ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

INSTITUTO DE TECNOLOGIAS

Programa de Tecnología en Mecánica (PROTMEC)

PROYECTO TECNOLOGICO

Tema:

Construcción de un sistema de aire acondicionado automotriz agregándole un habitáculo

Previa la obtención del Título de:

Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Autores:

Carvajal Aumala Víctor Hugo
Cando Macas William Daniel
Valenzuela Domínguez Mario Alfonso

Guayaquil – Ecuador

2010 - 2011

AGRADECIMIENTO

Los integrantes del grupo tenemos la satisfacción de expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que conformaron el PROTMEC, quienes colaboraron con nuestra formación profesional y humana durante estos años de estudio.

Agradecemos de forma especial a nuestro tutor Sr. Ing. Oscar Guerrero, que con su colaboración se hizo realidad la culminación de este proyecto, al director del INTEC, al coordinador del PROTMEC, y a cada uno de los profesores quienes se encargaron de brindarnos parte de su conocimiento y nos supieron inculcar valores para personas de bien en nuestra vida.

DEDICATORIA.

Le dedico este proyecto de manera muy especial a mi familia que siempre ha estado presente en todo momento de mi vida, a mis papas que han sabido formar mi carácter y mi anhelo de superación, a mis hermanos, y demás personas las cuales han tenido las palabras y los consejos adecuados para mí. Gracias por estar siempre presente.

Cando Macas William

Dedico el presente proyecto a aquellos que me ayudaron a seguir en la lucha constante por terminar mis estudios, a mi esposa e hijos y amigos que tuvieron siempre una palabra de apoyo para no desistir, en especial a mi hermano el Dr. Ernesto A. Valenzuela D. y a mi madre y a mi abuela quienes estuvieron presentes en cada proceso de aprendizaje que fui adquiriendo con el tiempo, así como a todas las personas que conformaron el PROTMEC, quienes colaboraron con nuestra formación profesional y humana durante estos años de estudio.

Valenzuela Domínguez Mario Alfonso

Este proyecto le dedico especialmente, a mi familia que siempre ha estado presente en todo momento de mi vida, quienes con su esfuerzo y apoyo me dieron la oportunidad de culminar esta etapa de estudios en mi vida

Carvajal Aumala Víctor Hugo

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad de este proyecto tecnológico de graduación, nos corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual del mismo a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"**

Cando Macas William

Carvajal Aumala Víctor Hugo

Valenzuela Domínguez Mario Alfonso

TRIBUNAL DE GRADUACION

____

Tnlg. Vargas Ayala Luis Manuel

Coordinador del Programa de Especialización de Tecnología en Mecánica

____

Ing. Guerrero Ferrusola Oscar Xavier

Tutor del proyecto

____

Lcdo. Jorge Cristóbal Valdivieso Infante

Docente

RESUMEN

El presente proyecto tecnológico de graduación cuyo tema es “construcción de un sistema de aire acondicionado automotriz agregándole un habitáculo” surge de la idea de mejorar el proyecto de graduación del banco de prueba del sistema de aire acondicionado realizado por otro grupo de la especialidad, con la finalidad de simular de forma más real su funcionamiento.

Para lo cual hemos adaptado para fines didácticos una cabina de un vehículo, el mismo que era un auto de marca CHEVROLET MALIBU donado por un profesor de la ESPOL para este propósito, a este vehículo se lo corto por la mitad para posteriormente hacer la respectiva adaptación del acondicionamiento del sistema del aire acondicionado.

El sistema funciona mediante la acción de un motor eléctrico trifásico el cual mueve un compresor mediante una trasmisión de banda para comprimir gas refrigerante al energizar el sistema, también se implemento un sistema de calefacción para simulación del habitáculo en clima frio, para lo cual se coloco una bomba de agua casera, un reservorio de agua y resistencias eléctricas para aplicación de calefacción del habitáculo.

En el habitáculo una vez sellado se adapto en la parte posterior unas carruchas movibles con suficiente capacidad de soporte para este, y colocando en todo el piso un material aislante para hermetizar el habitáculo e impedir la salida y entrada de calor cuando esté funcionando cada sistema independientemente,

Todo el funcionamiento del sistema estará manejado desde el interior del habitáculo mediante un mando de control instalado en la cabina simulando el mando de control de un vehículo ordinario.

