un motogenerador Lexus RX 450h en mal estado se emplea el reconocimiento interno de partes y circuitos que intervienen en los mismos creando una base de datos de diagnóstico que finalmente se puede usar para comparación de inversores y motogeneradores de la misma marca y aplicar en el mantenimiento electrónico de los mismos.

Para denotar el análisis económico se calculara la valoración de inversiones en la que se toma como partida una rentabilidad que se desea obtener mediante el Valor Actual Neto (V.A.N) y la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) que llevara el cálculo de la V.A.N. a cero, por la cual nos dará un porcentaje de interés que se haya definido de forma segura referenciando el uso del FADOS9F1 para el diagnóstico por imagen como parte de un mantenimiento electrónico bajo test del grupo inversor - propulsor, puesto que si es mayor que el desembolso inicial de la inversión es aceptable.

$$V.A.V = -A + \sum_{s=1}^n \left(\frac{Q_s}{(1+i)^s} \right)$$

Ecuación 2. Ecuación de valor actual neto

A= Desembolso inicial

Q_s = Flujo de caja del momento s

n = años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que se le exige a la inversión

$$T.I.R = \sum_{T=0}^n \left(\frac{F_n}{(1+i)^n} \right) = 0$$

Ecuación 3. Ecuación de la tasa de interés

F_n = Flujo de caja en el periodo n .

n = años que dura la inversión

i = rentabilidad mínima que se le exige a la inversión

Tabla 39

Cálculo de la V.A.N y T.I.R

Inversión	1500
Tasa de descuento	15%

Tipo de Producto	Inversión	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	VAN	T.I.R
Mantenimiento grupo inversor - propulsor	-1500,00	200	215	230	245	260	\$ 2.257,06	8%

Conclusiones del capítulo

- Se realizó una propuesta para considerar la implementación del diagnóstico por imagen del grupo inversor - propulsor de un vehículo híbrido considerando la viabilidad del mismo.
- Se realizó el cálculo del VAN y T.I.R donde se obtuvo valores favorables teniendo como resultado final una tasa de interés baja y un desembolso inicial de la inversión aceptable.
- Se desarrolló y estructura una propuesta de la utilización del diagnóstico por imagen como un mantenimiento de tipo test electrónico que se puede implementar de manera favorable por su versatilidad de comprobación en componentes y circuitos eléctricos.

CONCLUSIONES

- El diagnóstico por imágenes tiene como finalidad la realización de pruebas bajo test para determinar el estado de los componentes eléctricos mediante firmas básicas como resistencias, capacitores, diodos, bobinas, circuito abierto y cerrado mediante la combinación de las curvas voltaje - corriente analizando su óptimo o defectuoso funcionamiento.
- Debido a que el FADOS9F1 transmite tensión y frecuencia, el diagnóstico por imágenes se convierte en uno de los métodos de testeo más seguros para el usuario y los componentes electrónicos ya que estos serán medidos sin estar energizados.
- Mediante el diagnóstico por imágenes se consiguió formar los circuitos equivalentes de los diferentes subsistemas integrados en el conjunto inversor para así lograr determinar su funcionamiento en las diferentes situaciones y poder testear cada uno de sus componentes, se comprobó el funcionamiento del circuito de alta y de baja tensión mediante el análisis de circuitos realizados en LiveWire .
- Para la obtención de las figuras de Lissajous del reactor tanto del inversor Toyota Prius y Highlander analizó que son las más complicadas de obtener, debido a que este se encuentra bajo un riguroso aislamiento para evitar fugas de tensión. Para ello es necesario realizar un pequeño desprendimiento del aislante para obtener la imagen a una frecuencia pequeña de señal por parte del FADOS9F1.
- Se analizó bajo test del módulo inversor Highlander MG1 y MG2 y se llegó a la conclusión que la circuitería que va desde los bornes de la alta tensión del BOOSTER hasta el punto de contacto D se encuentra en mal estado por lo que el módulo inversor debe ser reemplazado,

que mediante el diagnóstico por imagen se detectar el tramo defectuoso del conjunto del módulo inversor.

- Mediante el uso del FADOS9F1 y la obtención de figuras de Lissajous se realizó una base de datos para el testeo de cualquier conjunto inversor - propulsor para su diagnóstico.
- Al analizar el funcionamiento de los componentes internos por medio del diagnóstico por imágenes, se puede economizar el mantenimiento correctivo de los inversores al reemplazar un componente en específico.
- Se realizó el proceso de armado y desarmado del conjunto inversor del Toyota Prius, Toyota Highlander identificando sus componentes internos, circuitos de alta y baja tensión.
- Se generó las imágenes de Lissajous correspondientes a los sensores del motogenerador Lexus RX 450h tanto de presión, temperatura, RPM, posición y de los bobinados trifásicos identificando de esta manera su estado de funcionamiento, resaltando que estos son los principales puntos de comprobación para el conjunto propulsor de un vehículo híbrido.

