

**DISEÑO DE MODULO DIDACTICO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA
MESA MULTIFUNCIONAL DEL LABORATORIO MOVIL DE LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

JUAN ESTEBAN CERON BEDOYA

JUAN DAVID GUERRERO CRESPO

VICTOR DANILO NORIEGA C.



I.U PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MEDELLIN-COLOMBIA

2017

**DISEÑO DE MODULO DIDACTICO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA
MESA MULTIFUNCIONAL DEL LABORATORIO MOVIL DE LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

JUAN ESTEBAN CERON BEDOYA

JUAN DAVID GUERRERO CRESPO

VICTOR DANILO NORIEGA C.

Tesis acta para graduarse de ingeniero mecánico

Director

LUIS OLMOS VILLALBA

Codirector

JAVIER MEJIA C.

Asesor

CHRISTIAN GONZÁLEZ

I.U PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MEDELLIN-COLOMBIA

2017

DEDICATORIA

En esta tesis de grado queremos agradecer primero que todo a dios por brindarnos la oportunidad de obtener este logro a lo largo de nuestras vida.

Acompañado de muchas personas más como nuestros padres, el grupo de profesorado amigos, familiares y todos aquellos que en algún momento hicieron parte de este reto de ser un profesional como cada uno de nosotros lo deseamos en algún momento.

También agradecemos a la I.U.PASCUAL BRAVO. Por abrirnos las puertas en el momento que tomamos esta decisión y ser un egresado de ella con orgullo.

Por ultimo a nuestro asesor de proyecto de grado CHRISTIAN GONZÁLEZ. Que estuvo hasta el final en la ayuda de ser profesionales.

“GRACIAS”

**DISEÑO DE MODULO DIDACTICO DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA
MESA MULTIFUNCIONAL DEL LABORATORIO MOVIL DE LA INSTITUCIÓN
UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO2**

INTRODUCCION	9
1. Descripción del problema	7
Objetivo general.	8
Específicos.....	8
2. Justificación	9
3. Estado del arte	10
4. Marco teórico.....	13
4.2. Conceptos básicos del sistema de aire acondicionado	14
4.3. Componentes del aire acondicionado automotriz	15
4.4. Diagrama eléctrico de aire acondicionado	17
5. Desarrollo del proyecto	18
5.1. Diseño de módulo didáctico del sistema de aire acondicionado	18
5.1.1. Para la elaboración e implementación del módulo didáctico se utilizaron los siguientes componentes:.....	19
5.1.3. Acoplamiento de los elementos del sistema de aire acondicionado	19
5.1.2. Montaje de los componentes.....	23
6. Comprobación y verificación del sistema	27
6.1 Descripción del equipo	27
6.2. Funcionamiento del sistema	29
6.3. Comprobación de voltajes de los componentes móviles de aire acondicionado	32
6.4. No exceder la potencia del aire acondicionado	32
7. Evaluación y carga en el sistema de aire acondicionado.....	33
7.1. Evacuación (vacío) del sistema.....	33
7.2. Carga en el circuito de baja.....	33
7.3. Vacío del sistema de aire acondicionado	34
7.4. Revisar si hay alguna fuga.....	34
7.5. Bobinas obstruidas.....	35

7.6. Quitar la tapa de la válvula.....	35
7.7. Colocar el acople en la válvula.....	35
7.8. Purgar el circuito.....	36
7.9. Puerto de baja presión.....	36
7.10. Comprobación del sistema.....	36
7.11. Abrir la válvula.....	36
7.12. Medición del colector.....	37
7.13. Revisar el puerto de carga.....	37
7.14. Revisión del circuito.....	37
8. Manual de fallas y prácticas que se puede desarrollar en los módulos	38
8.1 Practica 1 (Reconocimiento del sistema).....	38
8.2. Identificación de accesorios de medición.....	38
8.3. Practica 2 (Explicación del funcionamiento).....	39
8.4 Practica 3 (Herramienta de diagnostico).....	40
8.5. Fallas y reparaciones.....	40
8.6. Fallas comunes en el compresor.....	41
8.7. Refrigerante insuficiente.....	42
8.8. El refrigerante no circula (circuito obstruido).....	43
8.9. La humedad ha entrado en el circuito.....	44
8.10. El compresor no rinde.....	44
8.11. Exceso de refrigerante (insuficiente condensación).....	45
8.12. Aire en el circuito.....	45
8.13. Válvula de expansión está muy abierta.....	46
8.14. Precauciones.....	46
8.15. Medidas de seguridad.....	47
9. Conclusiones y recomendaciones	48
9.1. Conclusiones.....	48
10. Cibergrafia	49
Anexos.....	49

FIGURAS

Figura 1. Compresor

Figura 2. Evaporador

Figura 3. Condensador

Figura 4. Motor eléctrico

Figura 5. Tubería

Figura 6. Acoplamiento del motor y condensador

Figura 7. Evaporador

Figura 8. Condensador

Figura 9. Controles

Figura 10. Módulos terminados

TABLAS

Tabla 1. Incidencias y reparaciones

Tabla 2. Fallas en el compresor

Tabla 3. Refrigerante insuficiente

Tabla 4. Refrigerante no circula

Tabla 5. Humedad en el circuito

Tabla 6. Compresor no rinde

Tabla 7. Exceso de refrigerante

Tabla 8. Aire en el circuito

Tabla 9. Válvula de expansión abierta

ANEXOS

Anexo 1: Montaje del módulo 1

Anexo 2: Montaje del evaporador

Anexo 3: Montaje del condensador

Anexo 4: Tablero de control

INTRODUCCION

En este proyecto, el lector encontrará la metodología de diseño, y evaluación de un prototipo didáctico para un banco de pruebas destinado a realizar diagnósticos de averías en sistemas de aire acondicionado automotriz.

El prototipo denominado Modulo didáctico para Sistemas de Aire Acondicionado Automotriz, permitirá a los estudiantes de la Institución universitaria Pascual Bravo, poder estudiar a fondo y de manera práctica el funcionamiento de sistema antes mencionado.

La importancia de este proyecto radica en la implementación de una herramienta de aprendizaje didáctico, donde el estudiante podrá comparar la teoría aprendida en clase con el funcionamiento real del sistema previamente mencionado. Dicho módulo también preparará a los estudiantes para enfrentar y resolver las fallas de estos sistemas en la vida real, logrando de esta manera que el Pascual Bravo gradúe técnicos más preparados y eficientes.

1. Descripción del problema

Para enseñar a los estudiantes que están ubicados en zonas rurales, la institución educativa Pascual Bravo cuenta con un moderno laboratorio móvil dotado con todo lo necesario para dictar clases teórico-prácticas enfocadas a una amplia variedad de perfiles laborales, el cual se dirige a los estudiantes de las poblaciones lejanas de todo el departamento.

Actualmente dicho laboratorio no cuenta con un módulo de aire acondicionado automotriz donde se permita identificar sus partes, mecanismos y funcionamiento.

Objetivo general.

Desarrollar una herramienta de aprendizaje práctica, para facilitar el trabajo del docente y el aprendizaje del estudiante, a través del diseño de un módulo de aire acondicionado automotriz para la mesa multifuncional del laboratorio móvil

Específicos.

- Caracterizar el módulo didáctico
- Caracterizar el sistema de aire acondicionado.
- Identificar las variables involucradas en el sistema y que serán objeto de estudio en el laboratorio.
- Determinar las fallas que se desean generar para ser identificadas y solucionadas por los estudiantes.
- Modelar en un sistema CAD, el prototipo a diseñar.

2. Justificación

El diseño del módulo es una herramienta que ayudara y puede facilitar al estudiante, al reconocimiento, diagnostico, funcionamiento y manejo de los aires acondicionados, con esto se pretende estar al tanto de las nuevas tecnologías y que tengan una formación académica sólida y precisa

La implementación de esta metodología de enseñanza no solo radica en mejorar las condiciones y método de aprendizaje para los estudiantes, sino que amplía la cobertura y alcance que posee la institución no solo frente a territorio sino también a tener recurso humano capaz de enfrentar los problemas de una situación común, lo cual redundara en bienestar para los usuarios de vehículos de cada zona quienes recibirán soluciones más efectivas y confiables a los inconvenientes técnicos cuando estos se presenten.

3. Estado del arte

El módulo que se muestra en la imagen 1, se denomina entrenador didáctico automotriz EAU-964, está diseñado para el estudio de los diferentes sistemas de aire acondicionado que incorporan los vehículos.



