



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN  
DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A”**

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

**AUTOR:**

**Jonathan Andrés Vega Zambrano**

**GUAYAQUIL, AGOSTO 2015**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO.**

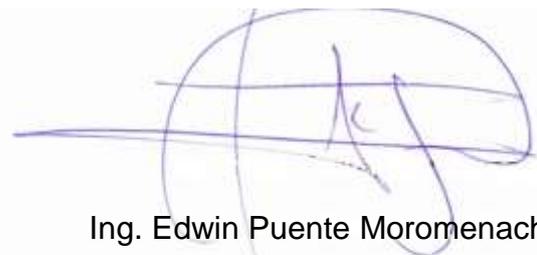
Ing. Edwin Puento Moromenacho.

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A”** realizado por el estudiante: **Jonathan Andrés Vega Zambrano**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, Si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizo al señor: Jonathan Andrés Vega Zambrano, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Agosto del 2015.



Ing. Edwin Puento Moromenacho

DIRECTOR DEL PROYECTO

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.**

Yo, Jonathan Andrés Vega Zambrano,

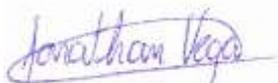
DECLARO QUE:

La investigación de cátedra denominada **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A”** ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyado en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Agosto del 2015.



Jonathan Andrés Vega Zambrano.

C.I.0916232168

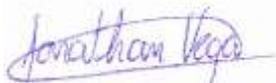
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN.

Yo, Jonathan Andrés Vega Zambrano,

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusividad, responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Agosto del 2015.



Jonathan Andrés Vega Zambrano.

C.I.0916232168

## **AGRADECIMIENTO.**

Me gustaría agradecer primeramente a Dios por bendecirme siempre, permitiéndome cumplir las metas que me he propuesto en mi vida.

A mis padres, Walter Vega y Maria Zambrano, que sin su amor, guía, enseñanza, persistencia y dedicación nada de lo que he logrado hasta el momento hubiera sido posible.

A la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, por haberme permitido formar parte de sus estudiantes brindándome la oportunidad de ser un profesional.

A mi director del trabajo de grado Ing. Edwin Puente Moromenacho por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos y experiencia ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

A los profesores de la UIDE extensión Guayaquil, amigos y demás personas que de una u otra manera contribuyeron en mi desarrollo profesional.

Jonathan Vega.

## **DEDICATORIA.**

Dedico el presente trabajo de grado a mis padres; Walter Vega y Maria Zambrano, por su incondicional apoyo y amor, inculcándome todos los valores y principios en el hogar, los cuales me han permitido formarme como una persona íntegra y de bien.

Jonathan Vega.

## ÍNDICE GENERAL.

PRESENTACIÓN .....	i
CERTIFICADO. ....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN. ....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ESQUEMAS.....	xv
ÍNDICE DE DIAGRAMAS.....	xv
SÍNTESIS .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	19
PRELIMINARES.....	19
1.1    PLANTEAMIENTO, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.1.1.    Planteamiento.....	19
1.1.2.    Formulación.....	20
1.1.3.    Sistematización.....	20
1.2    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.2.1    Objetivo General.....	21
1.2.2    Objetivos Específicos.....	21
1.3    JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.3.1    Justificación Teórica.....	22
1.3.2    Justificación Metodológica.....	22
1.3.3    Justificación Práctica.....	22
1.3.4    Delimitación Temporal.....	22
1.3.5    Delimitación Geográfica.....	23

1.3.6	Delimitación del Contenido .....	23
1.4	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	24
1.4.1	Variables de Hipótesis. ....	24
1.4.2	Operación de variables. ....	24
CAPÍTULO II.....		25
MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....		25
2.1	VEHÍCULO TOYOTA PRIUS. ....	25
2.1.1	Concepto Vehículo Híbrido. ....	25
2.1.2	Ventajas y desventajas de los vehículos Híbridos. ....	25
2.1.2.1	Desventajas. ....	26
2.1.2.2	Ventajas. ....	26
2.1.3	Historia Toyota Prius.....	27
2.1.4	Características Toyota Prius. ....	28
2.2	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN. ....	29
2.2.1	Definición. ....	29
2.2.2	Historia.....	30
2.2.3	Funcionamiento del sistema de climatización. ....	31
2.2.4	Componentes del sistema de climatización. ....	32
2.3	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL TOYOTA PRIUS. ....	36
2.3.1	Componentes del sistema de climatización del Toyota Prius. ....	36
2.3.2	Funcionamiento de los reguladores del sistema de climatización del Toyota Prius.....	38
2.4	APLICACIONES VARIAS A SISTEMAS DE CLIMATIZACION.....	39
2.4.1	Historia.....	39
2.4.2	Aplicaciones industriales de los sistemas de climatización.....	40
2.4.2.1	Refrigeración por compresión de vapor. ....	41
2.4.2.2	Refrigeración por absorción. ....	42
2.4.2.2.A	Sistema de climatización de uso residencial.....	42
2.4.2.2.B	Sistema de climatización de uso industrial .....	43
CAPÍTULO III.....		45
ESTUDIO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.....		45

3.1 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A. ....	45
3.1.1 Controladores del Sistema de Climatización.....	45
3.1.2 Sensores y Componentes del sistema de climatización del Toyota Prius.	49
3.2 COMPROBACIONES DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.....	54
3.2.1 Tipos de comprobaciones. ....	54
3.2.1.1 Describir. ....	55
3.2.1.2 Procedimientos. ....	58
Prueba de indicadores del panel de control del A/C. ....	58
Prueba de sensores del panel de control del A/C. ....	60
Prueba del circuito del panel de control del aire acondicionado. ....	62
Prueba del circuito del motor del soplador. ....	65
3.3 PARÁMETROS DEL FABRICANTE.....	70
 CAPÍTULO IV .....	 75
ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL VEHICULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.....	75
4.1 ELEMENTOS TÉCNICOS DE PRUEBA. ....	75
4.1.1 Herramientas.....	75
4.1.2 Equipo de diagnóstico.....	77
4.2 FACTORES DE SEGURIDAD.....	78
4.2.1 Medidas de precaución. ....	78
4.2.1.1 Medidas de precaución generales. ....	78
4.2.1.2 Medidas de precaución durante el servicio. ....	79
4.3 ANÁLISIS DE PARÁMETROS RESULTANTES. ....	80
4.3.1 Prueba aire acondicionado apagado.....	80
4.3.2 Prueba activa del Conjunto del compresor con motor.....	82
4.3.3 Prueba activa de 111 impulsos del servomotor de entrada de aire. ....	84
4.3.4 Prueba activa de 111 impulsos del servomotor de salida de aire. ....	86
4.3.5 Prueba activa de 111 impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire. ....	88
4.3.6 Prueba activa de la velocidad del motor del soplador. ....	90
4.3.7 Prueba activa Bomba de agua.....	92

4.3.8 Prueba activa Calentador del retrovisor. ....	92
4.3.9 Prueba activa Ventilador eléctrico. ....	93
CAPÍTULO V .....	94
DISEÑO DE LA PROPUESTA. ....	94
5.1 TOYOTA PRIUS HÍBRIDO MODELO A 2010 UIDE GYE. ....	94
5.2 SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL TOYOTA PRIUS HÍBRIDO MODELO A 2010 UIDE GYE. ....	97
CAPÍTULO VI .....	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
6.1 Conclusiones.....	98
6.2 Recomendaciones. ....	99
BIBLIOGRAFÍA.....	100
GLOSARIO DE TÉRMINOS. ....	101
ANEXO 1.....	102
Plan de mantenimiento.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.1 Tabla de variable de hipótesis.....	24
Tabla 1.2 Tabla de Operación de variables.....	24
Tabla 2.1 Tabla comparativa de emisión de gases.....	27
Tabla 2.2. Funcionamiento de los reguladores del panel de control del sistema de A/C.....	38
Tabla 2.3. Aplicaciones comunes de refrigerantes automotrices.....	41
Tabla 3.1. Funcionamiento Modo ECO.....	53
Tabla 3.2. Resistencia estándar del conector del mazo de cables del conjunto de control del A/C.....	62
Tabla 3.3. Voltaje del conector del mazo de cables al conjunto de control del Aire Acondicionado.....	63
Tabla 3.4. Resistencia estándar del conector del mazo de cables del conjunto de control del A/C (Lin 1).....	64
Tabla 3.5. Parámetros de fábrica del motor del soplador.....	66
Tabla 3.6. Resistencia estándar del conector del mazo de cables al motor del soplador.....	66
Tabla 3.7. Parámetros de voltaje del conector del mazo de cables al motor del soplador .....	67
Tabla 3.8. Resistencia estándar del conector del mazo de cables al amplificador del A/C.....	68
Tabla 3.9. Parámetros de voltaje del conector del mazo de cables al amplificador del A/C.....	69
Tabla 3.10. Parámetros del fabricante del sistema de climatización del Toyota Prius 2010 modelo A.....	71

Tabla 4.1. Parámetros resultantes de la prueba del A/C apagado.....	80
Tabla 4.2. Parámetros resultantes de la prueba de velocidad del compresor a 2500 RPM.....	82
Tabla 4.3. Parámetros resultantes de la prueba de impulsos del servomotor de entrada de aire 111.....	84
Tabla 4.4. Parámetros resultantes de la prueba de impulsos del servomotor de salida de aire 111.....	86
Tabla 4.5. Parámetros resultantes de la prueba de impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire 111.....	88
Tabla 4.6. Parámetros resultantes de la prueba de velocidad del motor del soplador.....	90
Tabla 5.1. Especificaciones técnicas del motor de combustión interna del Toyota Prius.....	94
Tabla 5.2. Especificaciones técnicas del combustible del Toyota Prius.....	95
Tabla 5.3. Especificaciones técnicas de las dimensiones y peso del Toyota Prius.....	95
Tabla 5.4. Especificaciones técnicas del sistema eléctrico del Toyota Prius.....	95
Tabla 5.5. Especificaciones técnicas del motor eléctrico del Toyota Prius.....	96
Tabla 5.6. Especificaciones técnicas de la batería híbrida del Toyota Prius.....	96
Tabla 5.7. Especificaciones técnicas del sistema de climatización del Toyota Prius.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1. Ubicación Geográfica UIDE sede Guayaquil.....	23
Figura 2.1. Componentes del sistema de climatización vehicular .....	31
Figura 2.2. Compresor del sistema de climatización vehicular. ....	32
Figura 2.3. Condensador del sistema de climatización vehicular. ....	33
Figura 2.4. Filtro deshidratante del sistema de climatización vehicular. ....	34
Figura 2.5. Válvula de expansión del sistema de climatización vehicular.....	34
Figura 2.6. Evaporador del sistema de climatización vehicular. ....	35
Figura 2.7. Ventilador del sistema de climatización vehicular.....	36
Figura 2.8. Ubicación de componentes del sistema de A/C. ....	37
Figura 2.9. Salidas de aire y volumen de flujo de aire del sistema de A/C Toyota Prius. ....	39
Figura 3.1. Detalle de conectores BUS. ....	51
Figura 3.2. Calentador de PTC.....	52
Figura 3.3. Conjunto de control de A/C. ....	59
Figura 3.4. Conjunto de control de A/C modo de prueba .....	59
Figura 3.5. Modo de parpadeo del indicador. ....	60
Figura 3.6. Código de diagnóstico (DTC). ....	61
Figura 3.7. Borrado de DTC. ....	61
Figura 3.8. Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Resistencia).....	63
Figura 3.9. Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Voltaje). ....	63
Figura 3.10. Vista frontal del conector del mazo de cables del amplificador del A/C (LIN1). ....	64

Figura 3.11. Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Resistencia (TX+)).....	65
Figura 3.12. Vista frontal del conector del mazo de cables al motor del soplador (GND).....	67
Figura 3.13. Vista frontal del conector del mazo de cables al motor del soplador (+B).....	67
Figura 3.14. Vista frontal del conector del mazo de cables al amplificador del A/C...	68
Figura 3.15. Vista frontal del conector del mazo de cables al amplificador del A/C (BLW).....	69
Figura 3.16. Forma de onda del motor del soplador de A/C.....	70
Figura 3.17. Conector principal del Amplificador del Aire Acondicionado.....	70
Figura 4.1. Toyota Prius modelo A 2010 UIDE GYE .....	76
Figura 4.2. Cable del interface.....	76
Figura 4.3. Computadora marca DELL.....	77
Figura 4.4. Interface del Techstream.....	77

## ÍNDICE DE ESQUEMAS.

Esquema 3.1. Esquema del sistema de climatización Toyota Prius modelo A.....	46
Esquema 3.2. Esquema del sistema de red neural Toyota Prius modelo A. ....	48
Esquema 3.3. Esquema del servomotor.....	50

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS.

Diagrama 3.1. Diagrama de conexión BUS con IC propulsor.....	51
Diagrama 3.2. Diagrama de conexiones del circuito de panel de control del A/C. ....	62
Diagrama 3.3. Diagrama de conexiones del circuito del motor del soplador. ....	65

## SÍNTESIS

La presente investigación tiene como objetivo principal Analizar y verificar el Sistema de climatización del Toyota Prius híbrido Modelo A 2010, para contribuir en el proceso de aprendizaje técnico de los alumnos de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil.

El sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 es el encargado de gestionar las condiciones de temperatura, humedad y ventilación óptimas tales que permitan al conductor concentrarse en la conducción con la máxima confortabilidad, es decir es un medio esencial de seguridad preventiva; al mismo tiempo haciendo el trayecto lo más placentero posible a los acompañantes

El sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 puede ser analizado a través del Techstream, que permite leer los valores o los estados de los interruptores, sensores, actuadores y otros elementos sin tener que extraer ninguna pieza. Esta inspección no intrusiva puede ser muy útil ya que permite detectar y localizar señales o averías existentes en el sistema antes de desarmar alguna pieza, lo que resulta en un ahorro de tiempo de diagnóstico.

Concluidas las simulaciones y pruebas realizadas al sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 se determinó que se encuentra en óptimas condiciones y totalmente operativo.

## **ABSTRACT**

This research has as main objective to analyze and verify the air conditioning system of the Toyota Prius hybrid model A 2010, to contribute to the technical learning process of the students from the Automotive Mechanical Engineering Faculty of the (UIDE) International University of Ecuador, Guayaquil venue.

The air conditioning system of the hybrid vehicle Toyota Prius model 2010 is responsible for managing the optimal conditions of temperature, humidity and ventilation, so the driver can concentrate on driving with the maximum comfort, so we can say that these system is an essential way of security; while making the journey as pleasant as possible to the people that is inside the vehicle.

The air conditioning system of the hybrid vehicle Toyota Prius model 2010 can be analyzed through the Techstream, it allows to verify the values or states of the switches, sensors, actuators and other elements without removing any parts. This non-intrusive inspection can be very useful because it can detect and locate signals or existing faults in the system before disassembling any parts, resulting in a saving of time in checking.

Finished the simulations and tests the air conditioning system of the Toyota Prius hybrid vehicle model year 2010 was determined to be in good condition and fully operational.

## INTRODUCCIÓN

Los automóviles híbridos son vehículos que trabajan con dos motores: Un motor de combustión interna y un motor eléctrico alimentado por baterías. Los vehículos híbridos brindan entre sus principales características un menor consumo de combustible y bajo porcentaje de emisión de gases nocivos al medio ambiente dentro del perímetro urbano.

Actualmente en el Ecuador se encuentra el vehículo Toyota Prius tercera generación, el cual cuenta con un motor a gasolina de 1.8 litros de cilindrada, que trabaja coordinadamente con el motor eléctrico para poder encontrar las condiciones ideales de funcionamiento y, bajo ciertas circunstancias y por determinados lapsos, puede mover independientemente al automóvil, el cual entonces se desplaza sin consumir combustible, reduciendo significativamente el ruido producido.

El presente proyecto está basado específicamente en el estudio y análisis del sistema de climatización del Toyota Prius modelo A 2010. Este automóvil tiene incorporado un sistema de climatización y calefacción para brindar el confort necesario a sus pasajeros sin importar cuál sea la condición climática del ambiente. Durante el desarrollo del proyecto se realizaron pruebas al sistema de climatización del Toyota Prius, las cuales servirán a los alumnos de la Universidad Internacional de Guayaquil extensión Guayaquil como material de apoyo y de estudio.

# **CAPÍTULO I**

## **PRELIMINARES**

### **1.1 PLANTEAMIENTO, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.**

#### **1.1.1. Planteamiento.**

Ecuador está incursionando en la generación de nuevas fuentes de energía para contribuir a la disminución de la contaminación global y dependencia de los combustibles fósiles, lo cual afecta directamente al área automotriz, creando vehículos que trabajen con nuevas maneras de generación de energía limpia.