Índice

INTRODUCCIÓN

La **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL),** con su INSTITUTO DE TECNOLOGÍA, está formando profesionales capaces de asumir cualquier reto dentro de la especialidad, para ello sus profesores enseñan a los estudiantes a ser investigativos, a trabajar en equipo y resolver problemas rutinarios y de excepción, de los que nos hace diferentes a los alumnos de las demás universidades,

Basados en estas primicias y al estar cerca de concluir nuestra formación académica, estamos preparados para asumir esta actividad con responsabilidad profesional, para lo cual realizamos el proyecto de modificación de un banco de aire acondicionado automotriz agregándole un habitáculo y un sistema de calefacción. Para nosotros es una buena oportunidad de trabajar por nuestro instituto y un reto a la vez ya que el sistema se encuentra en regulares condiciones y deseamos mejorarlo, dando características más reales, a las prácticas que en el futuro se realizarán con este proyecto.

Entonces es allí donde nosotros vamos a trabajar ya que el sistema descarga aire frio (baja temperatura) pero no conocemos si es capaz de enfriar en el interior de un vehículo para ello agregamos un habitáculo y haremos que funcione, llevando el interior de la cabina a temperatura de confort entre 22 ºC a 26ºC a la vez deseamos que sirva para los futuros estudiantes que afiancen mejor los conocimientos que recibirán en esta área de la mecánica automotriz.

Por lo anterior expuesto estamos seguros que este proyecto, nos servirá a nosotros para afianzar nuestros conocimientos y por ende sirva para el fin que el instituto lo requiera.

CAPITULO 1

OBJETIVOS

ESPECIFICACIONES

1.1.- OBJETIVO PRINCIPAL DEL PROYECTO

1.1.1- Objetivo del proyecto:

- Mejorar el banco de prueba del sistema de aire acondicionado automotriz, al agregar un habitáculo para el registro de la temperatura y un sistema de calefacción para simular las condiciones de enfriamiento y calefacción (climatización) del interior del vehículo.

- Como parte del proyecto se determinara el buen funcionamiento de los componentes del sistema aplicando los correctivos que sean necesarios, reparando si es el caso e instalando nuevos accesorios para dejar en óptimas condiciones el sistema.

1.1.2.- Justificación:

El proyecto es un mejoramiento que realizamos al banco de prueba del sistema de aire acondicionado, que fue un proyecto de graduación del grupo formado por los estudiantes, **Alarcón Alarcón Johnny, Guananga Totoy Jesús, Mesías Ortiz David, Pin Luis en el año 2006,** el cual fue el primero que se realizó para suplir la necesidad de un banco didáctico para prácticas de la materia de Climatización, cumpliendo con el objetivo de visualizar los componentes del sistema, hacer prácticas de carga de refrigerante, vacío del sistema, medición de presiones y otros.

Sin embargo el banco de prueba del sistema de A/C **(Ver ANEXOS Pág. 121),** se mejoro, pues el sistema como tal no permitía el control de la temperatura, pues no se entrega el aire frío que se produce hacia un entorno cerrado (interior de un vehículo). Por tanto se implemento una cabina de un vehículo llevando la temperatura del interior a temperatura de confort dentro del rango de 20ºC a 26ºC. Además se adiciono un sistema de calefacción para dar la oportunidad de probar las dos condiciones en los sistemas de climatización del vehículo, enfriamiento de aire y calentamiento del mismo.

Por tal motivo hemos readecuado el interior y exterior de un vehículo Marca General modelo MALIBU del año 1979, para instalar un sistema moderno de aire acondicionado, el cual incluye el sistema de enfriamiento y calentamiento del aire del interior de la cabina. Así también se ha hecho una adecuación del control eléctrico del mismo.

1.2.- ELEMENTOS QUE FORMA EL PROYECTO

Estos son elementos que forman nuestro proyecto de aire acondicionado automotriz:

	Automóvil
➢	Cabina de un **CHEVROLET MALIBU** año **1979**
	Sistema de refrigeración
➢	Compresor 12V-DC SANDEN SD5H14
➢	Evaporador
➢	Condensador
➢	Electroventiladores del condensador 12V-DC/80W/8A
➢	Motor-ventilador del evaporador 12V-DC/80W/8A
➢	Motor eléctrico de 5hp y 1750 rpm
➢	Mangueras para aire acondicionado de alta y baja presión
➢	Banda (DAYCO) 17440 13A1120
➢	Presostato
➢	Termostato control de temperatura de cabina de 16 a 30 °C
➢	Termostato de control de congelación del evaporador de 0 a 16 °C
➢	control de mando de aire acondicionado
➢	Gas R-134ª (650 gramos)
➢	Botella deshidratante
	Sistema de calefacción
➢	Una bomba de agua 120V-AC monofásico ½ hp (373 w) "MILANO" QB-60
➢	Un reservorio 30 litros (7.7 galones)
➢	Una válvula cheque
➢	Un calefactor
➢	Mangueras de agua
➢	Dos Resistencias calentadoras de agua 120V-AC/22A 5.6Ω
	Sistema de control eléctrico
➢	Luz piloto A/C
➢	Luz piloto calefacción
➢	Luz piloto del electro ventilador del evaporador
➢	Caja de fusibles
➢	cables
➢	5 Relay de- 12V/30A
➢	1 Relay de - 12V/70A
➢	4 Fusibles de 10 A
➢	1 Fusibles de 15 A
➢	1 Fusibles de 25 A
➢	1 Fusibles de 50 A