Imagen 1. Entrenador De Aire Acondicionado Eau-964

El entrenador didáctico automotriz está compuesto por el conjunto de elementos que forman una instalación de aire acondicionado, con doble circuito (A y B). El circuito A incorpora el sistema de tubo calibrado fijo y el B el sistema de válvula de expansión.

El entrenador está dotado de todos los componentes y accesorios necesarios para su funcionamiento en condiciones similares a las de un vehículo. Además cuenta con visores,

manómetros y termómetros que facilitan la comprensión del funcionamiento. Está montado sobre un caballete de ruedas fácilmente desplazable y con bloqueo de ruedas.

El equipo de automoción incorpora los siguientes componentes reales distribuidos en la posición lógica de un vehículo, hueco motor, habitáculo delantero y habitáculo trasero.

El entrenador dispone de la posibilidad de introducir disfunciones o averías en los motores, por medio de un sistema de programación-reparación manual o virtual:

En los siguientes sistemas:

- Sistema inteligente de reparación virtual de averías asistido por ordenador (SIRVAUT), que mediante un software interactivo permite no solo analizar la avería sino también repararla virtualmente generando un histórico para su evaluación por parte del profesor.
- Sistema manual de reparación de averías (mediante interruptores)

Con este equipamiento el alumno desarrollará las siguientes capacidades:

1. Análisis del principio de funcionamiento del aire acondicionado.
2. Análisis de circuitos de aire acondicionado.
3. Interpretación de esquemas.
4. Control de componentes.
5. Diagnóstico y reparación de averías
6. Desarrollo de procesos de carga y descarga de gas refrigerante
7. Control de estanqueidad de instalación. Control de fugas.
8. Manejo de instrumentación.

9. Manejo de documentación técnica, entre otras.

Un accesorio que muchos automóviles traen para brindarnos comodidad sobretodo en climas cálidos es el Sistema de aire acondicionado automotriz, pero también es verdad que nos puede generar un sin fin de problemas a la hora de fallas del mismo.

Si bien algunos problemas deberán ser atendidos por un especialista en aire acondicionado automotriz, no está de más saber cómo funciona el de nuestro automóvil y así podremos resolver una gran cantidad de problemas a la vez que nos ahorraremos un buen dinero.

Por ejemplo, la recarga del gas del sistema de refrigeración del aire acondicionado (Gas refrigerante automotriz R134a) requiere de una serie de equipos y procedimientos, los mismos que deben hacerse por un profesional.

El uso regular del aire acondicionado de tu automóvil reduce notablemente e rendimiento de combustible, por lo que para mantener un alto desempeño y rendimiento de combustible es aconsejable tomar unas pequeñas medidas a fin de reducir la necesidad de encender el aire acondicionado:

- Deja estacionado tu automóvil en zonas frescas y en lo posible a la sombra
- Baja los vidrios de las ventanas para circulación natural del calor
- Elegir colores claros en la pintura de tu automóvil- por ejemplo: blanco y plata, reducen la captación de calor

- Usar pantallas reflectantes en el parabrisas/vidrio trasero cuando dejes el automóvil estacionado en lugares al aire libre-

El uso del aire acondicionado automotriz de manera regular, puede llegar a reducir el rendimiento de combustible hasta en un 50%, así que tomar estos pequeños detalles en consideración te ayudarán mucho.

4. Marco teórico

El sistema de aire acondicionado es un sistema importante el cual está compuesto que proporciona muchas ventajas como el filtrado de aire, controla la humedad, la eliminación de la neblina para la seguridad del conductor y sus ocupantes.

El funcionamiento de un aire acondicionado de un automóvil es igual o similar a la de un refrigerador casero, ese a vez contiene un compresor que comprime y descomprime un gas para lograr el enfriamiento. La única diferencia es la utilización de mangueras de caucho por las grandes vibraciones del motor y para evitar las fugas del gas.

La característica más importante del aire acondicionado es la compresión y expansión de un gas refrigerante, el que utilizaremos en este proyecto es el R 134a que según las normativas del medio ambiente no es perjudicial para la capa de ozono por no contener un

gramo de cloro. Gracias al compresor aumentamos su punto de evaporización al someterlo a presión (cualquier fluido sometido a presión aumenta su punto de evaporación).

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado emplea 4 elementos básicos estos son: un evaporador, un condensador, una válvula de expansión y un compresor que funciona con un motor eléctrico de 2HP para simular al de combustión interna por medio de una banda.

4.2. Conceptos básicos del sistema de aire acondicionado

Acondicionamiento de aire. Consiste en regular la temperatura puede ser refrigeración o calefacción además de eliminar la humedad, filtrado del aire y el movimiento dentro del vehículo.

Compresor: Es la parte principal del sistema porque eleva la presión del refrigerante, además absorbe el refrigerante del evaporador a una presión baja y este lo comprime para enviarlo al condensador.

Condensador. El condensador es el encargado de convertir el gas en líquido, recibe el refrigerante del compresor a altas temperaturas y altas presiones.

Evaporador. Es una unidad enfriadora encargada de absorber el calor y de convertir el líquido en gas.

Tuvo orificio. Es un dispositivo que regula la presión en todo el sistema, está ubicado en la entrada del evaporador o en las cañerías entre el condensador y el evaporador. Es muy fácil saber dónde está este dispositivo por las temperaturas de las cañerías.

Válvula de expansión. Es un regulador de presión para regular la cantidad de fluido dentro del evaporador.

Serpentín. Son tubos dispuestos en forma horizontal conectados entre sí para poder disipar el calor.

Climatizador. Es un control o un interruptor que puede controlar la ventilación y la calefacción.

Blower. Es un ventilador que envía al aire frío hacia el habitáculo.

Filtro secador. Tiene una función principal de filtrar o retener cualquier impureza para evitar daños en los otros elementos además remueve la humedad del sistema de refrigeración.

Refrigerante. Tiene una característica principal la de transformarse en líquido y otra vez en gas.

4.3. Componentes del aire acondicionado automotriz

Un aire acondicionado automotriz típico está compuesto tal como se muestra en el siguiente dibujo.

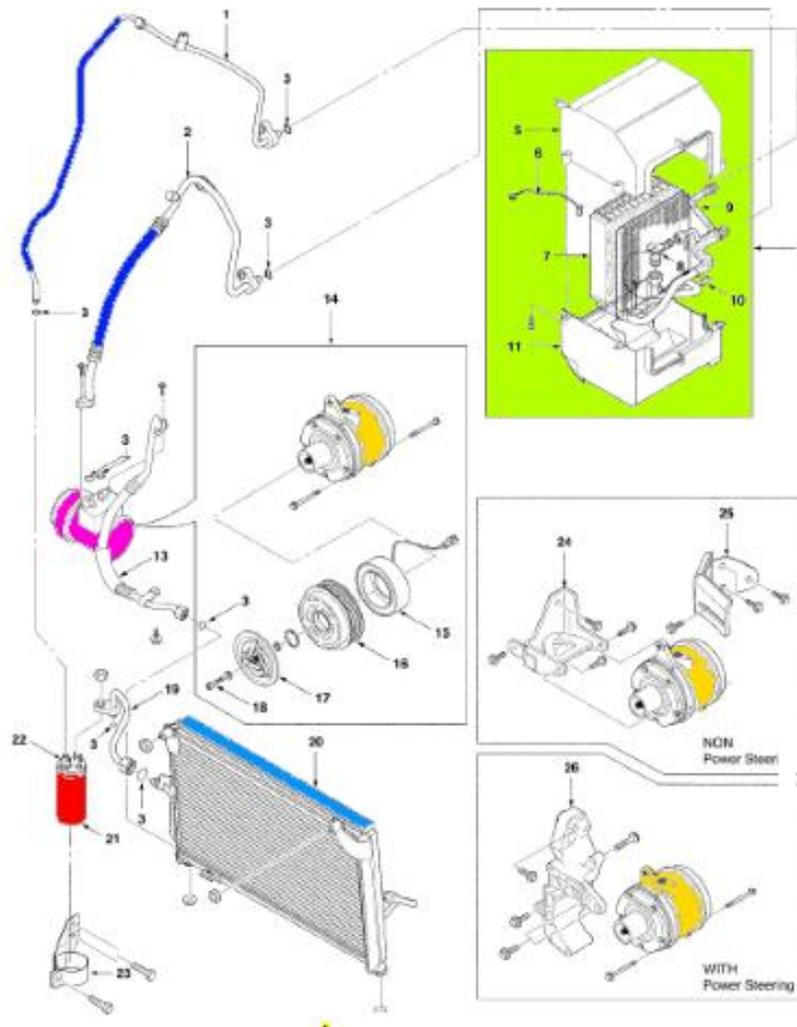
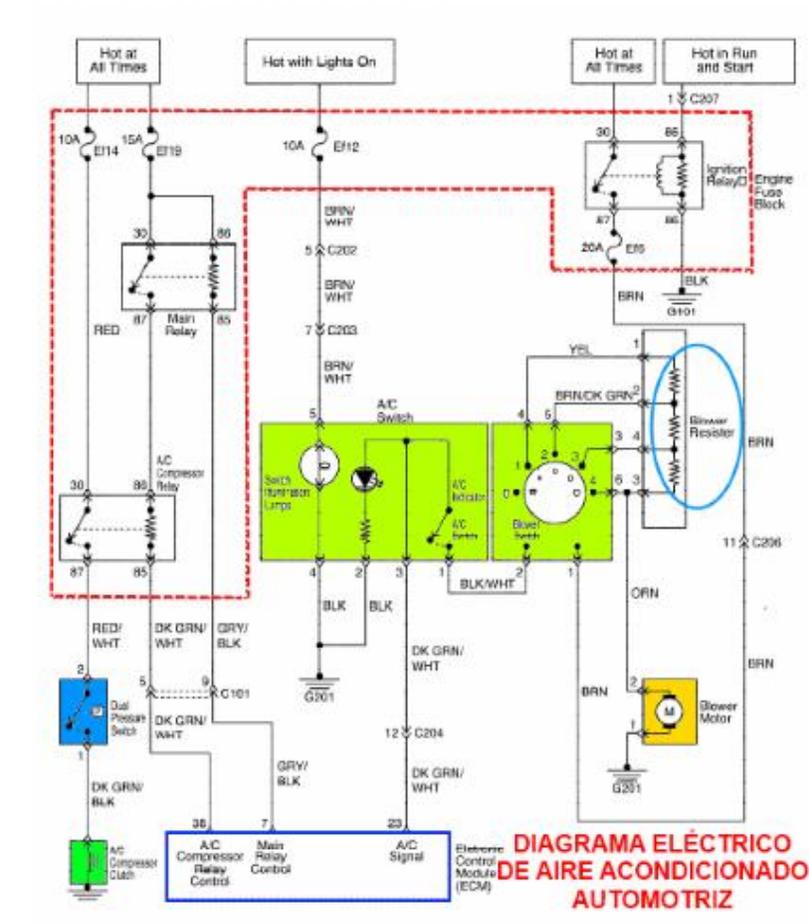