Actualmente en el país existen los vehículos híbridos, de los cuales no existe información veraz, ni talleres capacitados que puedan guiar a los propietarios con los respectivos mantenimientos, por lo que se crea una dependencia hacia las concesionarias.

El presente trabajo pretende transferir información veraz y verificable al público en general y en especial a los alumnos de la Universidad Internacional del Ecuador de la carrera Ingeniería Mecánica Automotriz sobre el sistema de climatización del Toyota Prius híbrido Modelo A, para que sea considerada como medio de investigación en el uso de aplicaciones de nuevas invenciones.

El presente trabajo se enmarca y justifica dentro del Plan Nacional del Buen Vivir del Gobierno Nacional del Ecuador (2013 – 2017) en los siguientes objetivos:

- **Objetivo 4:** Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía, a partir de investigación profunda y efectiva de nuevas tecnologías automotrices distribuidas a través de la UIDE.
- **Objetivo 10:** Impulsar el cambio de matriz productiva, transfiriendo abiertamente información tecnológica de funcionamiento de sistemas híbridos para el país para que sean considerados como medio de investigación en el uso de aplicaciones de nuevas invenciones.

La investigación también está justificada y enmarcada dentro de las líneas de investigación de la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz – Extensión Guayaquil en Gestión del Conocimiento y Energías Alternativas.

### **1.1.2. Formulación.**

¿Se puede elaborar información veraz y confiable acerca de los vehículos híbridos Toyota?

¿Se reducirá el costo de mano de obra si el mantenimiento del sistema de climatización es realizado por ingenieros mecánicos automotrices de la UIDE, en vez de las concesionarias?

### **1.1.3. Sistematización.**

¿Por qué es tan escasa la información acerca de los sistemas de vehículos híbridos?

¿Por qué en la actualidad se genera dependencia en el mantenimiento entre las concesionarias y los propietarios de vehículos híbridos?

## **1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Analizar y verificar el Sistema de climatización del Toyota Prius híbrido Modelo A para contribuir en el proceso de aprendizaje técnico de los alumnos de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- a) Investigar los conceptos de los componentes que conforman el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A.
- b) Investigar el funcionamiento del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A y de sus componentes.
- c) Realizar pruebas y mediciones al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A y a sus componentes.
- d) Analizar los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A con los parámetros expuestos en el manual del fabricante.
- e) Determinar equipos necesarios para realizar las pruebas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A
- f) Determinar posibles fallas y mal funcionamientos que se puedan presentar en el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A.
- g) Determinar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **1.3.1 Justificación Teórica.**

La justificación teórica del trabajo de investigación está constituida por la bibliografía, la cual nos permitirá respaldar el contenido del proyecto, las referencias que se toman en cuenta en esta investigación, son de autores e investigadores diferentes, citados en el proceso lo que ayudará a desarrollar y entender el trabajo.

### **1.3.2 Justificación Metodológica.**

La justificación metodológica se constituye directamente en la metodología de investigación aplicada, se determinará el tipo de investigación así como las técnicas y equipos que se necesitarán para conseguir la información que ayudará a analizar el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A.

### **1.3.3 Justificación Práctica.**

El estudio y análisis del sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius Modelo A. brindará mayor conocimiento a los alumnos de la Universidad Internacional del Ecuador de la carrera Ingeniería Mecánica Automotriz, para que posteriormente pueda ser aplicada en su desarrollo profesional.

### **1.3.4 Delimitación Temporal.**

La investigación se desarrollará durante el período comprendido del mes de Julio del 2015 al mes de Diciembre del 2015.

### 1.3.5 Delimitación Geográfica

La investigación se desarrollará en los talleres de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, ubicada en las calles Tomás Martínez y Vicente Rocafuerte.



**Figura 1.1.** Ubicación Geográfica UIDE sede Guayaquil.

**Fuente:** Google Maps, 2015

**Editado por:** Jonathan Vega

### 1.3.6 Delimitación del Contenido

La investigación abarcará específicamente el estudio y análisis del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, basado en el manual de taller del Toyota Prius Modelo A, considerando también los autores y textos relacionados con el sistema de climatización de los vehículos híbridos.

## 1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

La hipótesis planteada en el presente trabajo es: “Coincidirán los datos e información proporcionada en el manual del fabricante, con la información real obtenida del Toyota Prius Modelo A”.

### 1.4.1 Variables de Hipótesis.

- Variable independiente: El vehículo “Toyota Prius Modelo A” y el sistema de climatización.
- Variable dependientes: Equipos y herramientas para análisis del sistema de climatización (detector de fugas de gas halógenos, llaves de cubo, multímetro), especificaciones técnicas.

Tabla 1.1. Tabla de variable de hipótesis.

Variable independiente	Variable dependiente
Vehículo Toyota Prius Modelo A	Herramientas y equipos
Sistema de climatización del Toyota Prius	Especificaciones técnicas

Fuente: Jonathan Vega

### 1.4.2 Operación de variables.

Tabla 1.2. Tabla de Operación de variables.

Variable dependiente	Función de cada variable
Herramientas y equipos	Se solicitarán según las necesidades durante el transcurso del proyecto.
Especificaciones técnicas	Brindar datos reales del Toyota modelo PRIUS Modelo A.

Fuente: Jonathan Vega

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1 VEHÍCULO TOYOTA PRIUS.**

En el presente capítulo se va a tratar la historia, ventajas y desventajas del Toyota Prius, además de la aplicación de los sistemas de climatización en el área industrial y automotriz.

##### **2.1.1 Concepto Vehículo Híbrido.**

© 2010 Gianfranco Pistoia, en “Electric and Hybrid Vehicles” menciona que:

Los automóviles híbridos son vehículos que trabajan con dos motores: Un motor de combustión interna y un motor eléctrico alimentado por baterías.

Los vehículos híbridos brindan entre sus principales características un menor consumo de combustible y bajo porcentaje de emisión de gases nocivos al medio ambiente dentro del perímetro urbano.

##### **2.1.2 Ventajas y desventajas de los vehículos Híbridos.**

Los vehículos híbridos brindan mayor número de ventajas que desventajas a sus propietarios, entre las principales ventajas se encuentran: la disminución de consumo de combustible y la menor emisión de gases tóxicos al medio ambiente.

La desventaja principal es que los propietarios de vehículos híbridos no cuentan con información veraz abierta al público, ni talleres capacitados que puedan

guiarlos con los respectivos mantenimientos, por lo que se crea una dependencia hacia las concesionarias, teniendo que cancelar valores sumamente altos en comparación a un vehículo convencional.

### **2.1.2.1 Desventajas.**

- Los vehículos híbridos tienen un alto costo de mantenimiento y reparación, especialmente al momento del reemplazo de las baterías.
- En la actualidad el costo del vehículo híbrido es elevado, por lo que está catalogado como un automóvil de clase media alta.

© 2012 Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA), en “Vehículos híbridos y eléctricos” segunda edición, menciona que:

Los vehículos híbridos tienen un peso neto mayor en comparación a un automóvil convencional de similares dimensiones, incluyendo los motores eléctricos y las baterías; es un inconveniente en trayectos largos ya que el vehículo tiene que incrementar la energía para poder desplazarse.

### **2.1.2.2 Ventajas.**

- El consumo de combustible es menor en un automóvil híbrido en comparación a un vehículo con motor de combustión interna.

© 2012 Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA), en “Vehículos híbridos y eléctricos” segunda edición, menciona que:

Los vehículos híbridos emiten menor contaminación sonora que los vehículos convencionales, debido a que cuentan con un motor eléctrico, el cual es silencioso. El motor de combustión del vehículo híbrido al ser complementado por el motor eléctrico también es más silencioso.

© 2012 Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA), en “Vehículos híbridos y eléctricos” segunda edición, menciona que:

Los vehículos híbridos emiten una cantidad mucho menor de gases nocivos al ambiente, monóxido de carbono y dióxido de carbono, en comparación con los automóviles con motores de combustión interna.

**Tabla 2.1.**Tabla comparativa de emisión de gases.

<b>Modelo</b>	<b>Emisiones gCO<sub>2</sub>/km</b>
Toyota Prius 1.8 L	92
Chevrolet Cruze 1.8 L	151
Mazda 6 1.8 L	155

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

### **2.1.3 Historia Toyota Prius.**

El vehículo Toyota Prius fue el primer automóvil híbrido en ser producido en serie, fue lanzado al mercado japonés en 1997, impulsado por la creencia de fomentar un impacto positivo en la sociedad, si los automóviles empezaban a ser respetuosos con el medio ambiente.

Durante los 18 años de historia, los Toyota Prius han presentado tres generaciones:

- Primera generación, modelo sedan, fue comercializado exclusivamente en Japón desde 1997.
- Segunda generación, fue presentada en el año 2003, mostrando una silueta muy similar a la actual, por condiciones de aerodinámica.
- Tercera generación, fue presentada en el año 2009, mostrando el diseño que mantiene hasta la actualidad.

En el 2001, el Toyota Prius fue lanzado a nivel mundial, actualmente se vende en 70 países. En el año 2005 se importó por primera vez, la segunda generación de Toyota Prius al Ecuador, con el propósito de iniciar los estudios de desempeño del modelo Prius en el país.

En 2007, el Ministerio de Energía y Electricidad Renovable, realizó pruebas comparativas entre el Toyota Prius y un vehículo de similares características, en su afán de velar por el ambiente, por medio de reducción de consumo de combustible y de emisiones de dióxido de carbono, los resultados fueron positivos, confirmando así los beneficios que brinda la tecnología híbrida a favor del ambiente.

#### **2.1.4 Características Toyota Prius.**

Actualmente en el Ecuador se encuentra el vehículo Toyota Prius tercera generación, este modelo cuenta con un motor a gasolina de 1.8 litros de cilindrada, que trabaja coordinadamente con el motor eléctrico para poder encontrar las condiciones ideales de funcionamiento y, bajo ciertas circunstancias y por determinados lapsos, puede mover independientemente al automóvil, desplazándose sin consumir combustible y reduciendo significativamente el ruido producido.

La alimentación del motor eléctrico del Toyota Prius es dada por una serie de baterías que se recargan con el movimiento del vehículo, este sistema fue nombrado por Toyota como Hybrid Synergy Drive, puntualmente es la gran ventaja que presentan los Prius en comparación con los vehículos eléctricos que deben ser recargados periódicamente por una fuente de energía eléctrica.

Bajo el sistema Hybrid Synergy Drive, el vehículo Prius supera los problemas de autonomía, largo tiempos de recarga y escasas prestaciones de los vehículos

eléctricos, convirtiéndose así en el automóvil con motor de combustión interna de más alto rendimiento y más bajas emisiones disponible en la actualidad, de acuerdo con las normativas de la Unión Europea.

El motor de combustión interna del vehículo Toyota Prius trabaja con el ciclo Atkinson, el cual es más eficiente que el ciclo Otto, pues consigue relaciones más altas de compresión, en el caso del Prius 13:1, lo que repercute en mejor aprovechamiento de la energía liberada.

El Toyota Prius que actualmente circula en el Ecuador dispone del funcionamiento del motor eléctrico en momentos de bajos regímenes de fuerza o velocidad, menos de 50 km/h, y en altos regímenes de fuerza o velocidad funciona el motor de combustión interna.

## **2.2 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.**

En el presente capítulo se va a tratar el funcionamiento y descripción de los sistemas de climatización automotriz.

### **2.2.1 Definición.**

© 2010 Edwin P. Anderson, en "Air Conditioning" menciona que:

Climatización Automotriz se refiere al conjunto de sistemas que permiten crear en el interior del vehículo unas condiciones de temperatura, humedad y ventilación óptimas tales que permitan al conductor concentrarse en la conducción, siendo así un medio de seguridad activa, al mismo tiempo haciendo el trayecto lo más confortable posible al conductor y a los pasajeros.

### **2.2.2 Historia.**

Los primeros automóviles carecieron de protección alguna contra las inclemencias climáticas para sus ocupantes, siendo totalmente abiertos, por lo que se imposibilitaba su uso en épocas invernales y en verano la brisa que ingresaba al interior del vehículo cumplía con la función de aire acondicionado.

En 1940 se introdujeron al mercado norteamericano los primeros autos con un sistema de refrigeración similar a los que se encuentran actualmente. El primer automóvil fue el Packard, que utilizó un sistema compuesto por un evaporador muy largo que envolvía toda la cabina, siendo controlado por el interruptor de un ventilador.

La segunda compañía en implementar sistemas de climatización en sus automóviles fue Cadillac, pero con una gran desventaja, ya que el compresor siempre estaba encendido mientras el vehículo se encontraba en funcionamiento, pues no existía ningún tipo de embrague en el compresor.

Durante las décadas de los setenta y ochenta se llevó a cabo la gran demanda de sistemas de climatización en los vehículos, debido a que este sistema fue incluido como una característica básica de todo automóvil.

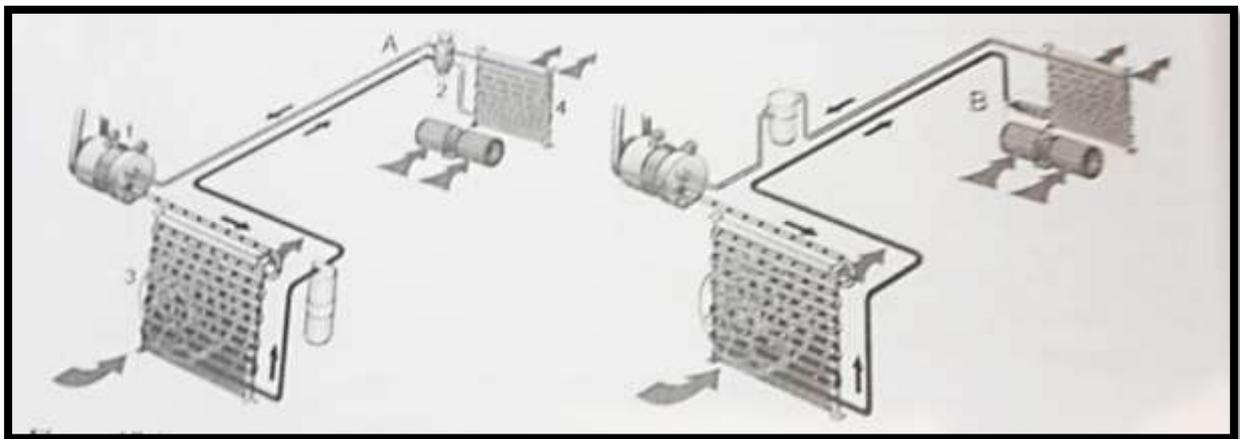
En la actualidad los automotores cuentan con sistemas de climatización muy eficientes, con modernos sistemas automáticos de control de temperatura dentro del habitáculo, para crear un ambiente cómodo y confortable para el conductor y los pasajeros, elevando así los niveles de concentración y seguridad.

### 2.2.3. Funcionamiento del sistema de climatización.

© 2004 Dossat Roy, en “Principios de Refrigeración” menciona que:

El funcionamiento del sistema de climatización del automóvil se basa en que el compresor empuja el gas, enviando presión al condensador. El gas, al pasar por el condensador baja su temperatura y presión pasando a estado líquido. Al salir del condensador, el líquido pasa por el presostato, de ahí prosigue hacia el filtro para eliminar humedad e impurezas, una vez que sale del filtro se dirige hacia la válvula de expansión, la cual se encarga de regular la cantidad de líquido que entra al evaporador. Simultáneamente que el líquido se encuentra circulando por el evaporador, el ventilador empuja aire frío filtrado hacia la cabina.

Para culminar el ciclo, el compresor aspira el gas llevándolo de nuevo a su interior para comprimirlo y enviarlo de nuevo al sistema.



**Figura 2.1.** Componentes del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico – José Alonso Pérez (2010).

**Editado por:** Jonathan Vega.

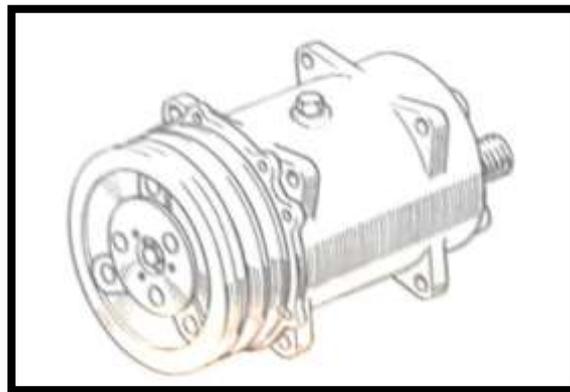
#### 2.2.4. Componentes del sistema de climatización.

Los componentes del sistema de climatización vehicular son muy similares a los que se pueden encontrar en cualquier sistema de climatización industrial o aire acondicionado de hogar.