RECOMENDACIONES

- Para un seguro desarmado del conjunto inversor de cualquier vehículo híbrido se debe asegurar que los capacitores se encuentren totalmente descargados.
- Para el mejor uso del software FADOS9F1 el ordenador o PC debe incluir el Windows 8 como sistema operativo.
- Para empezar a realizar mediciones con el trazador es necesario desactivar la energía de los componentes a los que se les vaya a realizar el diagnóstico.
- Para que la medición y la obtención de la imagen sea más exacta se deben usar puntas de osciloscopio correctamente aisladas para evitar interferencias del ambiente en la medición, además de que la multiplicación de la onda en la punta de osciloscopio se debe encontrar en la posición X1.
- Las curvas generadas bajo test tienden a producirse mediante una variación clara con respecto a la corriente y al voltaje de los componentes puestos a prueba con una característica distinta si son sometidos a diferente frecuencia, entonces mediante estos factores mencionados anteriormente al utilizar el FADOS9F1 es aconsejable activar el icono de Automatic para generar un test bajo frecuencia automática y poder obtener la curva sin ningún problema.
- Verificar en las puntas de osciloscopio antes de obtener una medición bajo test la posición del botón en X1 ya que si se realiza diagnósticos en X10 nos mostrara un circuito abierto.
- Considerar que al realizar una medición mediante el software FADOS9F1 debe estar conectado el interface con el cable USB y la fuente de alimentación mencionando que ambos deben estar en

correcto estado para obtener las pruebas bajo test sin ningún contratiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

- [FITSA]. (2007). *Tecnologías de propulsión híbridas y las evidencias científicas de su eficacia*. Recuperado el 11 de Noviembre del 2017. Obtenido de <http://docplayer.es/1442532-Tecnologias-de-propulsion-hibridas-y-las-evidencias-cientificas-de-su-eficacia.html>
- [TOYOTA]. (05 de Marzo de 2011). *OfficialToyota*. Recuperado el 12 de Mayo de 2017, de www.hybrids.ru/files/OfficialToyotaInfo
- Abril, L. (15 de Enero de 2016). *El Cambio de la matriz energética y la rehabilitación de la red vial marcan un antes y un después en el Ecuador 2007*. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Augeri, F. (2010). *Batería de Alta Tensión en el Toyota Prius Híbrido*. Buenos Aires.
- Augeri, F. (17 de Abril de 2011). *CISE Electronics Corp*. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/descargas/file/17-introduccion-al-funcionamiento-y-diagnostico-de-los-vehiculos-hibridos.pdf.html>
- Augeri, F. (23 de Junio de 2015). *CISE Electronics*. Recuperado el 04 de Mayo de 2017, de *CISE Electronics*: <http://www.cise.com/portal/component/k2/item/759-curso-online-diagnostico-por-imagenes-en-electronica-automotriz.html>
- Barros, A. V. (2015). *"Estudio y análisis de la operación del inversor del vehículo híbrido Toyota Prius A"*. Guayaquil: UIDE.
- Calle. (2012). *Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca*. 53.
- Calle, F. J. (2012). *Evaluación técnica del desempeño y prestaciones del vehículo TOYOTA PRIUS III generación en la ciudad de Cuenca*.

- Dani. (2014). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-prius.htm>
- Das, H. S., Tan, C. W., & Yatim, A. H. M. (2017). Fuel cell hybrid electric vehicles: A review on power conditioning units and topologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 268-291.
- Gordillo, H. S. (2014). Análisis de fallas frecuentes de un vehículo híbrido con el estudio de correcciones y realización de una guía para prácticas sobre un toyota prius. Latacunga
- Guangaje, Murillo & Erazo. (2016). Investigación del proceso de diagnóstico por imagen en el sistema de control electrónico de inyección mpfi-crdi. Latacunga.
- Manual Técnico Toyota. (05 de Marzo de 2011). *Oficial/Toyota*. Recuperado el 04 de Mayo de 2017, de www.hybrids.ru/files/OficialToyotaInfo
- Pallas, R. (2006). *Instrumentos electrónicos básicos*. España: Marcombo S.A.
- Soriano, S. (2014). *ABI Elect*. Recuperado el 04 de Mayo de 2017, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi21qbSjvJAhXELyYKHSWaC8EQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.avantec.cl%2Fincludes%2Fabrir_catalogo.php%3Fcod%3D1514&usg=AFQjCNFM7tPWNjDoeab32yMHe0tpnmO-UA
- Stanley, W., & Richard, S. (1992). *Guía para Mediciones Electrónicas y Practicas de Laboratorio*. México D.F.: Pearson Educación.

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores CAIZA CAIZA OSWALDO LEONEL Y VÉLEZ SALAZAR BRIAN DANIEL. Bajo nuestra supervisión.

Aprobado por:

Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Danilo Zambrano
DIRECTOR DE LA CARRERA

Dr. Freddy Jaramillo
SECRETARIO ACADÉMICO