Imagen 2. Partes de un Sistema de aire acondicionado vehicular

1. Tubería de alta presión, sec-evap
2. Manguera de baja presión
3. Anillo sellante
4. Módulo evaporador
5. Carcasa evaporador
6. Termistor
7. Evaporador
8. Válvula de expansión
9. Ingreso al evaporador
10. Plato
11. Carcasa evaporador

12. Anillo sellante
13. Tubería de alta presión, comp-cond
14. Compresor
15. Embrague magnético del compresor
16. Polea del compresor
17. Volante del compresor
18. Perno de eje
19. Tubería de lata presión, cond-sec
20. Condensador
21. Secador
22. Interruptor de corte dual
23. Sujetador de secador
24. Sujetador de compresor
25. Bandeja de compresor
26. Abrazadera de sujeción

4.4. Diagrama eléctrico de aire acondicionado



5. Desarrollo del proyecto

El diseño está basado en la necesidad que tiene la institución ya que esta no cuenta con este tipo de módulos para la enseñanza del sistema de aire acondicionado

5.1. Diseño de módulo didáctico del sistema de aire acondicionado

La materialización del módulo didáctico se desarrollara con forme a la siguiente descripción del proyecto, en el orden y proceso que se demostrara en este capítulo del proyecto.

Módulo 1. Acopla los siguientes elementos como manómetros, indicadores de temperatura evaporador, y un cargador de batería.

Módulo 2. En esta zona incorpora todos los mandos para que el profesor y el estudiante puedan manipular el equipo: como son interruptores, relés, fusibles, luz politos, mando de control de blower.

Módulo 3. En esta zona van acoplados los elementos como son el condensador y un fusible del ventilador.

Módulo 4. Este módulo consta del motor y el compresor.

5.1.1. Para la elaboración e implementación del módulo didáctico se utilizaron los siguientes componentes:

- Cuatro láminas de acrílico recubrimiento blanco
- Estructura metálica.
- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Soplador o blower
- Motor eléctrico de 2Hp
- Válvula de expansión
- Mangueras de alta y baja presión
- Termómetro con visores
- Manómetros de alta y baja presión
- Refrigerante R134a
- Banda de caucho
- Mangueras
- Válvulas de acople
- Cargador de batería
- Interruptores de perilla
- Interruptores de palanca
- Luz piloto (rojos y verdes)
- Abrazaderas
- Correas plásticas
- Relés
- Fusibles, cables

5.1.2. Acoplamiento de los elementos del sistema de aire acondicionado

Para el diseño del módulo se tomó en cuenta las dimensiones de los elementos y tuberías que van a ser ubicados y distribuidos en cuatro módulos para un mejor funcionamiento y comodidad del profesor y los estudiantes, y para que cumple con las características necesarias y pueda soportar los elementos para poder tener una fácil visualización y manejo.

- Para la construcción de la estructura empezamos con la selección del acrílico y el material necesario

- Para un mejor soporte se debe colocar el acrílico en una estructura metálica que será la base de todos los sistemas y la plataforma que servirá como soporte para todos los elementos e instrumentos del sistema de aire acondicionado.

COMPONENTES REQUERIDOS PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

SELECCION DEL ACRILICO

Se hace necesario un acrílico de color blanco con las siguientes dimensiones 50x60x5

SELECCIÓN DEL COMPRESOR.

Para la selección del compresor son necesarias los siguientes parámetros

- Marca: sanden
- Lub: ZXL100PG 147 CM
- Modelo: INTL-XZC391

Figura 1. Compresor



Fuente: Propia de los autores

SELECCIÓN DEL EVAPORADOR.

Para la selección del evaporador son necesarios los siguientes parámetros

- Marca: omega
- Modelo: 27-20303-C
- Tecnología: environmental

Figura 2. Evaporador



Fuente: Propia de los autores

SELECCIÓN DEL CONDENSADOR.

Para la selección del condensador son necesarios los siguientes parámetros

- Marca: omega
- Tecnología: environmental
- Modelo: CN20005C

Figura 3. Condensador



Fuente: Propia de los autores

SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO.

Para la selección del motor eléctrico son necesarios los siguientes parámetros

- 2 HP
- Velocidad nominal R.P.M. 1730/1710
- Volts 120/220
- Corriente (A) 18.2/9.6
- Peso KG 15.1

Figura 4. Motor eléctrico



Fuente: Propia de los autores

SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA.

Para la selección de la válvula de expansión son necesarios los siguientes parámetros:

- Modelo: Ex9441
- Auto regulable
- Tipo monobloc
- R 134

SELECCIÓN DE LA TUBERÍA.

Para la selección de la tubería hay que tener los siguientes parámetros

- Diámetros de la tubería ½ in, baja presión
- Diámetro de la tubería 3/8 in, soporta alta presión
- Diámetro de la tubería 5/16 in, soporta alta presión

Según estos parámetros se ha seleccionado mangueras de caucho reforzadas con mal tipo SAE R1AT/DIN, DE 3/8, 5/16 ½ in

Figura 5. Tubería



Fuente: Propia de los autores

5.1.3. Montaje de los componentes

Acoplamos el compresor al acrílico lo sujetamos con pernos, el accionamiento del compresor se efectúa mediante una correa de ranuras que se une al motor eléctrico, estos deben estar bien alineados para así garantizar un mejor funcionamiento y no exista problemas de vibraciones, luego colocamos el motor eléctrico lo sujetamos con pernos al acrílico.