El sistema de climatización vehicular está compuesto por:

- **Compresor**, es una máquina que transforma la energía mecánica suministrada por el motor del vehículo, trabajando exclusivamente cuando el sistema esta encendido, siendo así el encargado de aspirar el gas refrigerante y comprimirlo con el fin de aumentar la presión para ponerlo en circulación a través del circuito.

Cada sistema de climatización automotriz posee un compresor específico según las especificaciones y demanda del sistema.



**Figura 2.2.** Compresor del sistema de climatización vehicular.

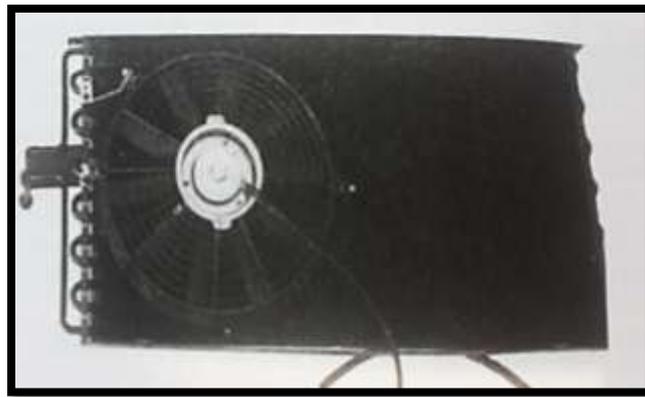
**Fuente:** Equipos de aire acondicionado para el automóvil – Carlos Arroyo (1996).

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Embrague electromagnético**, es el encargado de mantener asociado el compresor con el motor del vehículo, posibilitando la desconexión de los dos elementos cuando el conductor del vehículo así lo amerite o de forma automática cuando el habitáculo alcance la temperatura establecida. El embrague se encuentra

conectado generalmente por medio de una polea motriz del motor del vehículo al compresor.

- **Condensador**, se encuentra ubicado en la parte delantera del vehículo entre el electro ventilador y el radiador de refrigeración del motor, su función principal es reducir la temperatura del fluido refrigerante que circula por su interior, regularmente emplea un serpentín tubular con aletas para conseguir la mayor superficie de contacto con el aire que es emitido por los electro ventiladores, así se realiza el intercambio térmico, disminuyendo la temperatura del líquido refrigerante y expulsando al ambiente una determinada cantidad de calor.

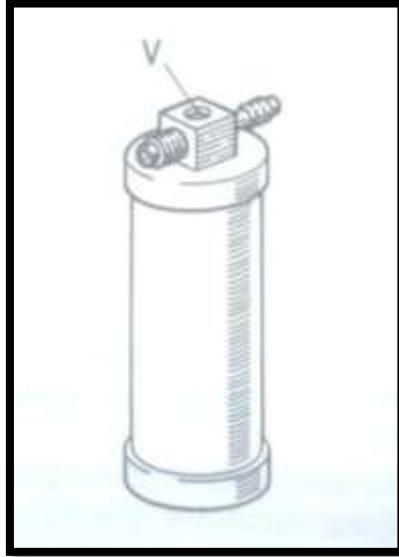


**Figura 2.3.** Condensador del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Equipos de aire acondicionado para el automóvil – Carlos Arroyo (1996).

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Filtro deshidratante**, es indispensable para el correcto funcionamiento del sistema de climatización, debido a que retiene partículas de suciedad y humedad. A su vez hace de depósito acumulador de gas líquido y controla que no existan burbujas de aire dentro del circuito.



**Figura 2.4.** Filtro deshidratante del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Equipos de aire acondicionado para el automóvil – Carlos Arroyo (1996).

**Editado por:** Jonathan Vega.

- **Válvula de expansión**, es la encargada de regular la cantidad de fluido refrigerante que ingresa al evaporador según sean las condiciones ambientales a la que está sometido el sistema y a los requerimientos del conductor dentro del habitáculo.

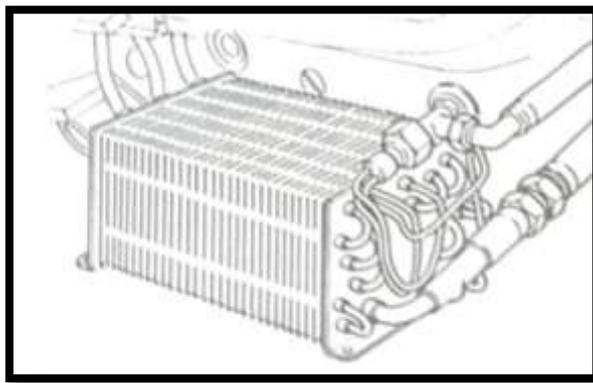


**Figura 2.5.** Válvula de expansión del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico – José Alonso Pérez (2010).

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Evaporador**, es un intercambiador de calor que tiene por función enfriar y deshumidificar el aire antes de pasar al habitáculo, interiormente el evaporador se encuentra formado por varios tubos dispuestos en circuitos paralelos por los cuales circula el fluido refrigerante en estado gaseoso a baja presión, el aire que atraviesa el evaporador transfiere sus calorías al fluido refrigerante, por lo cual este eleva su nivel de energía (proceso físico llamado entalpia) y culmina su vaporización siendo aspirado por el compresor.

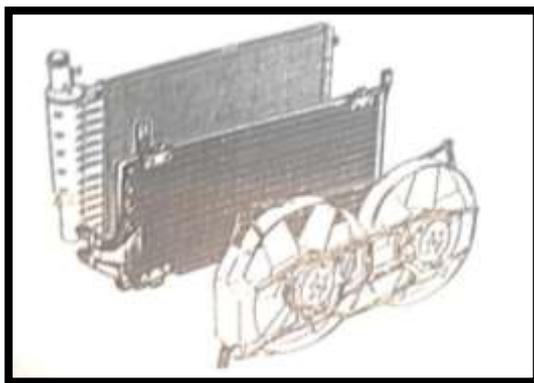


**Figura 2.6.**Evaporador del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Equipos de aire acondicionado para el automóvil – Carlos Arroyo (1996).

**Editado por:** Jonathan Vega.

- **Filtro del habitáculo**, es el encargado de eliminar todas las impurezas que existan en el aire antes de ingresar a la cabina.
- **Ventilador**, cumple la función de enviar el aire frío al interior del vehículo.



**Figura 2.7.** Ventilador del sistema de climatización vehicular.

**Fuente:** Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico – José Alonso Pérez (2010).

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Termostato o Presostato**, son los encargados de controlar el funcionamiento del sistema de climatización en función de la temperatura.

- **Refrigerante**, en la actualidad todos los automóviles utilizan el refrigerante R134a, que reemplazo al CFC-12 debido a que se determinó que daña la capa de ozono. El refrigerante R134a es una sustancia de bajo punto de ebullición, y cuenta con una alta capacidad de absorción de calor, encontrándolo en estado líquido a bajas temperaturas y en estado gaseoso a temperaturas normales.

## **2.3 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL TOYOTA PRIUS.**

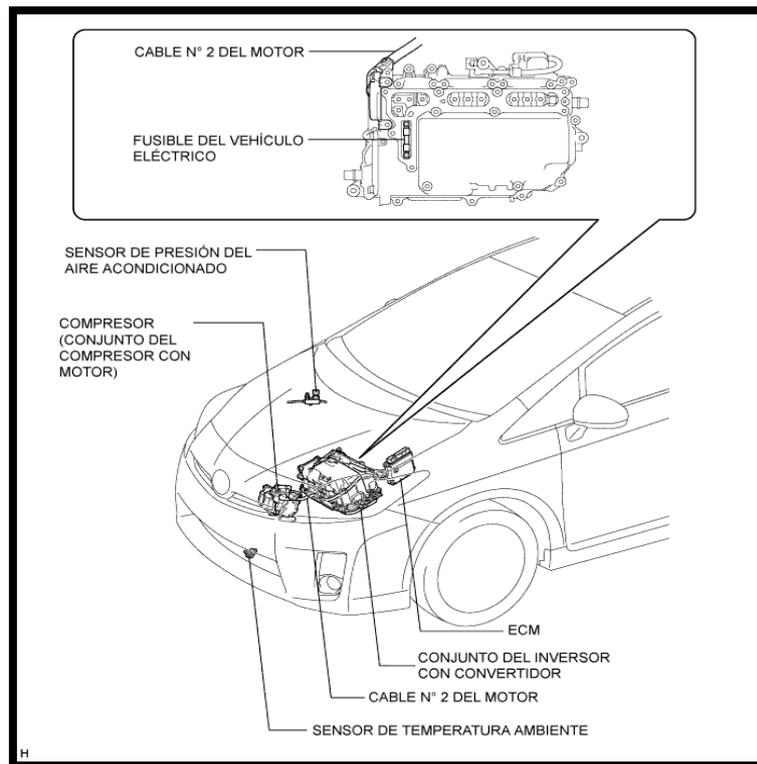
En el presente capítulo se va a tratar sobre el funcionamiento y los componentes del sistema de climatización del Toyota Prius.

### **2.3.1. Componentes del sistema de climatización del Toyota Prius.**

El Toyota Prius modelo A tiene incorporado un sistema de climatización y calefacción para brindar el confort necesario a sus pasajeros sin importar cuál sea la condición climática del ambiente.

Los componentes del sistema de climatización del Toyota Prius modelo A son:

- Compresor del aire acondicionado.
- Amplificador del A/C.
- Sensor de presión del aire acondicionado.
- Conjunto del inversor con convertidor.



**Figura 2.8.** Ubicación de componentes del sistema de A/C.

**Fuente:** Manual Toyota Prius

**Editado por:** Jonathan Vega

## 2.3.2. Funcionamiento de los reguladores del sistema de climatización del Toyota Prius.

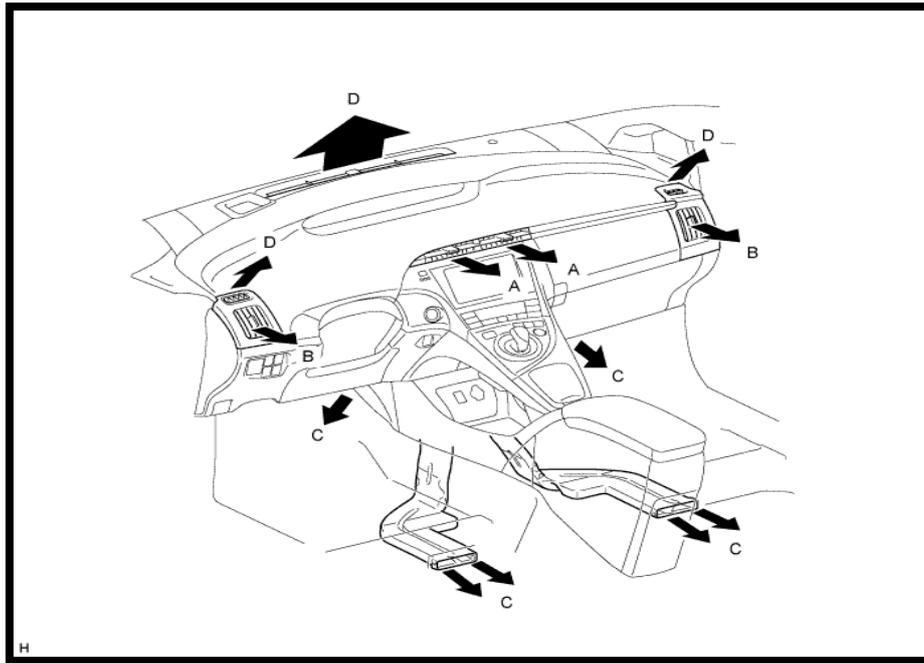
Las funciones de los reguladores principales del tablero de control del sistema de climatización del Toyota Prius.

**Tabla 2.2.**Funcionamiento de los reguladores del panel de control del sistema de A/C.

Regulador de control	Posición de funcionamiento	Posición del regulador	Funcionamiento
Regulador de la entrada de aire	FRESH	A	Permite la entrada de aire limpio.
	RECIRCULATION	B	Provoca la recirculación del aire interno.
Regulador de la mezcla de aire	Ajuste de temperatura MAX COLD a MAX HOT	C - D	Varía la relación de la mezcla de aire caliente y aire frío para regular la temperatura de forma continua entre calor y frío.
Regulador de control de salida de aire	DEF 	J, E	Desempeña el parabrisas con el desescarchador central, el desescarchador lateral y los difusores laterales.
	FOOT/DEF 	J, F	Desempeña el parabrisas con el desescarchador central, los desescarchadores laterales y los registros laterales, a la vez que emite aire del conducto del registro delantero y trasero del hueco para los pies.
	FOOT 	J, H	El aire sale de los conductos de los difusores delantero y trasero del hueco para los pies y de los difusores laterales. Además, también se emite un aire suave desde el desescarchador central y los desescarchadores laterales.
	BI-LEVEL 	I, G	El aire sale de los conductos del difusor central delantero y trasero, el difusor lateral y el difusor del hueco para los pies delantero y trasero.
	FACE 	I, E	El aire sale de los conductos del difusor delantero central y del difusor lateral.

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 2.9.**Salidas de aire y volumen de flujo de aire del sistema de A/C Toyota Prius.

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

## 2.4 APLICACIONES VARIAS A SISTEMAS DE CLIMATIZACION.

En el presente capítulo se va a tratar sobre las características y usos de los sistemas de climatización en el área industrial.

### 2.4.1 Historia.

© 2004 Dossat Roy, en “Principios e Refrigeración” menciona que:

La historia de la climatización se remonta cientos de años atrás cuando nuestros antepasados utilizaban el hielo natural para enfriar y conservar sus alimentos. A finales del siglo XIX, se comenzó la práctica de la refrigeración mecánica a nivel industrial para la producción química y preservación de alimentos. Se descubrió la forma de controlar la temperatura y la humedad en el ambiente, lo que actualmente se conoce como acondicionamiento de aire.

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener una temperatura determinada dentro de un espacio.

### **2.4.2 Aplicaciones industriales de los sistemas de climatización.**

Los sistemas de climatización o refrigeración tienen múltiples aplicaciones en el mundo actual, desde las refrigeradoras que se encuentran comúnmente en los hogares, hasta el almacenamiento o transporte de alimentos a nivel industrial. Aunque existen pequeñas diferencias en la amplia gama de sistemas de refrigeración, los principios básicos de funcionamiento son los mismos.

© 2006 Luis Coloma Rodríguez, en “Manual de Capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración” menciona que:

Los ciclos termodinámicos son la base de los sistemas de refrigeración industrial, durante el proceso el líquido refrigerante absorbe calor de una fuente de baja temperatura para luego transmitirlo a un sistema de mayor temperatura.

Cada refrigerante tiene sus propias características, lo que permite que cada uno sea utilizado en una aplicación determinada.

**Tabla 2.3.**Aplicaciones comunes de refrigerantes automotrices.

<b>Refrigerante</b>	<b>Aplicaciones comunes</b>
Aire	En la unidad de refrigeración del ciclo de aire para aeronáutica.
Amoníaco	En las grandes industrias y para bajas temperaturas.
Anhídrido carbónico	Ciclos de baja temperatura en sistemas en cascada.
R-11	Sistemas de compresión centrífugos.
R-12	En unidades pequeñas de acondicionamiento de aire.
R-22	Sistemas industriales de baja temperatura.
R-113	Sistema de compresión centrífuga.
Agua	Unidades de refrigeración por chorro de vapor.

**Fuente:** Manual de capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración – Luis Coloma (2006).

**Editado por:** Jonathan Vega.

En la actualidad existen dos tecnologías de refrigeración, las cuales son las más utilizadas, los sistemas de refrigeración por compresión de vapor y los sistemas de refrigeración por absorción.

#### **2.4.2.1 Refrigeración por compresión de vapor.**

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor se denomina al proceso en el cual el refrigerante es sometido a un ciclo termodinámico de compresión, condensación, expansión y evaporación.

Durante el ciclo de refrigeración, el refrigerante ingresa al compresor como vapor saturado a baja presión, por lo que se le proporciona energía eléctrica para aumentar la presión y temperatura, transformarlo en vapor sobrecalentado que es enviado al condensador, donde se enfría hasta lograr la condensación necesaria

para liberar energía en forma de calor al ambiente, posteriormente el refrigerante presurizado pasa por la válvula de expansión, donde se expande súbitamente, logrando obtener vapor húmedo a baja presión, luego ingresa al evaporador donde se extrae calor del material refrigerado, finalmente el refrigerante vuelve al compresor en forma de vapor saturado a baja presión.

En la actualidad la refrigeración por compresión de vapor es el método más utilizado para las aplicaciones frigoríficas.