Figura 6. Acoplamiento del motor y condensador

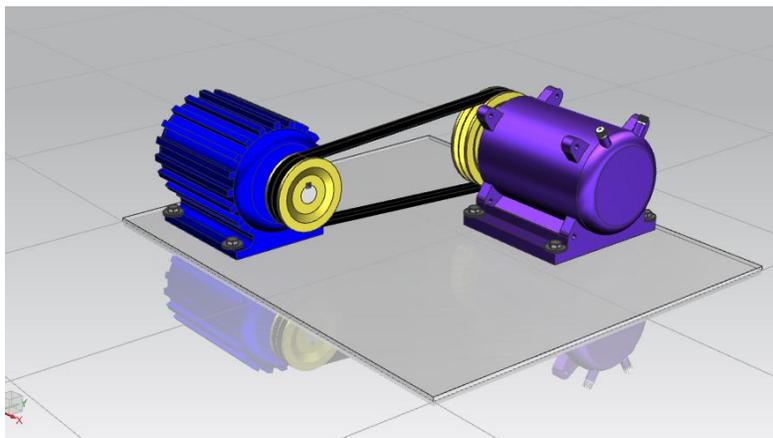
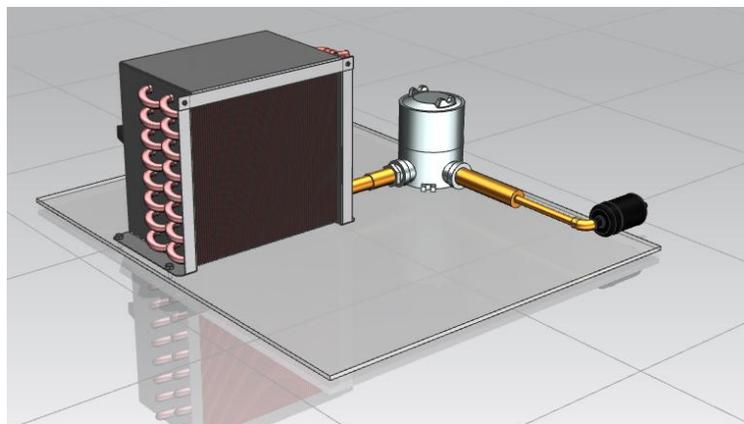


Imagen 7 acoplamiento del motor y compresor

En el segundo módulo colocamos el condensador sobre el acrílico bien sujeta porque va incorporando el electro ventilador con su respectiva tubería.

Figura 7. Evaporador



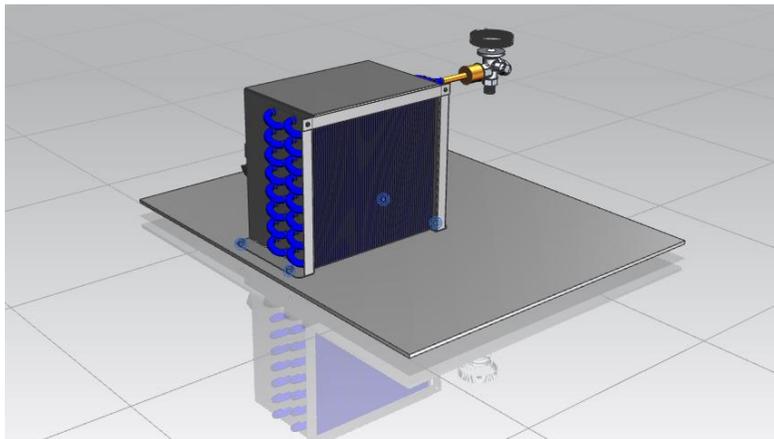
Fuente: Propia de los autores

El evaporador se lo coloca en la parte superior del módulo con torillos de sujeción en este va incorporado la válvula de expansión con 2 tuberías entrada del condensador y salida al compresor

Se acopla todas las mangueras y tubería según la ubicación de los elementos del sistema de aire acondicionado en los módulos para lograr esto se aumentó para tener mayor movilidad para el acople

El blower se instaló junto al evaporador, también posee una resistencia para obtener las velocidades controladas por el módulo del control, este es el encargado de empujar el aire frío del evaporador.

Figura 8. Condensador

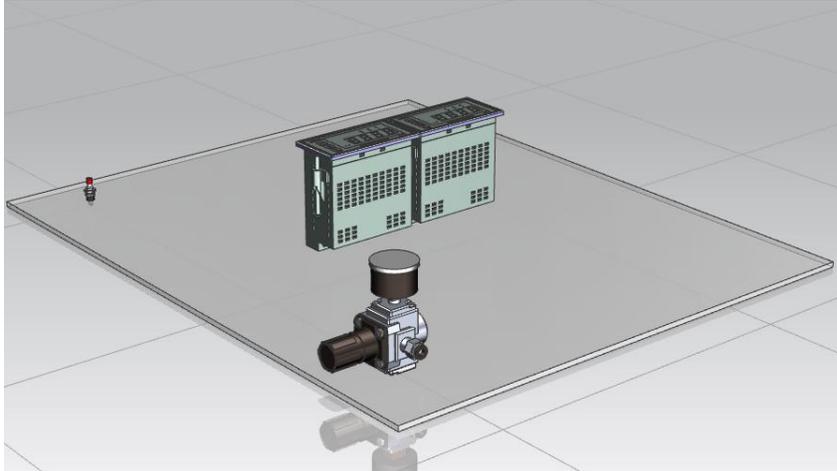


Fuente: Propia de los autores

Módulo de control en este encontramos un star stop el cual nos enciende el módulos, 2 manómetros y dos indicadores estos para verificar la presión y temperatura del compresor al condensador al evaporador además instalamos un manómetro y un indicador en la parte verificar la presión y temperatura del evaporador al compresor.

Instalación de los mandos del control. Se instalaron interruptores de perilla y luz piloto que controlan el electro ventilador, compresoras, cargadoras de batería, motor eléctrico, y dos relés para un mejor funcionamiento del compresor y el electro ventilador

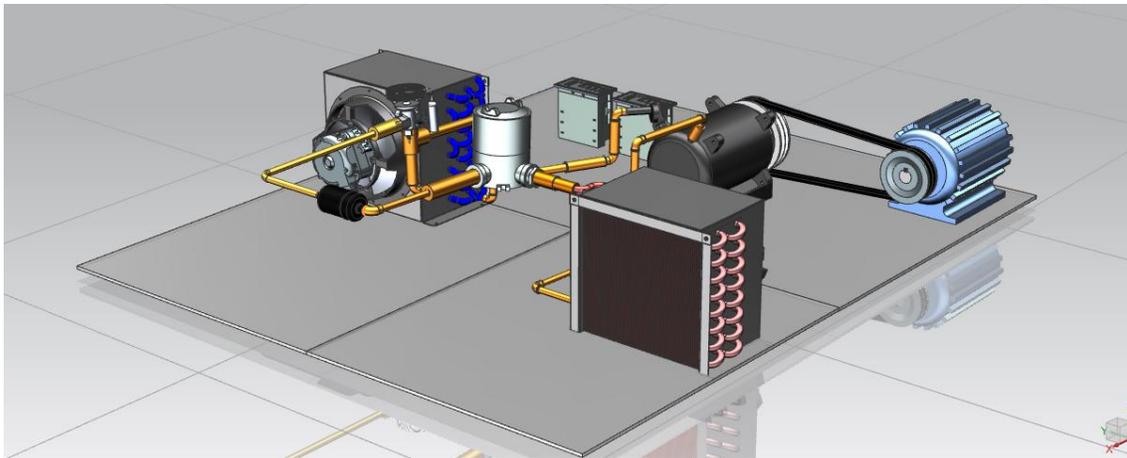
Figura 9. Controles



Fuente: Propia de los autores

Figura 10. Módulos terminados

Módulos terminados. Se observa el módulo terminado con todos los componentes listos para el estudio del funcionamiento del aire acondicionado.



Fuente: Propia de los autores

6. Comprobación y verificación del sistema

6.1 Descripción del equipo

El equipo se ha construido e implementado para conocer el funcionamiento y el estudio del sistema de aire acondicionado automotriz. Siguiendo esta premisa se armó un equipo que incorpora un circuito de aire acondicionado con su instalación eléctrica

- Interruptores de perilla. Sirven para encender y apagar los elementos de tablero
- Luz pilotos. Sirven para verificar si enciende los elementos
- Fusibles. Sirven para proteger todos los circuitos eléctricos del tablero
- Relés. Sirve como interruptor y para proteger los circuitos
- Mandos de control. Sirven para controlar el soplador
- Manómetros. Sirven para controlar la presión del circuito
- Indicadores de temperatura. Sirven para controlar la temperatura
- Un sensor una válvula de control y actuadores similar a la del vehículo mencionado.

Sirve para desconectar el embrague según la presión

Todos estos componentes se ha colocado en el equipo en el intenta

Se intentó respetar al máximo posible las formas para simular un funcionamiento real pero sin olvidar en ningún momento el carácter didáctico del equipo.