#### **2.4.2.2 Refrigeración por absorción.**

El ciclo de refrigeración por absorción se denomina al proceso en el cual se reemplaza a la etapa de compresión por dos procesos: generación y absorción.

Durante el ciclo de refrigeración por absorción, se bombea al generador la mezcla de refrigerante y absorbente. Posteriormente el generador se calienta, evaporando gran porcentaje del refrigerante, el cual es enviado al condensador para enfriarlo. Luego el refrigerante pasa al dispositivo de expansión para enfriarse y perder presión, continuando hacia el evaporador donde absorbe energía térmica evaporándose y entregando el efecto de refrigeración necesitado, para culminar el ciclo, el refrigerante es enviado hacia el absorbedor donde se mezcla con el absorbente para luego ser bombeado hacia el generador.

La refrigeración por absorción brinda un rendimiento menor en comparación con la refrigeración por compresión de vapor.

##### **2.4.2.2.A. Sistema de climatización de uso residencial**

En los hogares se pueden encontrar equipos que funcionan básicamente con el ciclo de compresión de vapor, como las neveras que se utilizan para mantener los

alimentos, utilizando el fregón como refrigerante dentro de un sistema hermético con compresor de tipo recíprocante.

#### **2.4.2.2.B. Sistema de climatización de uso industrial**

En el área industrial actualmente los sistemas de climatización son de vital importancia, por ejemplo formando la cadena de frío con la finalidad de mantener los productos en perfectas condiciones durante la producción, transporte o hasta ser adquiridos por el consumidor final.

A continuación se detallan ejemplos del uso de sistemas de climatización y refrigeración en diferentes áreas industriales.

- Área alimenticia.

En el área alimenticia los sistemas de refrigeración son de vital importancia para mantener el producto en buen estado durante su producción y transporte, debido a que los alimentos son sensibles a las condiciones ambientales y sin la correcta cadena de frío se perdería el producto por descomposición.

- Área de bebidas.

En el área de las embotelladoras de bebidas los sistemas de refrigeración representan un pilar fundamental en su producción pues las bebidas que contienen dióxido de carbono deben ser enfriadas a temperaturas bajo cero grados centígrados para poder disolver dicho gas en la bebida.

En el área cervecera los sistemas de refrigeración se encuentran presentes durante todo el proceso de producción, ya que la cerveza necesita bajas temperaturas durante los prolongados periodos de almacenamientos en tanques de fermentación, maduración y elaboración de malta.

- Área de transporte de alimentos.

En el transporte aéreo, marítimo o terrestre de alimentos se exige implementar ambientes refrigerados para controlar las condiciones del producto hasta su entrega al cliente final, por ejemplo en el Ecuador podemos ver comúnmente los procesos de exportación de banano y camarón en contenedores refrigerados o con atmosfera controlada, lo que permite que al producto tener variaciones mínimas hasta ser recibido por el cliente final en el puerto de destino.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.**

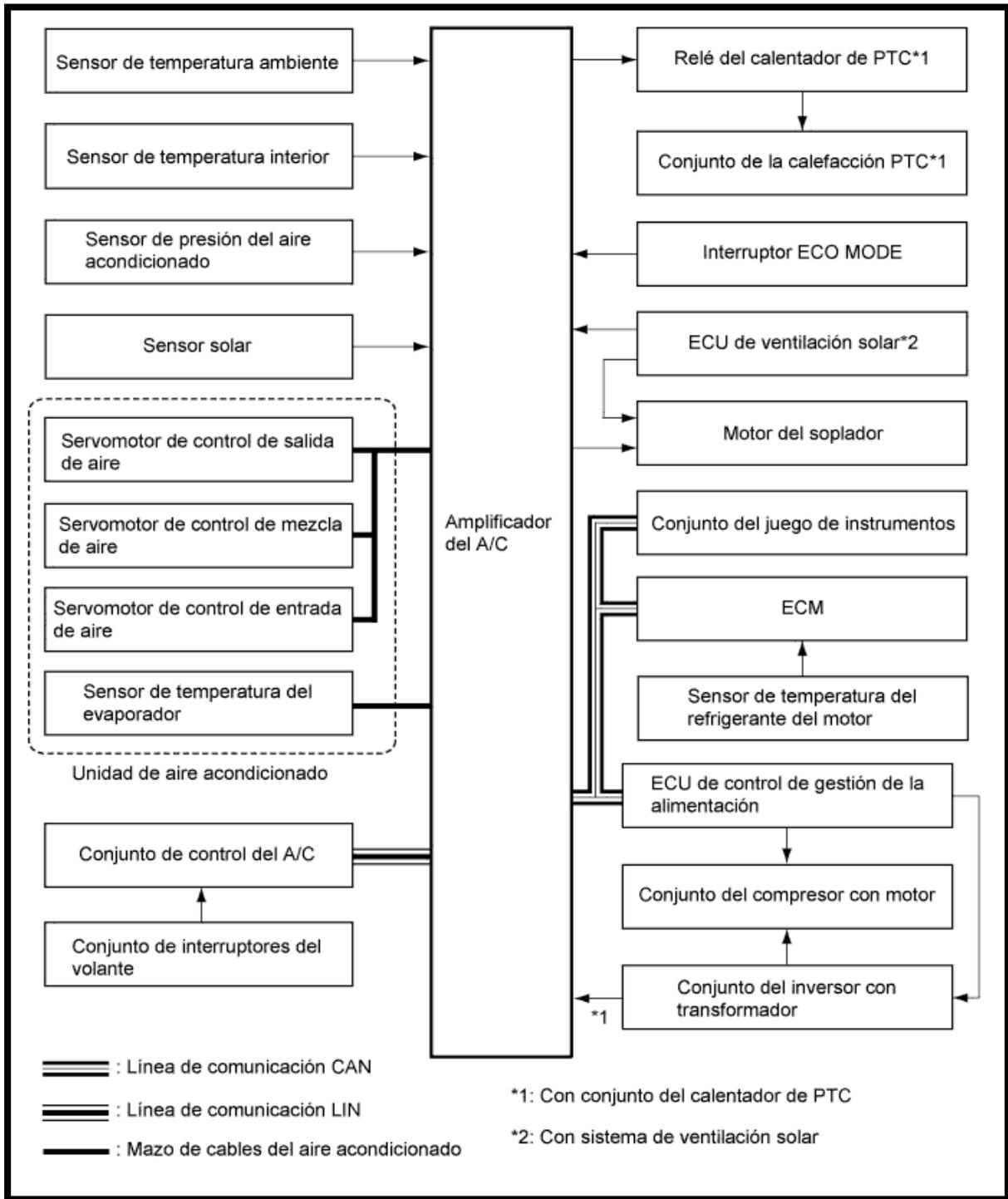
El sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 es el encargado de gestionar las condiciones de temperatura, humedad y ventilación óptimas tales que permitan al conductor concentrarse en la conducción con la máxima confortabilidad, es decir es un medio esencial de seguridad preventiva; al mismo tiempo haciendo el trayecto lo más placentero posible a los acompañantes.

#### **3.1 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.**

##### **3.1.1 Controladores del Sistema de Climatización.**

El sistema de climatización cuenta con un control central, llamado Amplificador del Aire Acondicionado, el cual es el encargado de monitorear e interpretar los requisitos y las condiciones operativas de todos los componentes y sensores del sistema, para luego enviar la información necesaria a la ECU principal del automóvil.

A continuación se muestra el esquema de funcionamiento del sistema de climatización del Toyota Prius modelo A.



**Esquema 3.1.** Esquema del sistema de climatización Toyota Prius modelo A.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

En los anteriores sistemas automáticos de aire acondicionado del Toyota Prius, el volumen de aire del soplador y la temperatura de salida de aire eran determinados

por el Amplificador del Aire Acondicionado, esta información era necesaria en función de la fórmula de cálculo derivada de la información de los sensores.

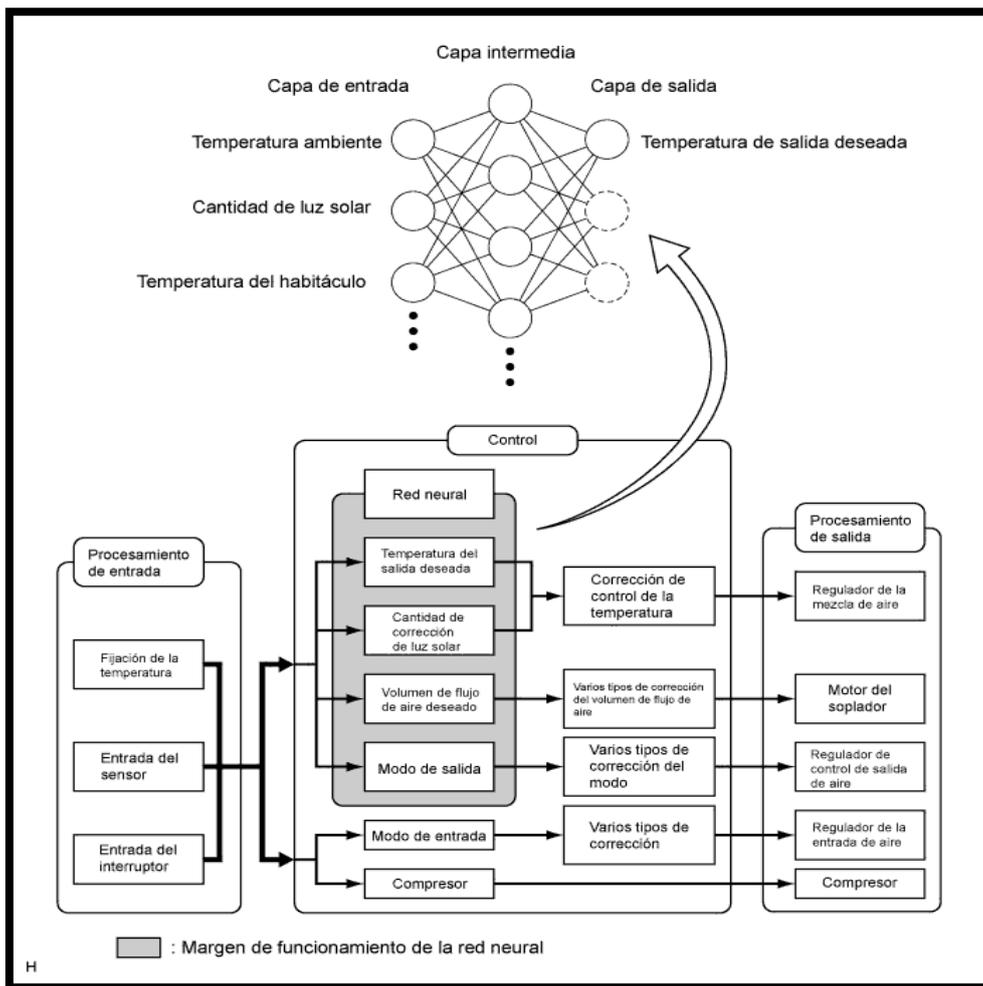
Estudios realizados han determinado que la misma temperatura dentro de la cabina puede ser percibida de diferentes formas por cada persona dependiendo del entorno al que este expuesto, esto se debe a los complejos sentidos que posee cada persona. Por ejemplo, los rayos del sol pueden crear un ambiente cálido en un clima frío pero pueden ser totalmente desagradables en un clima caliente. Debido a estas razones la marca Toyota incorporó en el Prius modelo A una red neural que permite tener un mayor control del sistema de aire acondicionado en modo automático. El principio básico de la red neural es recolectar datos en diversas condiciones ambientales, los cuales son almacenados en el amplificador del A/C, de esta forma se puede controlar automáticamente diversos factores para lograr una mejor calidad del aire acondicionado.

La red neural se encuentra dividida en tres capas: capa de entrada, intermedia y la capa de salida.

- Capa de entrada: en esta capa las neuronas tienen de función principal analizar los datos de entrada del porcentaje de luz solar, temperatura exterior y la temperatura de la cabina basándose en los resultados emitidos por los sensores e interruptores. El resultado final es enviado hacia las neuronas de la capa intermedia.
- Capa intermedia: las neuronas de esta capa tienen como función principal ajustar la fuerza de unión entre las capas de neuronas.

- Capa de salida: las neuronas ubicadas en esta capa están encargadas de analizar los parámetros de la temperatura de salida, el volumen de flujo de aire deseado y el volumen de control del modo de salida seleccionado por el usuario.

Una vez analizados los volúmenes calculados por el control de la red neural, el amplificador del A/C se encarga de manejar los servomotores y el motor del soplador en función de los resultados obtenidos.



**Esquema 3.2.** Esquema del sistema de red neural Toyota Prius modelo A.

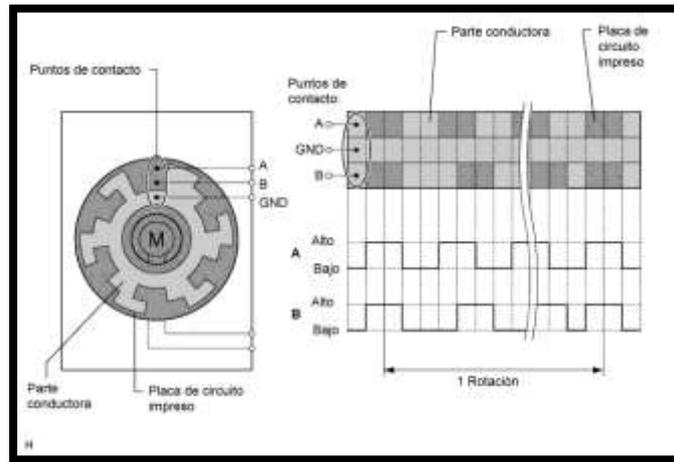
**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

### 3.1.2 Sensores y Componentes del sistema de climatización del Toyota Prius.

A continuación se detallará el funcionamiento de los sensores y componentes del sistema de climatización de Toyota Prius modelo A.

- **Sensor de temperatura ambiente** es el encargado de detectar la temperatura exterior basándose en los cambios de resistencia del termistor integrado y como resultado envía una señal al amplificador del A/C.
- **Sensor de temperatura interior** detecta la temperatura del habitáculo basándose en los cambios de resistencia de su termistor integrado y envía una señal al amplificador del A/C.
- **Sensor de presión del aire acondicionado** detecta la presión del refrigerante y la transmite al amplificador del A/C en forma de cambios de tensión.
- **Sensor Solar** detecta los cambios en la cantidad de luz solar y los transmite al amplificador del A/C en forma de cambios de tensión.
- **Servomotor de impulsos** está formado por una placa de circuito impreso y un servomotor. La placa de circuito impreso tiene tres puntos de contacto y puede transmitir dos señales ON-OFF al amplificador del A/C basándose en las diferencias de las fases de impulsos. El conector BUS es capaz de detectar la posición y dirección de movimiento del regulador con estas señales.

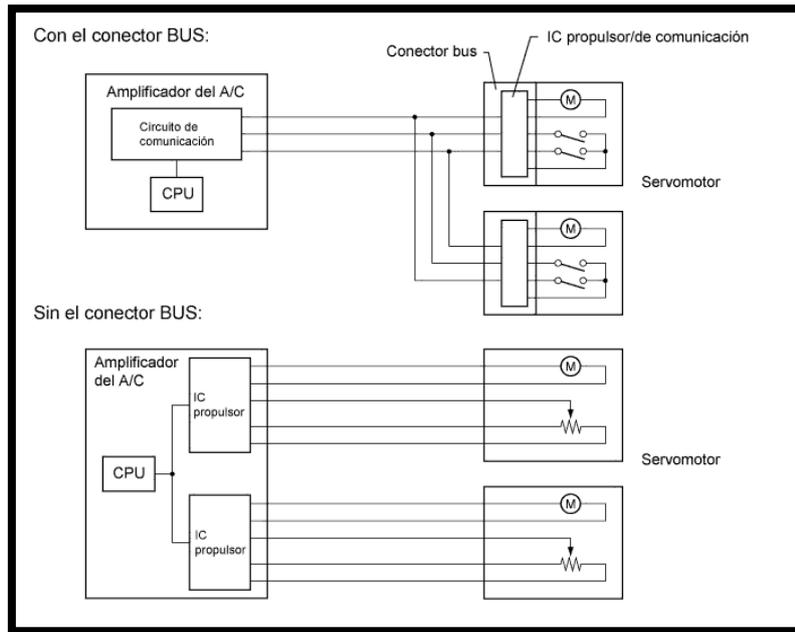


**Esquema 3.3.**Esquema del servomotor.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

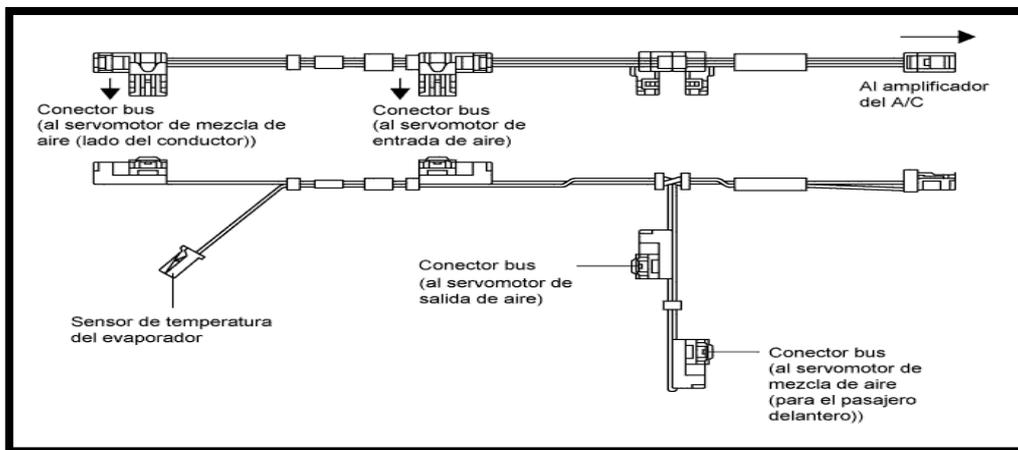
- **Sensor de temperatura del evaporador** detecta la temperatura del aire frío justo después de que ha pasado por el evaporador basándose en los cambios de resistencia, con los resultados obtenidos envía una señal al amplificador del A/C.
- **Conexión BUS** se encarga de conectar los servomotores al Amplificador de A/C, por lo que cada conector BUS dispone de un IC propulsor de comunicación para unir, accionar y detectar la posición de los servomotores. Este tipo de conector permite la comunicación del bus para el mazo de cables del servomotor, obteniendo una estructura menos pesada y un número reducido de cables.



**Diagrama 3.1.**Diagrama de conexión BUS con IC propulsor.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega



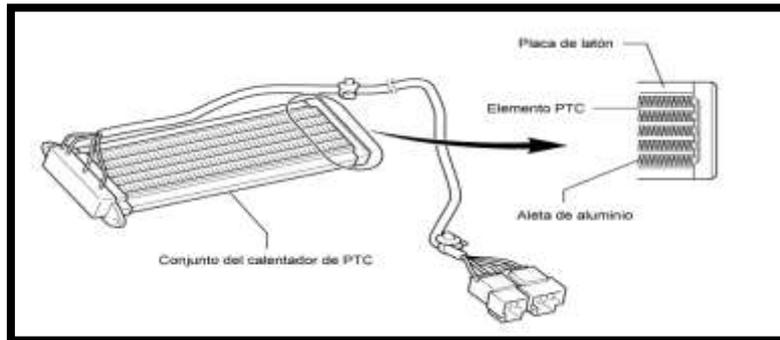
**Figura 3.1.**Detalle de conectores BUS.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Calentador de PTC** está ubicado sobre el núcleo de la calefacción, en la unidad de aire acondicionado. Está formado por un elemento PTC, una aleta de aluminio y una placa de latón, cuando se aplica corriente al elemento PTC,

genera calor para calentar el aire que pasa a través de la unidad. El calentador PTC se activa o desactiva mediante señales enviadas por el amplificador del A/C en función de la temperatura del refrigerante del motor, la temperatura ambiente, el régimen del motor, el ajuste de la temperatura y la carga eléctrica.



**Figura 3.2.**Calentador de PTC.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- **Control Modo ECO** durante el funcionamiento del modo ecológico, el amplificador del A/C restringe el rendimiento del sistema de aire acondicionado en situaciones específicas lo que supone un aumento del ahorro de combustible.

El control del modo ecológico se activa cuando el interruptor del modo ECO proporcionado en el subconjunto del panel y el control de integración están pulsado, restringiendo el rendimiento del sistema de aire acondicionado.

**Tabla 3.1.**Funcionamiento Modo ECO.

<b>Control</b>	<b>Descripción</b>
Control del interruptor de aire interior/exterior	Cambia automáticamente la lumbrera de entrada de aire al modo de circulación de aire interno cuando la temperatura del aire exterior es igual o superior a la temperatura predeterminada y reduce el consumo de energía.
Control del nivel del soplador	Ajusta el nivel del soplador en el modo AUTO inferior al normal y suprime el consumo de energía.
Control del calentador de PTC	Detiene el funcionamiento del conjunto del calentador de PTC y suprime el consumo de energía.
Control de restricción del calentamiento	Cambia la temperatura de salida activando y desactivando el interruptor de modo ecológico durante el calentamiento y aumenta el tiempo de desconexión del motor cuando el interruptor del modo ECO en estado ON, lo que supone un aumento en el ahorro de combustible.
Control de la restricción de velocidad del compresor	Restringe la velocidad máxima durante la refrigeración y reduce el consumo de energía.

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- **Motor del soplador** dispone de un controlador integrado y es controlado mediante un control de marcha accionado por el amplificador de A/C.
- **Conjunto de Compresor** es controlado por el amplificador del A/C, el cual calcula la velocidad deseada del compresor en base a la temperatura deseada del evaporador, calculada a partir del interruptor de control de temperatura, el sensor de temperatura interior, el sensor de temperatura exterior, el sensor solar y la temperatura real del evaporador, detectada por el sensor de temperatura del evaporador. A continuación, el amplificador del A/C transmite la velocidad deseada a la ECU de control de gestión de la alimentación. La ECU de control de gestión de la alimentación controla el inversor del A/C en base a los datos de velocidad deseada para controlar el

conjunto del compresor con motor a la velocidad más adecuada al estado de funcionamiento del sistema de aire acondicionado.

El amplificador del A/C calcula la temperatura deseada del evaporador, que incluye correcciones basadas en el interruptor de control de temperatura, el sensor de temperatura interior, el sensor de temperatura exterior, el sensor de control automático de luces y el sensor de temperatura del evaporador. En consecuencia, el amplificador del A/C controla la velocidad del compresor de forma que no inhiba el rendimiento de refrigeración o el rendimiento del desempañador.

- **Conjunto del Inversor** es el encargado de convertir los 201,6 V DC que entrega la batería HV en 201,6 V AC para el compresor eléctrico del aire acondicionado.

## **3.2 COMPROBACIONES DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.**

### **3.2.1 Tipos de comprobaciones.**

- Prueba de indicadores del panel de control del A/C.
- Prueba del sensor del panel de indicadores.
- Prueba activa del Motor del soplador.
- Prueba activa del Conjunto del compresor con motor.
- Prueba activa de la bomba de agua.
- Prueba activa del ventilador eléctrico.
- Prueba activa del nivel de funcionamiento de la calefacción.
- Prueba activa del relé del desempañador (trasero).
- Prueba activa del relé del calentador del espejo (delantero).

- Prueba activa de impulsos del servomotor de mezcla de aire.
- Prueba activa de impulsos del servomotor de salida de aire.
- Prueba activa de impulsos del regulador de entrada de aire.
- Prueba del circuito del panel de control del aire acondicionado.
- Prueba del circuito del motor del soplador.
- Prueba del refrigerante del sistema de climatización.

### **3.2.1.1 Describir.**

- Prueba de indicadores del panel de control del A/C.

La prueba de los indicadores del panel de control del Sistema de Aire Acondicionado permite comprobar el funcionamiento correcto de cada indicador del panel.

- Prueba del sensor del panel de indicadores.

La prueba del sensor del panel de indicadores se inicia automáticamente una vez culminado la Prueba de indicadores del panel del control del A/C y permite visualizar los códigos de diagnóstico (DTC) del conjunto de control del Aire Acondicionado.

- Prueba activa del Motor del soplador.

La prueba activa del motor del soplador es realizada con el scanner TechStream y permite ajustar el volumen de aire en Alto/ Bajo desde el mínimo rango 0, hasta el máximo rango 31, así se puede detectar un funcionamiento intermitente antes de tocar alguna pieza o cableado dentro del sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba activa del Conjunto del compresor con motor.

La prueba activa del Conjunto del compresor con motor es realizada con el scanner TechStream y permite accionar el compresor a diferentes revoluciones, desde el mínimo rango 0 hasta el máximo rango 10000 rpm, para así poder localizar averías. Se deberá realizar esta prueba con el IG en ON (Ready en ON) y el vehículo detenido.

- Prueba activa de la bomba de agua.

La prueba activa de la bomba de agua es realizada con el scanner TechStream y permite simular el estado de apagado o prendido de la bomba de agua, para así poder localizar averías durante el funcionamiento de este componente mediante el sonido procedente del interior del vehículo. Se deberá realizar esta prueba con el IG en ON (motor encendido/ Ready en ON) y el vehículo detenido.

- Prueba activa del ventilador eléctrico.

La prueba activa del ventilador eléctrico es realizada con el scanner TechStream y permite simular el estado de apagado o encendido del ventilador eléctrico, para así poder localizar averías durante el funcionamiento mediante una inspección visual o verificando los sonidos emitidos. Se deberá realizar esta prueba con el IG en ON (motor encendido/ Ready en ON) y el vehículo detenido.

- Prueba activa del nivel de funcionamiento de la calefacción.

La prueba activa del nivel de funcionamiento de la calefacción es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento de la calefacción dentro del rango de niveles, mínimo 0 y máximo 3, para así poder localizar averías.

- Prueba activa del relé del desempañador (trasero).

La prueba activa del relé del desempañador (trasero) es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento, apagado o encendido, del

desempañador del vidrio posterior, durante esta prueba se puede localizar averías en el sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba activa del relé del calentador del espejo (delantero).

La prueba activa del relé del calentador del espejo (delantero) es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento, apagado o encendido, del calentador del espejo delantero, durante esta prueba se puede localizar averías en el sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba activa de impulsos del servomotor de mezcla de aire.

La prueba activa los impulsos objetivo del servomotor de mezcla de aire del lado del conductor es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento, dentro del rango de niveles, mínimo 0 y máximo 255, durante esta prueba se puede localizar averías en el sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba activa de impulsos del servomotor de salida de aire.

La prueba activa de impulsos del servomotor de salida de aire es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento, dentro del rango de niveles, mínimo 0 y máximo 255, durante esta prueba se puede localizar averías en el sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba activa de impulsos del regulador de entrada de aire.

La prueba activa de impulsos del regulador de entrada de aire es realizada por el scanner TechStream y permite simular el funcionamiento, dentro del rango de niveles, mínimo 0 y máximo 255, durante esta prueba se puede localizar averías en el sistema. Se deberá realizar esta prueba con el IG encendido.

- Prueba del circuito del panel de control del aire acondicionado.

La prueba del circuito del panel de control del aire acondicionado permite verificar el funcionamiento del circuito que consta del conjunto de control del A/C y el amplificador del A/C. Cuando se accione el conjunto de control del A/C, las señales se envían al amplificador del A/C a través del sistema de comunicaciones LIN. Si el sistema de comunicaciones LIN está averiado, el amplificador del A/C no funciona aunque el conjunto de control del A/C esté en funcionamiento.

- Prueba del circuito del motor del soplador.

La prueba del circuito del motor del soplador permite verificar el funcionamiento accionando el motor mediante señales procedentes del amplificador del A/C. Las señales de velocidad del motor del soplador se transmiten según los cambios del factor de marcha.

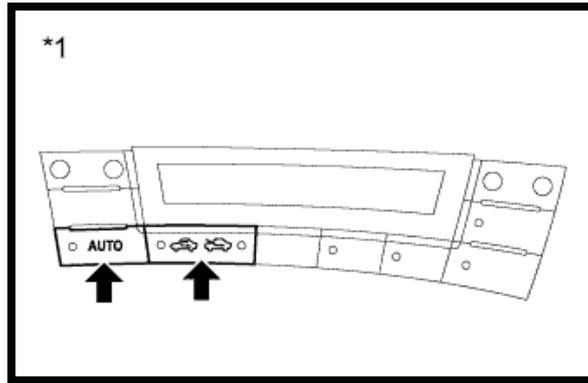
- Prueba del refrigerante del sistema de climatización.

La prueba del refrigerante del sistema de climatización permite verificar el funcionamiento, fugas, volumen y presión del líquido refrigerante dentro de las cañerías del sistema.

### **3.2.1.2 Procedimientos.**

#### **Prueba de indicadores del panel de control del A/C.**

- Colocar el interruptor de encendido en la posición OFF.
- Activar el interruptor de alimentación (ACC) y esperar al menos 5 segundos.
- Girar el interruptor de encendido a la posición ON (IG) y pulsar el conjunto del sistema de control del aire acondicionado "AUTO" y el interruptor Recirculación/Aire limpio simultáneamente. Mantener apretados los dos interruptores hasta que aparezca en la pantalla de comprobación del indicador.

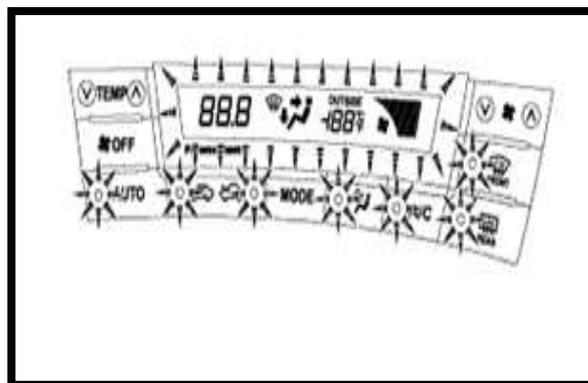


**Figura 3.3.**Conjunto de control de A/C.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

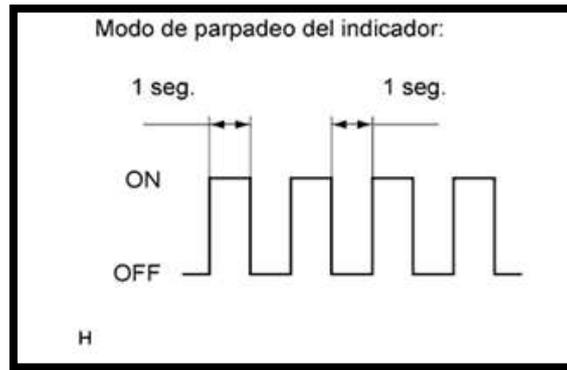
- La inspección de los indicadores se realiza automáticamente al activar el diagnóstico de panel. Comprobar si los indicadores se encienden y se apagan 4 veces seguidas en intervalos de 1 segundo continuamente.



**Figura 3.4.**Conjunto de control de A/C modo de prueba

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega



**Figura 3.5.**Modo de parpadeo del indicador.

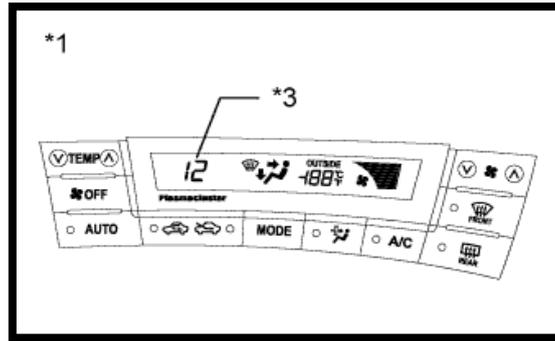
**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- La inspección del sensor se inicia automáticamente al finalizar la inspección de los indicadores.
- Para cancelar el modo de comprobación, debe pulsar el interruptor OFF.

### **Prueba de sensores del panel de control del A/C.**

- Arrancar el motor y dejar que se caliente.
- Inspeccionar los indicadores, al finalizar el sistema entra automáticamente en el modo de comprobación de DTC.
- Leer los DTC mostrados en el conjunto de control del A/C.
- Una vez obtenido el código de diagnóstico, se deberá consultar en la tabla de códigos de diagnóstico.

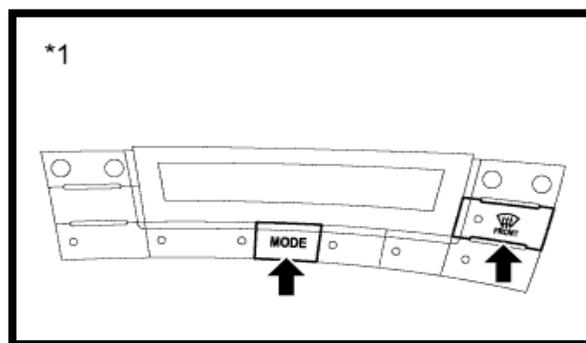


**Figura 3.6.**Código de diagnóstico (DTC).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Si se dificulta la visualización del códigos porque cambian automáticamente, se deberá pulsar el interruptor “MODE” para visualizar los pasos uno a uno y poder leerlos con mayor facilidad.
- Para borrar los DTC se deberá presionar “FRONT DEF” y “MODE” simultáneamente.