El modelo de instalación elegida permite la opción de utilizar un círculo de aire acondicionado controlada por una válvula de expansión autorregulable. Todo esto es posible y tiene muchas ventajas para que cumpla la maqueta y se describen a continuación

- Componentes de aire acondicionado automotriz sin modificaciones para observar y estudiar el principio de funcionamiento del sistema de aire acondicionado
- Manómetros de control de presiones en diferentes puntos de los circuitos de alta y baja presión
- Termómetros digitales para la medición de temperatura en el circuito

Así mismo y teniendo en cuenta el carácter del equipo didáctico, se han añadido una serie de opciones que facilitan la labor didáctica dentro del laboratorio de refrigeración estas son:

- Puntos específicos para la medida de la corriente eléctrica y su resistencia en algunos componentes principales del sistema, evitando así tener que hacer cortes en los mismos componentes principales del sistema, evitando así tener que hacer cortes en los mismo componentes y para proceder con la medición
- Interruptores de perilla para la generación de averías de forma natural
- Puntos de prueba con todos los componentes eléctricos de la instalación

En los siguientes puntos se hace una descripción en detalles de los diferentes componentes que forman el equipo didáctico de aire acondicionado que son:

- Un panel de mandos de control y una instalación eléctrica
- Circuito completo de aire acondicionado
- Manual de usuario
- Guías de practica

El equipo de aire acondicionado está constituido por un lado de alta presión y baja presión y baja presión (rojo y azul)

- Circuito de alta presión (rojo): (compresor, condensador con su ventilador, de alta, manómetros de presión y termómetros digitales)
- Circuito de baja presión (azul): (evaporador con su ventilador, manómetro de presión y termómetro digital)

El equipo permitirá de los principios básicos de funcionamiento del sistema de aire acondicionado, la identificación de fallas y posibles defectos de funcionamiento y con la ayuda de los termómetros y manómetros, así como el reconocimiento y control de los elementos que componen el circuito. El equipo tiene cuatro zonas bien definidas:

El equipo didáctico al no disponer de un motor de combustión interna para su funcionamiento, el cual transmite la potencia al compresor del aire acondicionado, este es accionado por un motor eléctrico por medio de una banda el cual se encuentra en el interior del equipo.

6.2. Funcionamiento del sistema

La función del sistema de aire acondicionado que ingresa en el vehículo no es tan sencilla como la calefacción, y por ello ha tardado más en aparecer en los vehículos de serie. El sistema de aire acondicionado usa unos elementos específicos más complejos, así como un intercambiador de calor.

El principio de funcionamiento del circuito de aire acondicionado se puede explicar siguiendo las siguientes etapas.

Compresión. El fluido en estado gaseoso es aspirado por el compresor a baja presión y baja temperatura esta puede ser (5 bar, 10°C) y sale comprimido a alta presión y alta temperatura hacia el condensador está entre (25 bar, 110°C).

Condensación. El gas refrigerante que llega del compresor en estado gaseoso y entra en el condensador a alta presión y temperatura. Aquí empieza la cesión de calor gracias al ventilador, produciéndose la condensación del fluido frigorífico, saliendo del condensador en estado líquido a alta presión y temperatura media (20 bar, 60°C).

Filtrado y desecado. Este paso es muy importante porque aquí pasa el líquido refrigerante por un filtro que absorbe la humedad y todas las impurezas del fluido aquí no se produce ningún cambio de estado ni alteraciones de temperatura ni de presión.

Expansión. El fluido ingresa a la válvula de expansión en estado líquido a una presión y temperatura de 20 bar y 60°C, aquí se produce una caída brusca de presión y temperatura. El fluido al salir de la válvula en estado difásico, a una presión de 5 bar y una temperatura de 0°C.

Evaporación. El fluido refrigerante ingresa en el evaporador en estado difásico, aquí comienza el intercambio de calor. El fluido necesita absorber calor para poder evaporarse, y lo toma del aire que atraviesa el evaporador.

Control. El fluido refrigerante a la salida del evaporador y a la entrada del compresor siempre debe estar en estado gaseoso, para que el compresor no sufra daños.

El equipo es controlada por una válvula de expansión, la válvula controla la presión a la salida del evaporador el valor promedio es entre 5 y 15°C, y en un caso de encontrarse fuera de estos valores la válvula actúa como un interruptor se abre más o menos para permitir la entrada de un caudal mayor o menor al evaporador.

En la instalación de baja presión el compresor absorbe el gas refrigerante a una presión aproximadamente de bares y a una temperatura de 15°C, el compresor comprime el refrigerante elevando su presión 8 bares y una temperatura 25°C, y este refrigerante es enviado al condensador.

A la salida del compresor gracias a la colocación de un manómetro y un sensor de temperatura se puede observar el estado del refrigerante. El gas al atravesar el condensador este es enfriado por un ventilador hasta el punto de condensarse es decir pasa de estado gaseoso a líquido, de la misma forma a la salida condensador mediante otro, manómetro y sensor de temperatura se puede observar el cambio de estado físico del refrigerante.

En el circuito de alta presión se colocó una presostato o una válvula de seguridad que actúa como un interruptor y puede conectar y desconectar el equipo según la presión del circuito.

Al mismo tiempo el aire pierde humedad debido a la condensación que se produce en el condensador y que está en el exterior del evaporador. Aquí se colocó otro manómetro y un sensor de temperatura para poder observar el estado físico del refrigerante y observar la presión y su temperatura.

6.3. Comprobación de voltajes de los componentes móviles de aire acondicionado

Comprobación de voltaje del circuito e alimentación, se toma los datos con el multímetro desde la masa y la entrada de voltaje nos podemos dar cuenta donde está la entrada y la salida por los colores de los cables negro negativo y rojo positivo

6.4. No exceder la potencia del aire acondicionado

- Al usar el aire acondicionado en un lugar con una temperatura es muy elevada y el sistema la máxima potencia donde se pretende bajar la temperatura a unos 15°C, aquí se incrementa el consumo de combustible y por ende se eleva las emisiones de CO₂ al medio ambiente.
- Solo usar el aire acondicionado cuando sea necesario no cerrar las ventanas para encenderlo.

- Solo usar refrigerante R 134a para no contaminar el ambiente.

7. Evaluación y carga en el sistema de aire acondicionado

7.1. Evacuación (vacío) del sistema

Si se hace alguna reparación en los módulos didácticos de aire acondicionado y antes de comenzar hacer la carga del refrigerante es imprescindible someter a la instalación al vacío que se produce por una bomba de vacío o de depresión. Para realizar el vacío se debe acoplar las mangueras de baja y alta presión, abrir las llaves de paso y poner en funcionamiento la bomba de vacío.

El vacío se lo debe hacer durante unos 10 minutos durante ese se puede comprobar si existe algunas fuga en el círculo, para saber si hay alguna fuga basta cerrar la llave de paso y comprobar con lo manómetros si no hay un descenso de la presión, en el caso que las presión disminuya esto indicar que existe algunas fugas en el sistema. Si ha ingresado aire o humedad en el circuito hay que tener la bomba de vacío por más tiempo puede ser de una hora o más hasta tener el circuito completamente seco.

7.2. Carga en el circuito de baja

La carga siempre se lo hace por el circuito de baja presión esta carga se lo debe hacer de forma gaseosa por la razón que en esta parte del circuito el refrigerante circula en forma

gaseosa, si se hace la recarga en forma líquida podemos provocar daños en los componentes especialmente en el compresor

Si en un caso la carga se realiza por el puerto de baja presión esta se lo debe de hacer con la instalación de aire acondicionado parada o apagada, y para hacer circular el refrigerante encender el equipo, para la cantidad del refrigerante hay que revisar el manual del auto, para nuestro caso la cantidad que debemos poner es (575-625 g) (140-16ml)

7.3. Vacío del sistema de aire acondicionado

7.5.1. Determinar si queda refrigerante en el sistema. Se necesita hacer lo siguiente:

- Colocar la manguera de carga en el circuito de la baja presión
- Si el sistema ha estado descargado proceder hacer el vacío y extraer toda la humedad del sistema o si no la carga no resultara satisfactoria.
- El sistema debe cargarse usando una bomba de vacío para evacuar cualquier humedad.
- Usar la protección adecuada especialmente para los ojos.

7.4. Revisar si hay alguna fuga.

Si observamos que el sistema ha perdido mucho refrigerante y ha dejado de funcionar existe alguna fuga. Las fugas pueden ser pequeñas y no pueden ser visibles y pueden tardarse en eliminarse así el refrigerante tardara en evacuarse y así el sistema de aire acondicionado no enfriará.

Las fugas se pueden localizar en tubos, mangueras y en otros elementos, una forma fácil de verificar si existen fugas es con agua jabonosa y verificar si hay burbujas.