**Figura 3.7.**Borrado de DTC.

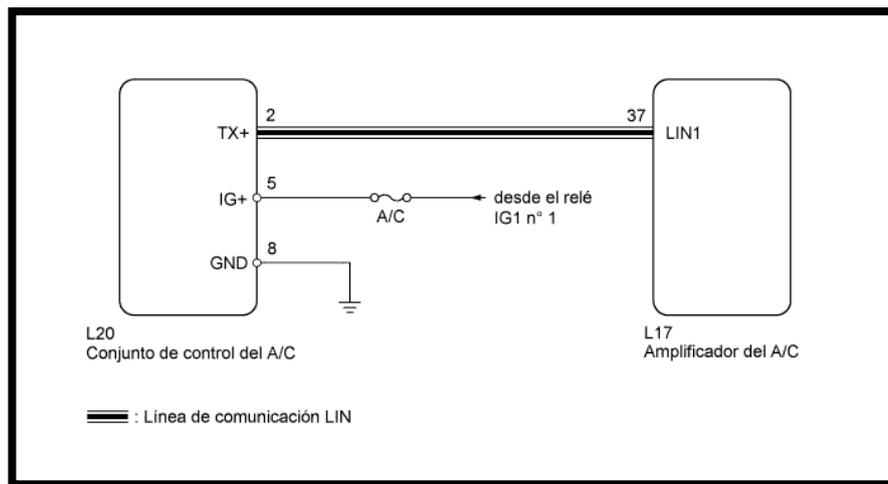
**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Fin de la inspección.

## Prueba del circuito del panel de control del aire acondicionado.

Este circuito consta del conjunto de control del A/C y el amplificador del A/C. Cuando se accione el conjunto de control del A/C, las señales se envían al amplificador del A/C a través del sistema de comunicaciones LIN. Si el sistema de comunicaciones LIN está averiado, el amplificador del A/C no funciona aunque el conjunto de control del A/C esté en funcionamiento.



**Diagrama 3.2.**Diagrama de conexiones del circuito de panel de control del A/C.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

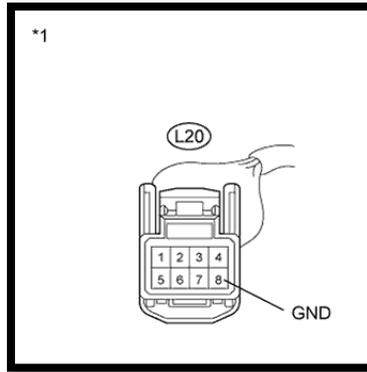
- Inspeccionar el mazo de cables y el conector (conjunto de control del A/C – masa de la carrocería)
  - Desconectar el conector del conjunto de control del A/C
  - Medir la resistencia según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.2.**Resistencia estándar del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L20-8 (GND) - Masa de la carrocería	Siempre	Inferior a 1 $\Omega$

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 3.8.** Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Resistencia).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

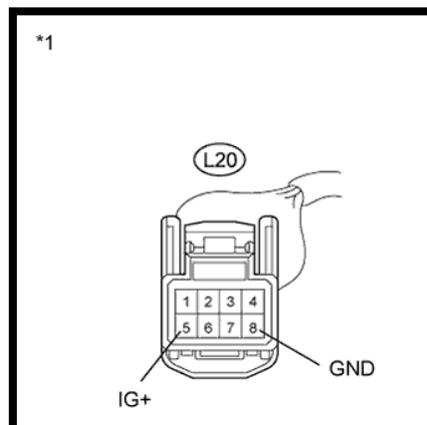
- Inspeccionar el mazo de cables y el conector (conjunto de control del A/C – batería)
  - Medir el voltaje según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.3.** Voltaje del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L20-5 (IG+) - L20-8 (GND)	Interruptor de encendido activado (IG)	11 a 14 V

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

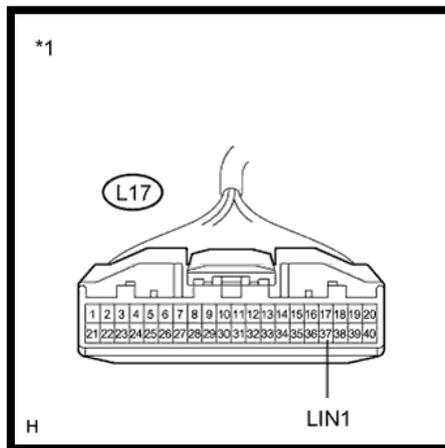


**Figura 3.9.** Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Voltaje).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Revisar el mazo de cables y el conector (conjunto de control del A/C – Amplificador del A/C)
  - Desconectar el conector del amplificador del A/C.



**Figura 3.10.** Vista frontal del conector del mazo de cables del amplificador del A/C (LIN1).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

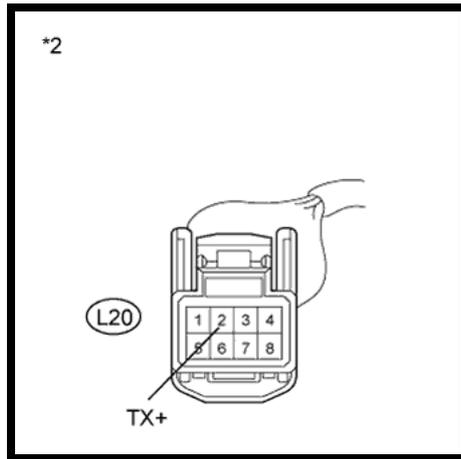
- Medir la resistencia en el PIN 2 según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.4.** Resistencia estándar del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (LIN1).

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L17-37 (LIN1) - L20-2 (TX+)	Siempre	Inferior a 1 $\Omega$
L17-37 (LIN1) - Masa de la carrocería	Siempre	10 k $\Omega$ o más

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 3.11.** Vista frontal del conector del mazo de cables al conjunto de control del A/C (Resistencia (TX+)).

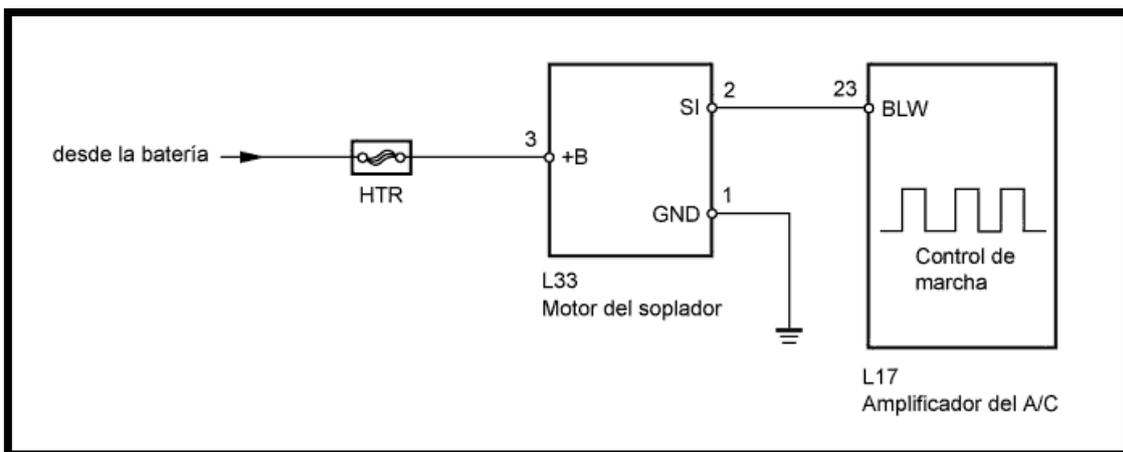
**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Fin de la inspección

### Prueba del circuito del motor del soplador.

El motor del soplador es accionado mediante señales procedentes del amplificador del A/C. Las señales de velocidad del motor del soplador se transmiten según los cambios del factor de marcha.



**Diagrama 3.3.** Diagrama de conexiones del circuito del motor del soplador.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Realizar prueba activa utilizando el INTELLIGENT TESTER.

Conectar el Intelligent Tester al vehículo

Encender el interruptor de encendido (IG)

Encender el Intelligent Tester.

Acceder a los menu: Body / Air conditioner / Active test

Comprobar el funcionamiento basado en los parámetros de fábrica.

**Tabla 3.5.**Parámetros de fábrica Motor del Soplador.

Pantalla del tester	Pieza en prueba	Margen de control
Blower Motor	Motor del soplador	Mín.: 0, máx.: 31

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Si el motor del soplador está trabajando correctamente, deberá funcionar y el nivel de velocidad del motor deberá cambiar, si no es así proseguir con el siguiente paso.

- Inspeccionar el mazo de cables y el conector (motor del soplador – masa de la carrocería).

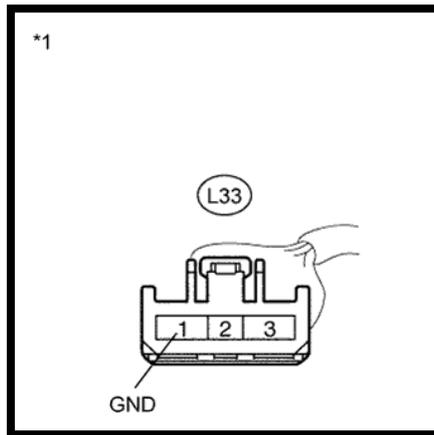
- Desconectar el conector del motor del soplador.
- Medir la resistencia según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.6.**Resistencia estándar del conector del mazo de cables al motor de soplador.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L33-1 (GND) - Masa de la carrocería	Siempre	Inferior a 1 $\Omega$

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 3.12.** Vista frontal del conector del mazo de cables al motor del soplador (GND).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

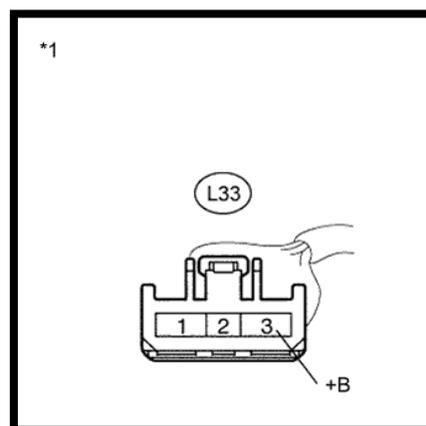
- Inspeccionar el mazo de cables y el conector (motor del soplador – batería).
  - Medir el voltaje según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.7.** Parámetro de voltaje del conector del mazo de cables al motor de soplador.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L33-3 (+B) - Masa de la carrocería	Interruptor de encendido desactivado	11 a 14 V

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 3.13.** Vista frontal del conector del mazo de cables al motor del soplador (+B).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

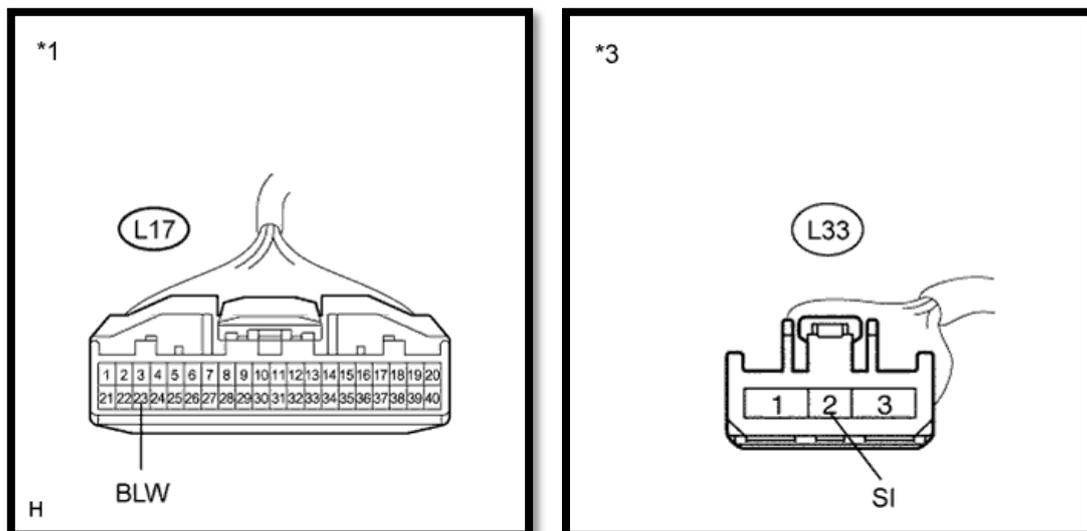
- Revisar el mazo de cables y el conector (Motor del soplador – Amplificador del A/C).
  - Desconectar el conector del amplificador del A/C.
  - Medir la resistencia según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.8.** Resistencia estándar del conector del mazo de cables al amplificador del A/C.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L17-23 (BLW) - L33-2 (SI)	Siempre	Inferior a 1 $\Omega$
L17-23 (BLW) - Masa de la carrocería	Siempre	10 k $\Omega$ o más

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.



**Figura 3.14.** Vista frontal del conector del mazo de cables al amplificador del A/C.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

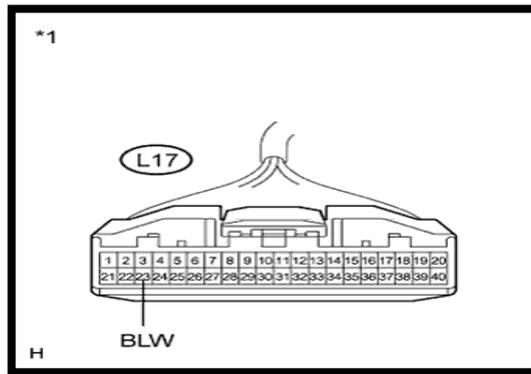
- Inspeccionar el motor del soplador.
  - Vuelva a conectar el conector del motor del soplador.
  - Medir el voltaje según los valores especificados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.9.** Parámetro de voltaje del conector del mazo de cables del amplificador de A/C.

Conexión del tester	Estado	Valor especificado
L17-23 (BLW) - Masa de la carrocería	Interruptor de encendido desactivado	4,5 a 5,5 V

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

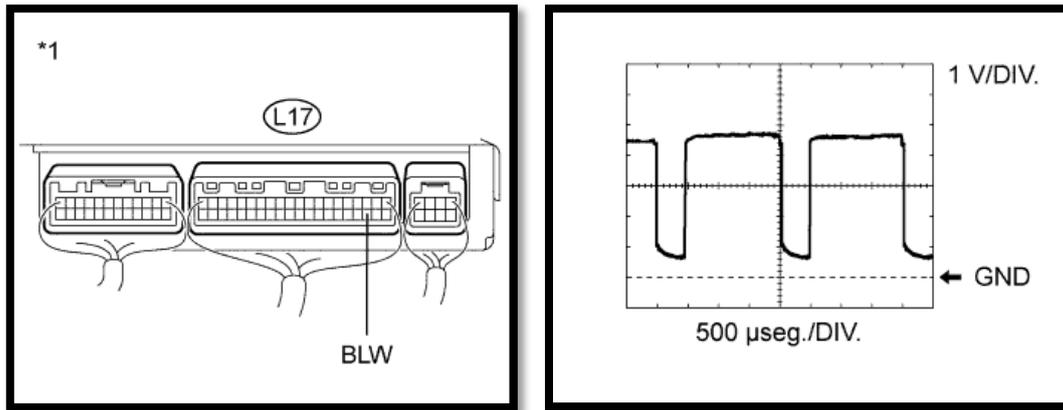


**Figura 3.15.** Vista frontal del conector del mazo de cables al amplificador del A/C (BLW).

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

- Revisar el amplificador del A/C.
  - Extraer el amplificador del A/C.
  - Volver a conectar el conector del amplificador del A/C.
  - Encender el interruptor de encendido (IG).
  - Colocar la velocidad del soplador en la posición LO.
  - Medir la forma de onda entre el terminal L17-23 (BLW) del amplificador del A/C y la masa de la carrocería.



**Figura 3.16.** Forma de onda del motor del soplador de A/C.

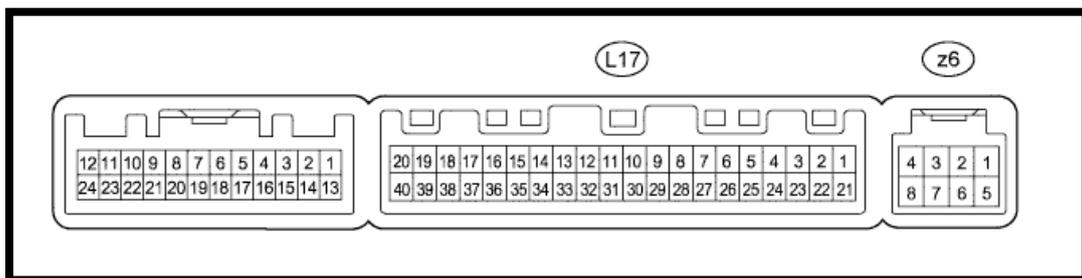
**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

Importante: La forma de onda resultante variara según la velocidad del soplador.