Manguera de carga de alta presión  Manguera entrada del compresor.

Manguera de carga de baja presión  Manguera succión del compresor

7.5. Bobinas obstruidas.

Verificar si las bobinas de condensación del compresor no se encuentren tapadas u obstruidas con piedras u otros elementos y verificar si el compresor esté funcionando correctamente.

7.6. Quitar la tapa de la válvula.

Se debe realizar un agujero a la tapa de la válvula, para extraer el segundo hacia el cuerpo de la válvula. Si no procedemos hacer esto se producirá un agujero en la tapa y cuando se haga la carga del refrigerante existir una fuga.

7.7. Colocar el acople en la válvula.

Esto conduce al pasador a la parte superior de la tapa, lo hace posible liberar el refrigerante cuando se abra la válvula.

7.8. Purgar el circuito.

Purgar el circuito significa extraer todo el aire esto se logra abriendo la válvula hasta escuchar que el refrigerante se está llenando, luego ir aflojando poco a poco la llave que conecta la manguera a la válvula, para esto debemos tener mucho cuidado de no derramar refrigerante en nuestra ropa o piel.

7.9. Puerto de baja presión.

Es muy fácil encontrar la cañería de baja presión por el color de la válvula o por estar más cerca del acumulador, esto se debe hacer rápido y asegurarse que no existan fugas.

7.10. Comprobación del sistema

- Prender el motor eléctrico
- Encender el interruptor del aire acondicionado a la velocidad más alta
- Observar en los manómetros si la presión se mantiene fija.
- La presión de los manómetros deben estar en estos rangos, la presión de baja (20-45psi), y la presión de alta (175-250psi).
- Si esta presión no se encuentra en este rango cargar el sistema siguiendo los pasos correspondientes hasta lograr el rango recomendado.

7.11. Abrir la válvula.

Escuchar detenidamente si el refrigerante pasa a través de las cañerías.

7.12. Medición del colector.

Por lo general se demora por lo menos de 2 a 8 minutos. Este tiempo también varía según la temperatura del exterior si la temperatura es mayor la carga será más rápida. Como recomendación siempre tener el tanque hacia arriba para que el refrigerante gaseoso no pase al lado de aspiración del sistema, esto podría provocar daños severos en el compresor y puede dejar de funcionar.

No sobrecargar, un medidor de colector debe ser usado para medir tanto la presión alta y la baja.

7.13. Revisar el puerto de carga.

Cerrar la válvula completamente y desconectar la cañería cuando el tanque este vacío o ya no se escuche la descarga, comprobar el puerto de carga y observar que no exista fugas y volver a colocar la tapa de plástico.

7.14. Revisión del circuito.

Palpar si el aire de salida del evaporador es completamente frío, este aire debe estar entre unos 5 a 15 grados centígrados, si no es así volver a cargar el sistema y usar más gas refrigerante, o si no revisar si no existe alguna fuga por algún elemento.

8. Manual de fallas y prácticas que se puede desarrollar en los módulos

En este numeral encontraremos las prácticas que se pueden hacer en los módulos y algunas de las fallas más frecuentes en el sistema de aire acondicionado automotriz

8.1 Practica 1 (Reconocimiento del sistema)

Nombre de la actividad:	Componentes del sistema de aire acondicionado automotriz
Descripción de la actividad:	Visualice el tablero con cada uno de sus componentes, identifique y defina todos los componentes del sistema
Objetivo:	- Conocer físicamente el sistema de aire acondicionado. - Describir de forma clara y concisa los elementos que integran el sistema.
Material de consulta:	
Materiales de apoyo:	Módulo de aire acondicionado automotriz
Duración:	15 minutos.

8.2. Identificación de accesorios de medición

Nombre de la actividad:	Identificar Sensores, válvulas y manómetros del sistema de aire acondicionado automotriz
Descripción de la actividad:	Identifique Sensores, válvulas y manómetros del sistema que hay en los módulos, indique cuál es la importancia y cómo funcionan dentro de este. Finalmente usted debe describir lo que está en el cuadro que se adjunta en la página actual.

Objetivo:	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores, válvulas y manómetros del sistema que hay en el módulo. - Explicar cómo funcionan dentro del sistema. - Definir la importancia que tienen dentro del sistema.
Material de consulta::	
Materiales de apoyo:	Módulo de aire acondicionado automotriz
Duración:	15 minutos.

8.3. Practica 2 (Explicación del funcionamiento)

Nombre de la actividad:	Funcionamiento del sistema de aire acondicionado automotriz
Descripción de la actividad:	Integre cada uno de los conceptos analizados en la práctica #1 y la práctica #2, y asócielos al funcionamiento del sistema. Debe explicar de forma verbal la gráfica que se adjunta en la página actual y relacionarla con el cuadro de partes
Objetivo:	Explicar cómo funciona el sistema y cómo interactúan entre si
Material de consulta::	
Materiales de apoyo:	Módulo de aire acondicionado automotriz
Duración:	15 minutos.

8.4 Practica 3 (Herramienta de diagnostico)

Nombre de la actividad:	Herramienta de diagnóstico
Descripción de la actividad:	Estar atento a la explicación del instructor con respecto a cómo se conecta la herramienta de medición en el módulo y luego debe hacer el procedimiento de manera individual. Finalmente usted debe saber e identificar los cuadros y gráficos que se adjuntan en la página actual de este manual.
Objetivo:	- Aprender el funcionamiento y aplicación de la herramienta de diagnóstico. - Explicar su uso dentro del sistema.
Material de consulta::	
Materiales de apoyo:	Módulo de aire acondicionado automotriz
Duración:	15 minutos.

8.5. Fallas y reparaciones

Tabla 1. Incidencias y reparaciones

Síntomas	Posibles causas	Soluciones
----------	-----------------	------------

No funciona	<ul style="list-style-type: none"> • Patina la correa • No funciona el embrague • Entrada de aire por fuera del evaporador • Válvula de expansión averiada • Filtro deshidratador sucio • Compresor parado 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensar la correa • Comprobar el termostato • Comprobar la alimentación eléctrica del embrague • Cerrar la entrada de aire • Cambiar el filtro acumulador de succión • Cambiar la válvula de expansión • Limpiar tubo de orificio fijo o Acumulador de succión
Baja presión elevada	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de carga 	<ul style="list-style-type: none"> • Recargar
Alta presión elevada	<ul style="list-style-type: none"> • Condensador sucio sustancias no condensables dentro del circuito (aire) • Exceso de carga • Refrigeración insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el condensador • Recarga • Eliminar exceso de refrigerante y recargar. • Revisar los ventiladores
Evaporador congelado	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de carga • Evaporado sucio 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el conjunto del evaporador

8.6. Fallas comunes en el compresor

Tabla 2. Fallas en el compresor

Síntomas	Posibles causas	Soluciones
----------	-----------------	------------

Circuito de alta presión con presión baja	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga de la entrada del compresor. • Circuito eléctrico en mal estado. • Fuga de refrigerante. • Averías del compresor. • Falta de refrigerante. • Filtro deshidratador sucio. • Avería en el ventilador 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar o reparar el embrague • Controlar el circuito eléctrico • Reparar y recargar • Cambiar el compresor y recargar • Cambiar el filtro • Revisar el compresor • Controlar el circuito eléctrico. • Cambiar la correa
El compresor no gira	<ul style="list-style-type: none"> • Fusibles fuera de servicio • Correa rota o destensada • Compresor remordido • Embrague roto • Embrague remordido • Compresor agarrotado • Alimentación eléctrica defectuosa. • No llega corriente al compresor 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar el fusible. • Cambiar o reparar el compresor. • Verificar el circuito eléctrico. • Verificar el embrague

8.7. Refrigerante insuficiente

Tabla 3. Refrigerante insuficiente

Verificar	Verificar	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • No enfría lo suficiente. • Presión más baja de lo normal, tanto el alta presión como en baja presión 	<ul style="list-style-type: none"> • La cantidad de refrigerante puede ser escasa. • Pequeña fuga de refrigerante 	<ul style="list-style-type: none"> • Si la presión indicada cuando se conectan los manómetros en cercana a 0, reparar la pérdida y hacer de vacío. • Comprobar si existe una fuga de refrigerante. • Añadir refrigerante