### 3.3 PARÁMETROS DEL FABRICANTE.

Los parámetros del sistema de climatización del Toyota Prius están determinados en el Amplificador del Aire Acondicionado, pues es donde se reciben todos los datos de los componentes y sensores del sistema para ser analizados y luego enviados a la ECU central del vehículo.



**Figura 3.17.** Conector principal del Amplificador del Aire Acondicionado.

**Fuente:** Manual de taller Toyota Prius 2010

**Editado por:** Jonathan Vega

**Tabla 3.10.**Parámetros de fabricante sistema de climatización Toyota Prius.

N° de terminal (Símbolos)	Color del cableado	Descripción del terminal	Estado	Valor especificado
L17-1 (IG+) - L17-14 (GND)	B - W-B	Fuente de alimentación (IG)	Interruptor de encendido activado (IG)	11 a 14 V
L17-1 (IG+) - L17-14 (GND)	B - W-B	Fuente de alimentación (IG)	Interruptor de encendido desactivado	Inferior a 1 V
L17-5 (TAM) - L17-13 (SG-2)	BE - G	Señal del sensor de temperatura ambiente	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura ambiente: 25 grados centígrados.	1,35 a 1,75 V
L17-5 (TAM) - L17-13 (SG-2)	BE - G	Señal del sensor de temperatura ambiente	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura ambiente: 40° grados centígrados	0,9 a 1,2 V
L17-9 (PRE) - L17-13 (SG-2)	L - G	Sensor de presión del A/C	Motor en marcha, sistema de A/C en marcha, presión del refrigerante: Presión anormal (superior a 3140 kPa (455 psi.))	4,84 V o más
L17-9 (PRE) - L17-13 (SG-2)	L - G	Sensor de presión del A/C	Motor en marcha, sistema de A/C en marcha, presión del refrigerante: Presión anómala (inferior a 196 kPa (28 psi.))	Inferior a 0,73 V
L17-9 (PRE) - L17-13 (SG-2)	L - G	Sensor de presión del A/C	Motor en marcha, sistema de A/C en marcha, presión del refrigerante: Presión normal (inferior a 3140 kPa (455 psi.) y superior a 196 kPa (28 psi.))	0,73 a 4,84 V
L17-10 (S5-3) - L17-13 (SG-2)	B - G	Alimentación eléctrica del sensor de presión del A/C	Interruptor de encendido activado (IG) Interruptor A/C en ON	4,75 a 5,25 V
L17-10 (S5-3) - L17-13 (SG-2)	B - G	Alimentación eléctrica del sensor de presión del A/C	Interruptor de encendido activado (IG) Interruptor A/C en OFF	Inferior a 1 V
L17-11 (CANH)	Y	Sistema de comunicación CAN	-	-
L17-12 (CANL)	BR	Sistema de comunicación CAN	-	-
L17-13 (SG-2) - Masa de la carrocería	G - Masa de la carrocería	Masa para el sensor de presión del A/C, sensor de temperatura ambiente del A/C	Siempre	Inferior a 1 V

L17-14 (GND) - Masa de la carrocería	W-B - Masa de la carrocería	Masa para la fuente de alimentación principal	Siempre	Inferior a 1 V
L17-15 (ECOS) - L17-14 (GND)	G - W-B	Señal del interruptor del modo ECO	Interruptor de encendido activado (IG) Interruptor del modo ECO	11 a 14 V
L17-15 (ECOS) - L17-14 (GND)	G - W-B	Señal del interruptor del modo ECO	Interruptor de encendido activado (IG) Interruptor del modo ECO en ON	Inferior a 1 V
L17-16 (PTC3) - L17-14 (GND)*1	BR - W-B	Señal de funcionamiento del calentador de PTC	El motor está en funcionamiento (1250 rpm como mínimo) Ajuste de la temperatura: MAX. HOT Temperatura ambiente: 10°C (50°F) o menos Temperatura del refrigerante del motor: 65 grados centígrados o menos Interruptor de control de luces en OFF Interruptor del soplador activado	11 a 14 V
L17-18 (PTC1) - L17-14 (GND)*1	W - W-B	Señal de funcionamiento del calentador de PTC	El motor está en funcionamiento (1250 rpm como mínimo) Ajuste de la temperatura: MAX. HOT Temperatura ambiente: 10 grados centígrados o menos Temperatura del refrigerante del motor: 75 grados centígrados o menos Interruptor de control de luces en OFF Interruptor del soplador activado	11 a 14 V
L17-21 (B) - L17-14 (GND)	Y - W-B	Fuente de alimentación (de reserva)	Interruptor de encendido desactivado	11 a 14 V
L17-23 (BLW) - L17-14 (GND)	W - W-B	Señal de control de velocidad del motor del soplador	Interruptor de encendido activado (IG) Interruptor del soplador en LO	Generación de impulsos (consulte la forma de onda 1)
L17-25 (PVSW) - L17-14 (GND)*2	P - W-B	Señal del interruptor de ventilación solar	Interruptor de ventilación solar en OFF	4,5 a 5,5 V

L17-25 (PVSW) - L17-14 (GND)*2	P - W-B	Señal del interruptor de ventilación solar	Interruptor de ventilación solar en ON	Inferior a 1 V
L17-26 (SSLR) - L17-14 (GND)*2	L - W-B	Señal de estado de la ECU de ventilación solar	Interruptor de encendido activado (IG) Terminal SBI: 7 V o más Sistema de ventilación solar: apagado	Generación de impulsos (consulte la forma de onda 2)
L17-27 (IDH) - L17-14 (GND)*1	L - W-B	Señal de sobrecarga de corriente del conjunto del inversor con convertidor	Interruptor de encendido activado (IG)	Generación de impulsos
L17-29 (TR) - L17-34 (SG-1)	B - W	Señal del sensor de temperatura interior	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura del habitáculo: 25 grados centígrados	1,8 a 2,2 V
L17-29 (TR) - L17-34 (SG-1)	B - W	Señal del sensor de temperatura interior	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura del habitáculo: 40 grados centígrados	1,2 a 1,6 V
L17-33 (TS) - L17-14 (GND)	BR - W-B	Señal del sensor solar	Interruptor de encendido activado (IG) Sensor solar expuesto a luz eléctrica	0,8 a 4,3 V
L17-33 (TS) - L17-14 (GND)	BR - W-B	Señal del sensor solar	Interruptor de encendido activado (IG) Sensor solar cubierto con un paño	Inferior a 0,8 V
L17-34 (SG-1) - Masa de la carrocería	W - Masa de la carrocería	Masa del sensor de temperatura interior	Siempre	Inferior a 1 V
L17-37 (LIN1) - L17-14 (GND)	V - W-B	Señal de comunicaciones LIN	Interruptor de encendido activado (IG)	Generación de impulsos
L17-38 (PTC2) - L17-14 (GND)*1	R - W-B	Señal de funcionamiento del calentador de PTC	El motor está en funcionamiento (1250 rpm como mínimo) Ajuste de la temperatura: MAX. HOT Temperatura ambiente: 10 grados centígrados o menos Temperatura del refrigerante del motor: 65 grados centígrados a 70 grados centígrados Interruptor de control de luces en OFF Interruptor del soplador activado	11 a 14 V

z6-2 (BUS G) - Masa de la carrocería	-	Masa del circuito integrado del bus	Siempre	Inferior a 1 V
z6-3 (BUS) - z6-2 (BUS G)	-	Señal de control del IC del BUS	Interruptor de encendido activado (IG)	Generación de impulsos
z6-4 (B BUS) - z6-2 (BUS G)	-	Fuente de alimentación del circuito integrado del BUS	Interruptor de encendido desactivado	Inferior a 1 V
z6-4 (B BUS) - z6-2 (BUS G)	-	Fuente de alimentación del circuito integrado del BUS	Interruptor de encendido activado (IG)	11 a 14 V
z6-5 (SG) - Masa de la carrocería	-	Masa del sensor de temperatura del evaporador	Siempre	Inferior a 1 V
z6-6 (TE) - z6-5 (SG)	-	Señal del sensor de temperatura del evaporador del A/C	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura del evaporador: 0 grados centígrados	1,7 a 2,1 V
z6-6 (TE) - z6-5 (SG)	-	Señal del sensor de temperatura del evaporador del A/C	Interruptor de encendido activado (IG) Temperatura del evaporador: 15 grados centígrados	0,9 a 1,3 V

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL VEHICULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A.**

El sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 puede ser analizado a través del Techstream, que permite leer los valores o los estados de los interruptores, sensores, actuadores y otros elementos sin tener que extraer ninguna pieza. Esta inspección no intrusiva puede ser muy útil ya que permite detectar y localizar señales o averías existentes en el sistema antes de desarmar alguna pieza, lo que resulta en un ahorro de tiempo de diagnóstico.

#### **4.1 ELEMENTOS TÉCNICOS DE PRUEBA.**

##### **4.1.1 Herramientas.**

- **Vehículo Toyota Prius modelo A 2010 UIDE GYE.**

El vehículo híbrido Toyota Prius modelo A 2010, el cual pertenece a la UIDE extensión Guayaquil, fue la principal herramienta debido a que en él se pudo analizar el sistema de climatización de un vehículo híbrido.



**Figura 4.1.** Toyota Prius modelo A 2010 UIDE GYE

**Fuente:** Jonathan Vega

- **Cable del Interface.**

El cable del interface permitió mantener una conexión e intercambio de información entre el vehículo y el software Techstream.

El cable del interface se conecta al vehículo por medio del conector OBD y a la computadora por medio del puerto USB.



**Figura 4.2.** Cable del interface

**Fuente:** Jonathan Vega

- **Computador DELL.**

La computadora marca DELL tiene instalado el software Techstream, con lo cual se pudo realizar las pruebas activas obteniendo los resultados del sistema de climatización, que forman la base esencial de este proyecto de grado.



**Figura 4.3.**Computadora marca DELL.

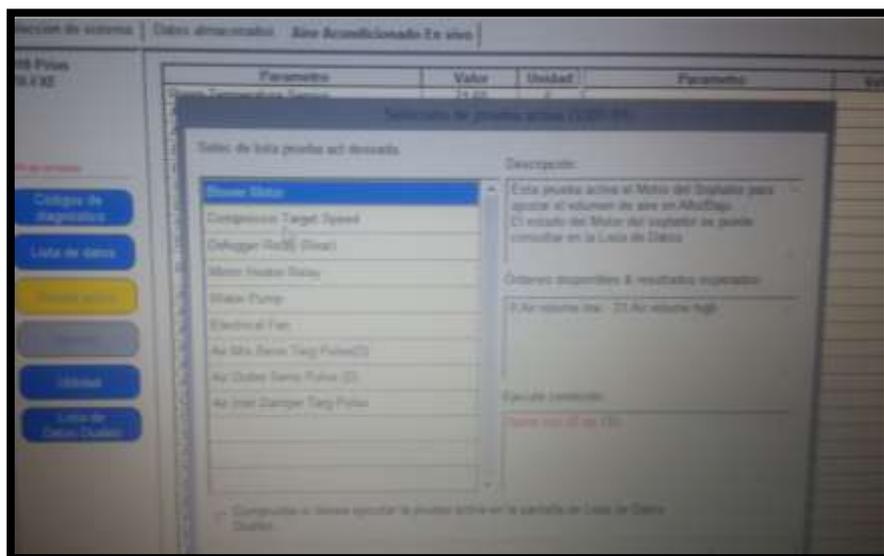
**Fuente:** Jonathan Vega

### 4.1.2 Equipo de diagnóstico.

- **Techstream.**

El Techstream es el software para computadora de la marca Toyota, se conecta a través de un cable OBD con puerto USB a la computadora, así permite acceder a los datos de las diferentes ECU del vehículo Prius.

El Techstream fue utilizado para realizar las mediciones y pruebas activas del Sistema de climatización del vehículo Toyota Prius modelo A.



**Figura 4.4.**Interface del Techstream.

**Fuente:** Jonathan Vega

## **4.2 FACTORES DE SEGURIDAD**

### **4.2.1 Medidas de precaución.**

#### **4.2.1.1 Medidas de precaución generales.**

- Precauciones para desconectar el cable del terminal negativo de la batería.

Cuando desconecte el terminal negativo (-) de la batería, active el sistema inteligente de asistencia al estacionamiento una vez que haya vuelto a conectar el terminal.

Mientras utiliza la batería durante la inspección no acerque demasiado entre si las sondas de prueba positiva (+) y negativa (-), dado que puede producirse un cortocircuito.

- No manipule el refrigerante en zonas cerradas o cerca de llamas, puede ocasionar un conato de incendio.
- Utilizar en todo momento gafas protectoras.
- Tener cuidado de que el líquido refrigerante no entre en contacto con ojos, ni piel.
- En ningún momento calentar o exponer a llamas el envase de refrigerante.
- No se debe hacer funcionar el compresor sino hay suficiente refrigerante en el sistema de aire acondicionado, debido a que la lubricación con aceite podría no ser suficiente y el compresor podría resultar dañado.
- No se debe abrir la válvula del colector de alta presión mientras el compresor está en funcionamiento, pues el refrigerante fluiría en dirección inversa causando la ruptura del cilindro de carga.
- No se debe sobrecargar el sistema con refrigerante, pues la refrigeración será insuficiente y recalentará el motor.

#### **4.2.1.2 Medidas de precaución durante el servicio.**

- En todo momento utilizar guantes aislantes de electricidad.
- Se debe extraer el enganche de la toma de servicio antes de comenzar la inspección, dado que la inspección del sistema de aire acondicionado requiere la desconexión de conectores de alta tensión.
- Utilizar únicamente aceite ND-OIL11 en el compresor de inversión eléctrica del sistema de aire acondicionado, debido a que se encuentra certificado que no conduce electricidad.
- Al utilizar un aceite diferente al ND-OIL11, podría reducirse significativamente el rendimiento del aislante eléctrico y se emitirá un DTC.
- Notar que el ventilador eléctrico y otros elementos en el compartimiento del motor puede accionarse inesperadamente.
- Tener presente que el Toyota Prius está equipado con airbags, por lo que una mala maniobra podría activar inesperadamente el sistema de airbags, provocando un accidente grave.

## 4.3 ANÁLISIS DE PARÁMETROS RESULTANTES.

### 4.3.1 Prueba aire acondicionado apagado.

Se realizó esta prueba para verificar que los datos presentados por el Vehículo Toyota Prius modelo A 2010, se encontraran dentro de los parámetros determinados por el fabricante.

**Tabla 4.1.** Parámetros resultantes prueba Aire Acondicionado APAGADO.

AUTOMOVIL PRIUS - AIRE ACONDICIONADO APAGADO				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	85,10
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	87,71
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	81,86
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	35,78
<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	140,18
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	MAX COLD
<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max 31	0,00
<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	104,42
<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6

<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	0
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	0
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF
<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF
<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Temperatura ambiente predeterminada</b>				NORMAL
<b>Verificación de compresor</b>				NG
<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	0

**Fuente:** Jonathan Vega

Se puede concluir que el sistema de climatización del vehículo Toyota Prius modelo A 2010, se encuentra dentro de los parámetros determinados por el fabricante del automóvil.

### 4.3.2 Prueba activa del Conjunto del compresor con motor.

Se realizó esta prueba para verificar que el conjunto del compresor con motor se encontrara trabajando dentro de los parámetros determinados por el fabricante.

**Tabla 4.2.** Parámetros resultantes prueba Velocidad del Compresor 2500 RPM.

AUTOMOVIL PRIUS - VELOCIDAD DEL COMPRESOR 2500 RPM				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	74,30
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	90,23
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	40,91
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	35,60
<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	194,99
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	MAX COLD
<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max 31	24
<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	196,13
<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6

<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	2499
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	2500
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF
<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF
<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Temperatura ambiente predeterminada</b>				NORMAL
<b>Verificación de compresor</b>				NG
<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	0

**Fuente:** Jonathan Vega

Se puede concluir que al momento de simular el funcionamiento del compresor a una velocidad de 2500 RPM, existen algunos cambios en los parámetros, por

ejemplo la velocidad del habitáculo disminuye y aumenta la temperatura del refrigerante del motor.

### 4.3.3 Prueba activa de 111 impulsos del servomotor de entrada de aire.

Se realizó esta prueba para verificar las variaciones que existen al momento de exponer a 111 impulsos del servomotor de entrada de aire.