8.8. El refrigerante no circula (circuito obstruido)

Tabla 4. Refrigerante no circula

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Si está parcialmente obstruido, la indicación a vacío la hace gradualmente • Que si el circulo está totalmente obstruido, en el lado de baja presión el manómetro indica rápidamente depresión 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible obstrucción del circuito de aire acondicionado 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un buen vacío después de arreglar el defecto • Comprobar los filtros del tubo de orificio fijo o de la válvula de vacío • Se observa diferencia de temperatura antes y

		después de la pieza defectuosa
--	--	--------------------------------

8.9. La humedad ha entrado en el circuito

Tabla 5. Humedad en el circuito

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de aire acondicionado funciona normalmente al principio para más tarde empezar a señalar vacío en el lado de baja presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible congelación en el tubo de orificio fijo o en la válvula de la expansión provocada por la humedad 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de hacer un buen vacío • Comprobar el tubo de orificio fijo y la válvula de expansión • Sustituir el filtro secador

8.10. El compresor no rinde

Tabla 6. Compresor no rinde

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Presión muy alta en el circuito de baja presión y en el circuito de alta presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible defecto del compresor 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el compresor • Mal funcionamiento interno del compresor

<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se apaga e sistema de air acondicionado, las presiones de alta baja se igualan rápidamente 		<ul style="list-style-type: none"> • El compresor no está caliente al tacto (no comprime)
---	--	--

8.11. Exceso de refrigerante (insuficiente condensación)

Tabla 7. Exceso de refrigerante

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento escaso • Presión excesiva en el circuito de alta presión y en el circuito de baja presión 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfriamiento insuficiente en el condensador • Posible exceso de refrigerante 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar el tubo de orificio y la válvula de la expansión • Asegure de hacer un buen vaciado • Sustituir el filtro secador

8.12. Aire en el circuito

Tabla 8. Aire en el circuito

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • Puede haber burbujas en el circuito • Las presiones están por encima de lo normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Hay aire en el circuito 	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer un buen vacío para extraer el aire • Cambiar el refrigerante

<ul style="list-style-type: none"> • El tubo de baja está caliente al tacto 		
--	--	--

8.13. Válvula de expansión está muy abierta

Tabla 9. Válvula de expansión abierta

Verificar	Causa	Soluciones
<ul style="list-style-type: none"> • En el tubo de baja presión puede aparecer hielo • La presión de alta está entre los valores normales 	<ul style="list-style-type: none"> • La válvula de expansión o el tubo de orificio fijo está defectuoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Este problema puede aparecer después de la situación de la válvula de expansión • Comprobar el tubo orificio y la válvula de expansión • Comprobar el sensor de temperatura de la válvula de expansión

8.14. Precauciones

- Nunca cargar en el circuito de alta presión del sistema de aire acondicionado
- Hacer la carga siempre a través del circuito de baja presión.
- No realizar la carga cuando el compresor está caliente

- Utilizar manómetros durante el proceso de carga
- Vaciar completamente el tanque de refrigerante antes de votarlo

8.15. Medidas de seguridad

- Si un caso el refrigerante llega a la piel o salpica a los ojos, enjuagarse con abundante agua
- Por ningún motivo aflojar ninguna manguera sin realizar el vacío previo, porque podría ocasionar daños en los elementos o incluso daños personales
- Usar guantes y gafas si se manipula el refrigerante
- Para trabajar en locales cerrados tener una buena ventilación
- El refrigerante tiene una densidad más alta que el aire y puede producir asfixia
- Nunca acercarse al refrigerante a una llama o una zona caliente por que puede producir gases tóxicos perjudiciales para la salud
- Nunca introducir aire a presión en los tanques de refrigerante, con la potencia de oxígeno se puede producir una explosión
- Evitar la inhalación de los gas de refrigerante
- Nunca pintar el auto sin vaciar el sistema de aire acondicionado
- Si la presión desanima excesiva detener el compresor y poner en funcionamiento el electro ventilador a su máxima potencia.
- Siempre reciclar el refrigerante no liberar a la atmosfera

- Al manipular las botellas de llenando no exponerlas al sol, protegerlas de que sea congelados, trasportalas en una posición vertical, y tratar de no golpearlas. Ni maltratarlas.

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1. Conclusiones

Se elaboró un manual de usuario y guías para realizar prácticas del funcionamiento, simulación de fallas del aire acondicionado, y de esta manera sea fácil la utilización del equipo sin daño alguno.

Para fabricar el modulo didáctico

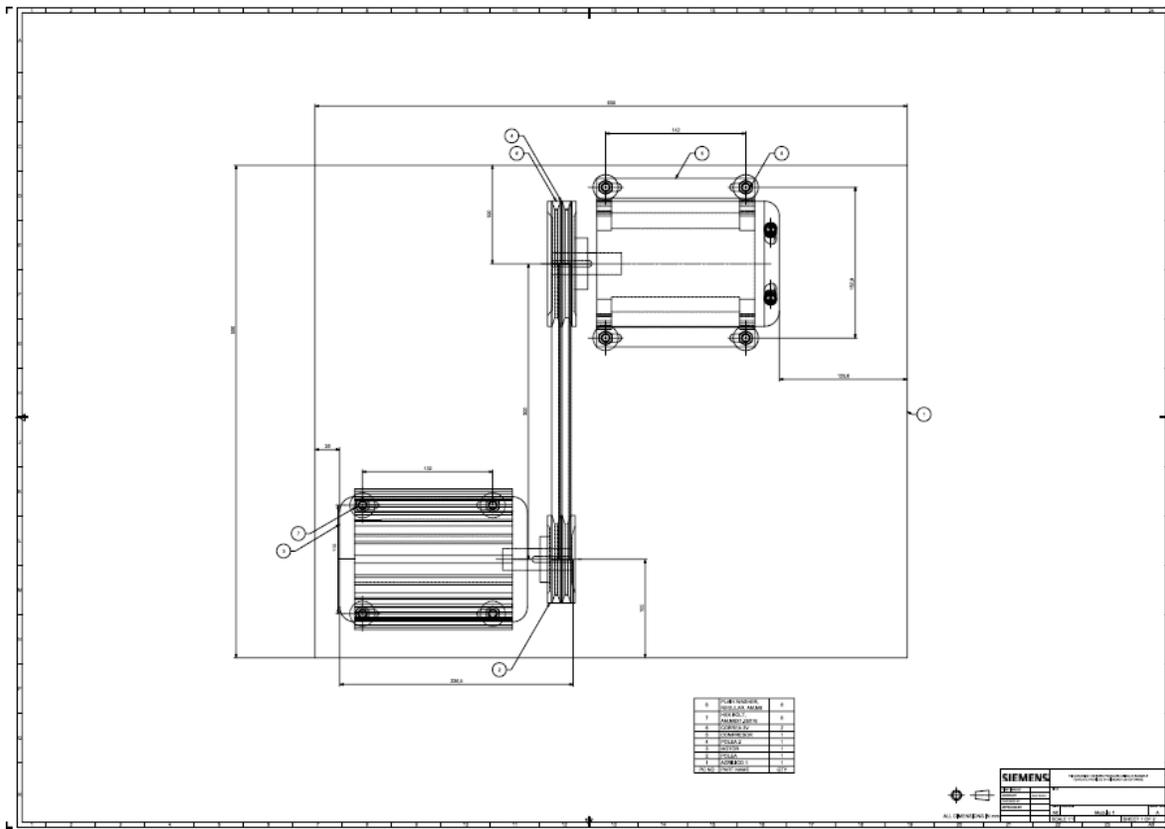
Logramos establecer los parámetros del proyecto con sus diseños y medidas estipulados.

10. Cibergrafia

<http://www.autodaewoospark.com/sistema-de-aire-acondicionado-automotriz.php>

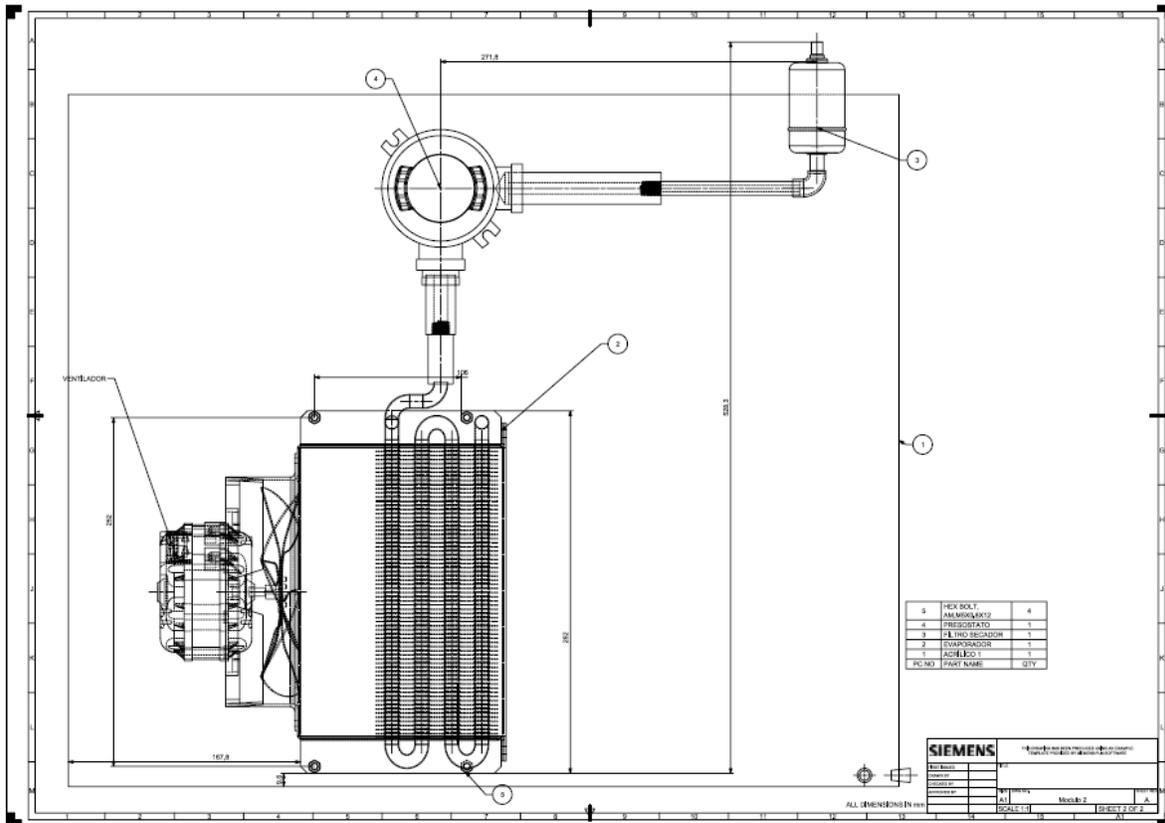
Anexos

Anexo 1: Montaje del módulo 1



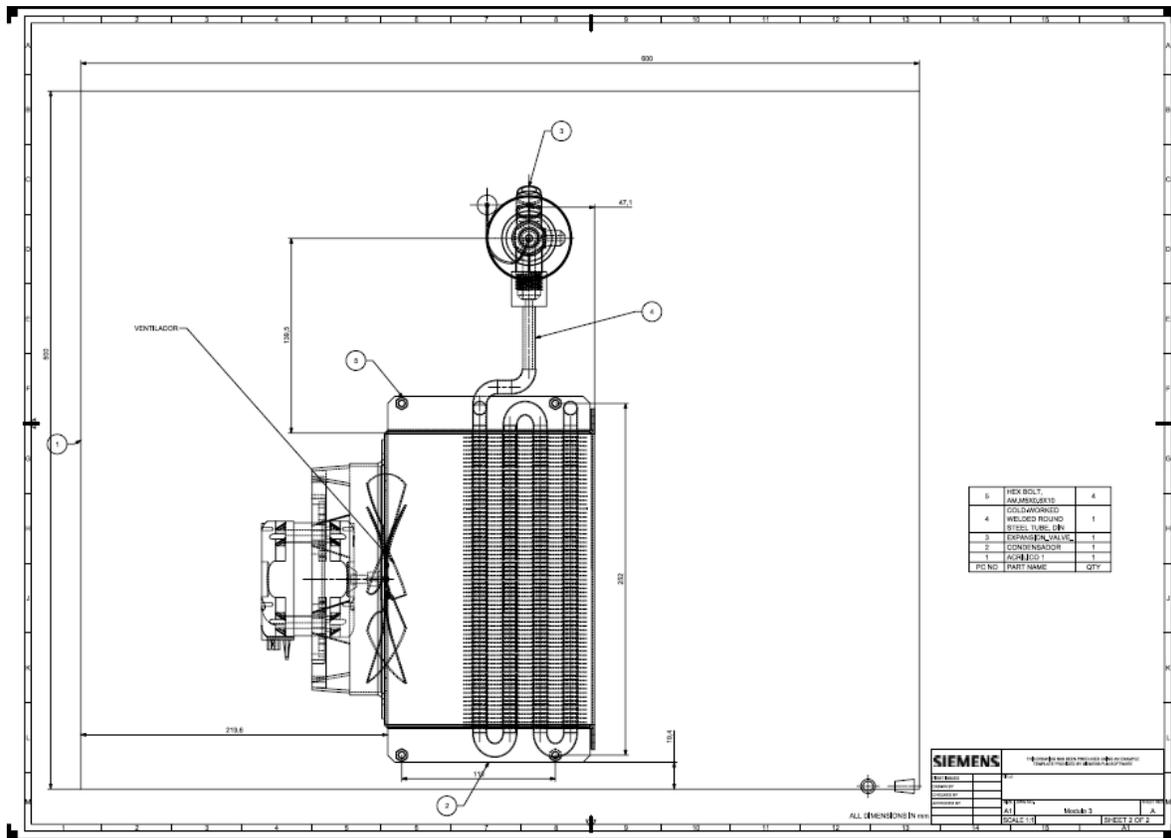
Fuente propia de los autores

Anexo 2: Montaje del evaporador



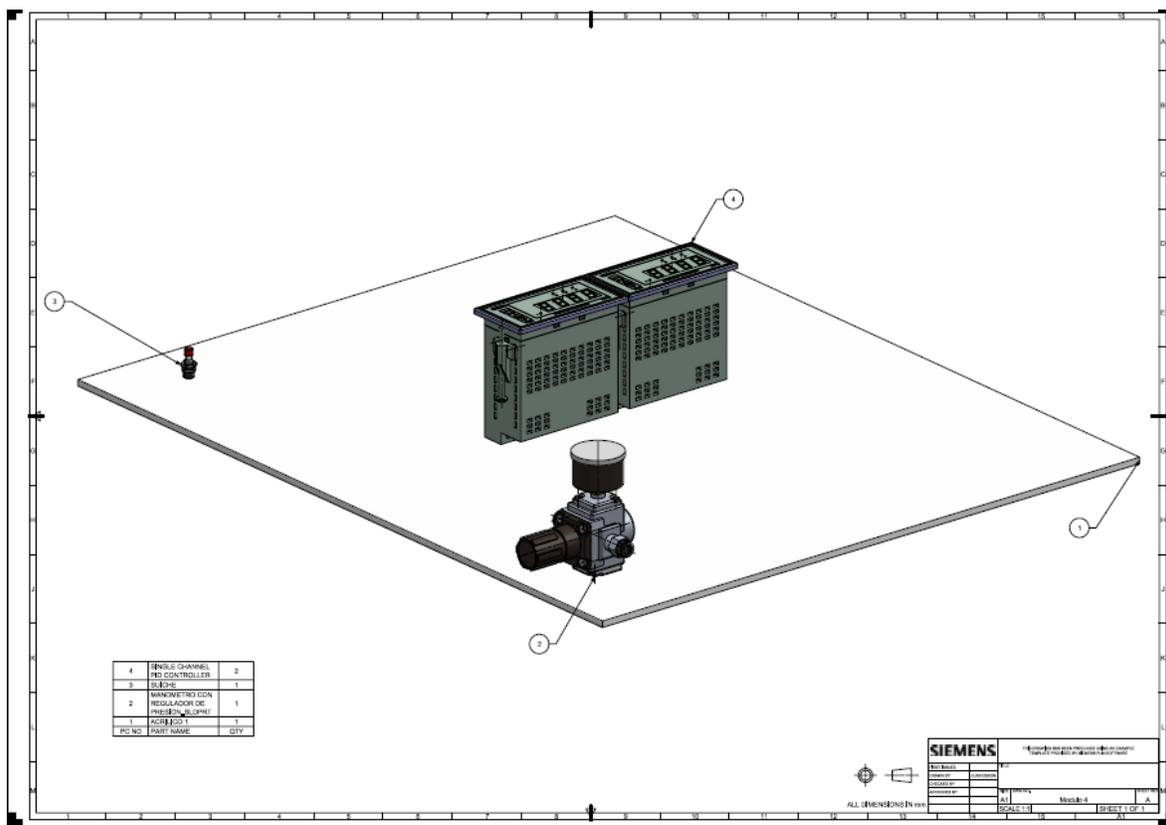
Fuente propia de los autores

Anexo 3: Montaje del condensador



Fuente propia de los autores

Anexo 4: Tablero de control



Fuente propia de los autores