**Tabla 4.3.** Parámetros resultantes prueba Impulsos del servomotor de entrada de aire 111.

AUTOMOVIL PRIUS - Impulsos del servomotor de entrada de aire 111				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	74,30
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	91,49
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	36,50
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	36,09
<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	194,99
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	64,40
<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max 31	13
<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	200,40

<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5746
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5750
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF
<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF
<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	1

**Fuente:** Jonathan Vega

Se puede concluir que al momento de simular 111 impulsos del servomotor de entrada de aire, existen algunos cambios en los parámetros, por ejemplo la

temperatura del evaporador disminuye y el refrigerante del motor llega a la temperatura más alta que puede exponerse (194,99 grados Fahrenheit). Al momento de realizar la simulación se crea un código DTC B1441/41 - Circuito del servomotor de control del regulador de la mezcla de aire (lado del pasajero).

#### 4.3.4 Prueba activa de 111 impulsos del servomotor de salida de aire.

Se realizó esta prueba para verificar las variaciones que existen al momento de exponer a 111 impulsos del servomotor de salida de aire.

**Tabla 4.4.** Parámetros resultantes prueba Impulsos del servomotor de salida de aire 111.

AUTOMOVIL PRIUS - Impulsos del servomotor de salida de aire 111				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	72,50
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	91,49
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	38,39
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	36,09
<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	194,99
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	64,40
<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max 31	13

<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	196,13
<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	6
<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5746
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5750
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF
<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF
<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Temperatura ambiente predeterminada</b>				NORMAL
<b>Verificación de compresor</b>				NG

<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	1
------------------------------------	----------------------------	--	-----------------	---

**Fuente:** Jonathan Vega

Se puede concluir que al momento de simular 111 impulsos del servomotor de salida de aire, existen algunos cambios en los parámetros creándose un código DTC B1441/41 - Circuito del servomotor de control del regulador de la mezcla de aire (lado del pasajero).

#### **4.3.5 Prueba activa de 111 impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire.**

Se realizó esta prueba para verificar las variaciones que existen al momento de exponer a 111 impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire.

**Tabla 4.5.** Parámetros resultantes prueba Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire 111.

AUTOMOVIL PRIUS - Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire 111				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	72,50
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	92,12
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	33,36
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	36,09
<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	193,73
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	64,40

<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max: 31	13
<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	200,40
<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	93
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	84
<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5746
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 rpm Máx.: 65535 rpm	5750
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF
<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF

<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Temperatura ambiente predeterminada</b>				NORMAL
<b>Verificación de compresor</b>				NG
<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	0

**Fuente:** Jonathan Vega

Se puede concluir que al momento de simular 111 impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire existen algunos cambios en los parámetros, por ejemplo, la temperatura real del refrigerante del motor disminuye y la presión dentro del sistema de aire acondicionado aumenta.

#### 4.3.6 Prueba activa de la velocidad del motor del soplador.

Se realizó esta prueba para verificar las variaciones que existen en los parámetros al momento de exponer a distintas velocidades el motor del soplador.

**Tabla 4.6.** Parámetros resultantes prueba Velocidad del motor del soplador.

AUTOMOVIL PRIUS - Velocidad motor del soplador				
Parámetro	Descripción	Unidad	Valor Fabricante	Valor resultante (Prueba)
<b>Sensor de temperatura interior</b>	Muestra la temperatura real del habitáculo	F	Min: 20,3 Max: 135,05	72,50
<b>Sensor de temperatura ambiente</b>	Muestra la temperatura ambiente real	F	Min: -9,94 Max 150,71	92,12
<b>Temperatura ambiente ajustada</b>	Muestra la temperatura ideal del ambiente	F	Min: -23,44 Max 123,44	86,00
<b>Sensor de temperatura del evaporador</b>	Muestra la temperatura real del evaporador	F	Min: -21,46 Max 139,19	33,36
<b>Temperatura deseada del evaporador</b>	Muestra la temperatura deseada del evaporador	C	Min: -557,82 Max 621,81	36,09

<b>Sensor de temperatura del refrigerante motor</b>	Temperatura real del refrigerante del motor visualizada	F	Min: 34,34 Max 194,99	180,50
<b>Temperatura fijada</b>	Se visualiza la temperatura real establecida	F	Min: 18 Max 32	64,40
<b>Velocidad del motor del soplador</b>	El nivel de velocidad visualizado aumenta el valor entre 0 y 31 a medida que se incrementa el régimen del motor del soplador trasero		Min: 0 Max 31	31
<b>Sensor de presión del aire acondicionado</b>	Se muestra la presión del regulador real	MpaG	Min: -0,45668 Max: 3,29437	200,40
<b>Impulsos deseados del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	93
<b>Impulsos reales del servomotor de mezcla de aire</b>		(impulsos)	MAX. COLD: 6 MAX. HOT: 93	84
<b>Impulsos del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos reales del servomotor de salida de aire</b>		(impulsos)	FACE: 47 B/L: 37 FOOT: 17 FOOT/DEF: 9 DEF: 5	47
<b>Impulsos del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Impulsos reales del servomotor de entrada de aire</b>		(impulsos)	RECIRCULATION: 19 FRESH: 7	19
<b>Velocidad del compresor</b>	Velocidad del compresor	Rpm	Mín.: 0 Máx.: 65535	7452
<b>Velocidad deseada del compresor</b>	Muestra la velocidad deseada del compresor	Rpm	Mín.: 0 Máx.: 65535	7452
<b>Temperatura Predeterminada</b>	Muestra la temperatura predeterminada			NORMAL
<b>Modo de entrada de aire</b>	Muestra la forma seleccionada de entrada del aire			AUTO
<b>Reducción de vibraciones y sonido</b>	Muestra si se encuentra activa el modo de reducción de vibraciones y sonido		ON / OFF	OFF

<b>Cancelación Modo ECO</b>			ON / OFF	OFF
<b>Interruptor del modo ECO</b>	Muestra si se encuentra activa el modo ECO		ON / OFF	OFF
<b>Modo auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Soplador auto Foot/DEF</b>			ON / OFF	ON
<b>Temperatura ambiente predeterminada</b>				NORMAL
<b>Verificación de compresor</b>				NG
<b>Número de códigos de avería</b>	Muestra la cantidad de DTC		Min: 0 Max: 255	0

**Fuente:** Jonathan Vega.

Se puede concluir que al momento de exponer el motor del soplador a distintas velocidades se producen cambios en los parámetros del sistema, como son que la temperatura del habitáculo disminuye, al igual que la temperatura del refrigerante del motor.

#### **4.3.7 Prueba activa Bomba de agua.**

Durante la simulación se activa la bomba de agua, verificando el correcto funcionamiento de la bomba de agua mediante el sonido procedente del interior del vehículo, por lo cual se determinó que la bomba de agua está en buenas condiciones y en funcionamiento.

#### **4.3.8 Prueba activa Calentador del retrovisor.**

Durante la simulación se activa el calentador del retrovisor para verificar el correcto funcionamiento, mediante el cual se determinó que el calentador del retrovisor está en buenas condiciones y en funcionamiento.

#### **4.3.9 Prueba activa Ventilador eléctrico.**

Durante la simulación se activa el ventilador eléctrico, verificando el correcto funcionamiento del ventilador mediante una inspección visual y el sonido emitido, con lo cual se determinó que el ventilador eléctrico está en buenas condiciones y en funcionamiento.

## CAPÍTULO V

### DISEÑO DE LA PROPUESTA.

Concluidas las simulaciones y pruebas realizadas al sistema de climatización del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A año 2010 se determinó que se encuentra en óptimas condiciones y totalmente operativo.

En este capítulo se detallará las características técnicas del vehículo.

#### 5.1 TOYOTA PRIUS HÍBRIDO MODELO A 2010 UIDE GYE.

Las especificaciones técnicas del vehículo Toyota Prius híbrido modelo A 2010 de la Universidad Internacional del Ecuador son:

- Motor de combustión.

**Tabla 5.1.** Especificaciones técnicas del motor de combustión del Toyota Prius.

<b>Modelo</b>	2ZR-FXE
<b>Tipo</b>	4 cilindros en línea, 4 ciclos, gasolina
<b>Calibre y carrera</b>	80,5 x 88,3 mm (3,17 x 3,48 pulg)
<b>Cilindrada</b>	179 cm <sup>3</sup> (109,7 pulg <sup>3</sup> )
<b>Holgura de válvulas (Motor frío)</b>	Ajuste automático

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Combustible.

**Tabla 5.2.** Especificaciones técnicas de combustible del Toyota Prius.

<b>Tipo de combustible</b>	Solo gasolina sin plomo
<b>Numero de octanaje Research</b>	95 o mayor
<b>Capacidad del depósito de combustible</b>	45 L (11,9 gal)

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Dimensiones y peso.

**Tabla 5.3.** Especificaciones técnicas de dimensiones y peso del Toyota Prius.

<b>Longitud total</b>	4460 mm (175,6 pulg)
<b>Anchura total</b>	1745 mm (68,7 pulg)
<b>Altura total</b>	1510 mm (59,4 pulg)
<b>Masa bruta del vehículo</b>	1805 kg (3979 lb)

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Sistema eléctrico.

**Tabla 5.4.** Especificaciones técnicas del sistema eléctrico del Toyota Prius.

<b>Batería de 12 voltios Tensión abierta a 20 C (68 F)</b>	12,6 - 12,8 V Totalmente cargada 12,2 - 12,4 V Media carga 11,5 - 11,9 V Descargada (La tensión se mide 20 minutos después de haber desconectado el sistema híbrido y todas las luces)
<b>Amperaje de carga</b>	5 A máx.

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Motor eléctrico (motor de tracción).

**Tabla 5.5.** Especificaciones técnicas del motor eléctrico del Toyota Prius.

<b>Tipo</b>	Motor de imán permanente
<b>Potencia máxima</b>	60 Kw
<b>Par máximo</b>	207 N*m (21,1 kgf*m, 153 lbf*pie)

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Batería híbrida.

**Tabla 5.6.** Especificaciones técnicas de la batería híbrida del Toyota Prius.

<b>Tipo</b>	Batería de níquel-hidruro metálico
<b>Tensión</b>	7,2 V / módulo
<b>Capacidad</b>	6,5 Ah (3HR)
<b>Cantidad</b>	28 módulos
<b>Tensión total</b>	201,6 V

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

- Sistema de climatización.

**Tabla 5.7.** Especificaciones técnicas del sistema de climatización del Toyota Prius.

<b>Elemento</b>	Aceite del compresor
<b>Tipo</b>	ND - OIL 11 o equivalente

**Fuente:** Manual Toyota Prius.

**Editado por:** Jonathan Vega.

## **5.2 SISTEMA DE CLIMATIZACION DEL TOYOTA PRIUS HÍBRIDO MODELO A 2010 UIDE GYE.**

Una vez realizada las pruebas activas en el Toyota Prius híbrido modelo A del 2010 perteneciente a la UIDE, extensión Guayaquil, el cual presenta 96000 km de recorrido, me permito proponer el **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS MODELO A”**.

- El sistema de climatización del automóvil Prius, se mantiene en plenitud de condiciones, si se le somete a los mantenimientos preventivos según lo recomendado por el fabricante.
- El modo Automático es el más eficiente al que funciona el sistema de climatización del vehículo Prius, debido a que con los múltiples sensores y con la ayuda de la red neural puede determinar la temperatura optima de la cabina que permitan al conductor concentrarse en la conducción con la máxima confortabilidad, al mismo tiempo haciendo el trayecto lo más placentero posible a los acompañantes.
- El aceite más óptimo para el funcionamiento del compresor del sistema de climatización del Toyota Prius es el ND - OIL 11, si se decide usar otro tipo de aceite se disminuirá la vida útil de los componentes.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 6.1 Conclusiones.

- Se investigó los conceptos de los componentes que conforman el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, mediante prácticas realizadas en el vehículo y recopilación de datos de los libros detallados en la bibliografía.
- Se investigó el funcionamiento del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A y de sus componentes, mediante la realización de pruebas activas a cada uno de los sistemas por medio del software Techstream.
- Se analizó los resultados obtenidos de las pruebas realizadas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A con los parámetros expuestos en el manual del fabricante, obteniendo un resultado positivo del sistema después de 96000 km, si el mismo es sometido a los mantenimientos recomendados por la marca Toyota.
- Se determinó los equipos necesarios para realizar las pruebas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, basado en el manual de taller del vehículo Toyota Prius 2010 e información obtenida de los libros detallados en la bibliografía.
- Se determinó el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, basado en el manual de taller del vehículo Toyota Prius 2010.

## 6.2 Recomendaciones.

- Se recomienda incluir los conceptos y funcionamiento de los componentes que conforman el sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A en las materias de la carrera Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil.
- Se recomienda instruir a los estudiantes de la UIDE extensión Guayaquil sobre las pruebas activas y pruebas de manual del sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A, para que así puedan familiarizarse con el manejo del software Techstream.
- Se recomienda a los estudiantes realizar pruebas y mediciones al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A y a sus componentes, para familiarizarse con los vehículos híbridos, debido a que cada vez se encuentran más vehículos con estas características en el parque automotor del Ecuador.
- Se recomienda a los estudiantes de la carrera Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, cumplir con todas las medidas de precaución para realizar las pruebas al sistema de climatización del Toyota Prius Modelo A.
- Se recomienda realizar una campaña informativa en la ciudad de Guayaquil dirigida a los propietarios de vehículos híbridos Toyota Prius sobre el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de climatización.

## BIBLIOGRAFÍA.

- José Manuel Alonso Pérez (2010). Técnicas del Automóvil Equipo Eléctrico – Paraninfo. Madrid – España.
- GSIC. (2010). Centro mundial de información de servicio. *Manual de reparación*. Perú: toyotaperu.com.pe.
- Asociación Española de Profesionales de Automoción (ASEPA) Segunda Edición (2012) – Vehículos Híbridos y eléctricos.
- Carlos Arroyo Sanjuán (1996). Equipos de aire acondicionado para el automóvil – CEAC. España.
- Manual Owner Toyota Prius (2010) – Air conditioning System – Manual Toyota.
- Centro de estudios de la energía. Manuales técnicos y de instrucción para conservación de energía 6. Producción de frío industrial. Madrid.
- Dossat, Roy (2004). Principios de Refrigeración. México: CECSA.
- José Patricio Montojo Núñez, ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Y CALEFACCIÓN, Título Original en Inglés (Control Heating & Air Conditioning Repair. Guide), Madrid - España.
- Edwin P. Anderson, Traducido por: Emilio Romero Ros, *AIRE ACONDICIONADO*, Howard. W. sams & co. inc., Indianápolis Indiana (USA), De Edición Española Paraninfo. S.A. Madrid. (España), Título Original en Inglés. Air conditioning, Impreso en España
- Luis Coloma Rodríguez (2006). Manual de Capacitación Buenas prácticas en sistemas de refrigeración. México: CECSA.
- Gianfranco Pistoia (2010), Electric and Hybrid Vehicles. Madrid - España.

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

- DTC – Código de diagnóstico.
- DEF – Desempañador de vidrios.
- Techstream - software para computadora de la marca Toyota, que permite acceder a los datos de las diferentes ECU del vehículo Prius.
- Comunicaciones CAN – Significa Controller Area Network, es un protocolo de comunicaciones, basado en una topología bus para la transmisión de mensajes.
- Comunicaciones LIN - Local Interconnect Network, es una extensión del bus de datos CAN, conectando actuadores o sensores con las respectivas ECUs.
- IG – Interruptor de encendido.
- ECU – Unidad de control electrónico.
- OBD – Sistema de diagnóstico a bordo.

## ANEXO 1.

### Plan de mantenimiento.

<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DEL TOYOTA PRIUS.</b>		
<b>Mantenimiento semestral o 720 horas de funcionamiento.</b>		
TAREA.	SI	NO
Limpieza interna del evaporador.		
Reemplazo de filtro deshidratante.		
Inspección de funcionamiento válvula de expansión.		
Crear un vacío en el sistema de climatización por lo menos 40 minutos.		
Reemplazar aceite del compresor ND-OIL 11.		
Cargar el sistema de climatización con refrigerante R134-A.		
Verificar alineación de banda del motor eléctrico al compresor.		
Verificar el voltaje que emite el inversor.		
Verificar que no existan fugas de refrigerante en las cañerías.		

<b>Mantenimiento anual o 1440 horas de funcionamiento.</b>		
TAREA.	SI	NO
Realizar pruebas activas con Techstream.		
Limpieza interna del evaporador.		
Reemplazo de filtro deshidratante.		
Inspección de funcionamiento válvula de expansión.		
Reemplazar aceite del compresor ND-OIL 11.		
Verificar alineación de banda del motor eléctrico al compresor.		
Verificar el voltaje que emite el inversor.		
Verificar que no existan fugas de refrigerante en las cañerías.		