1.3.- PLAN DE TRABAJO

Nuestro plan de trabajo a realizar consiste en inspeccionar, verificar, sustituir, montar piezas y accesorios, en el tiempo establecido por el ‘’ PROTMEC`` el mismo periodo que será considerado a partir de la aprobación para la ejecución del proyecto, tiempo el cual iremos realizando el proyecto de forma progresiva y continuaremos hasta culminar cuando el sistema se encuentre en perfecto estado operativo.

Para la realización de este proyecto tecnológico de graduación, realizaremos algunas actividades las cuales se detallan a continuación.

1.4.-CRONOGRAMA DE TRABAJO

#	ACTIVIDADES	AÑO	2010				2010				2010				2010				2010				2010				2010				2011				2011				2011				2011				2011				2011			
		MESES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Busqueda de una cabina																																																					
2	Traslado de la cabina																																																					
3	limpieza de los componetes del sitema A/C del vehiculo																																																					
4	Diaganostico de las partes del sitema A/C del vehiculo																																																					
5	Inspecion de los componentes del sistema A/C del vehiculo																																																					
6	Inspecion y limpieza de los componentes del sistema A/C del banco dicatico																																																					
7	Diaganostico de las partes del sitema A/C del banco dicatico																																																					
8	Cotización de repuestos																																																					
9	Limpieza de la cabina																																																					
10	Cortado y sellado de la cabina																																																					
11	Colocacion de las carruchas en la cabina																																																					
12	Remocion de la pintura de la cabina																																																					
13	Enderazado y reparacion de la cabina																																																					
14	Masillado de la cabina																																																					
15	Correcion de fallas en la cabina																																																					
16	Instalacion de vidrios la cabina																																																					

#	ACTIVIDADES	AÑO	2010				2010				2010				2010				2010				2010				2010				2011				2011				2011				2011				2011				2011			
		MESES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
		SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
17	PERIODO VACACIONAL 1er TERMINO															■	■	■																																				
18	Elaboracion de la monografia															■	■	■																																				
19	Pintado y pulido de la cabina																		■																																			
20	Instalacion de los componetes A/C en el habitaculo																		■	■																																		
21	Instalacion del sistema de calefaccion en el habitaculo																				■	■																																
22	Intalaciones electricas del sitema A/C y calefacion																						■	■																														
23	Ubicacion de los mandos de control																								■																													
24	Tapizado de la cabina puertas y asientos																								■	■																												
25	Colocacion de peliculas en los vidrios del habitaculo																										■																											
26	Hermetizado del habitaculo																										■	■																										
27	Vacaciones de navidad y fin de añ																												■	■	■	■	■	■																				
28	Elaboracion de la monografia																												■	■	■	■	■	■																				
29	Colocacion de los asientos y alfombras en el habitaculo																																	■																				
30	Instalacion de focos pilotos en el tablero de control																																	■	■																			
31	PERIODO VACACIONAL 2do TERMINO																																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
32	Elaboracion de la monografia																																			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
33	Carga de gas refrigerante en el sitema																																																	■				
34	Reajuste y verificacion del sitema																																																	■	■			
35	Comprobacion del sistema A/C																																																		■	■		
36	Comprobacion del sistema de calefaccion																																																			■	■	■

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS

2.1.- GENERALIDADES.

Climatizar o acondicionar el aire significa regular la temperatura, la humedad, la pureza y la circulación del aire. Un acondicionador de aire en el vehículo enfría el aire y extrae de este la humedad y el polvo. Por medio de las unidades manuales o automáticas combinadas de refrigeración y calefacción, el conductor puede regular a su elección la temperatura en el interior del vehículo.

2.2.- CONCEPTO DE REFRIGERACIÓN.

Por refrigeración se entiende al acto de retirar calor de un cuerpo, con el objeto de que su temperatura sea más baja que la ambiental.
Proceso de remoción de energía térmica de una sustancia o un espacio.

2.2.1.- Materia.

Sé llama así a todo cuerpo que ocupa un lugar en el espacio y el cual es tangible a nuestros sentidos.
La materia puede encontrarse en tres estados bien definidos que son:
Sólido, líquido y gaseoso.

- Un cuerpo se encuentra en estado sólido cuando tiene una forma definida.
- Un cuerpo está en estado líquido cuando toma la forma del recipiente que lo contiene.
- Un cuerpo está en estado gaseoso cuando además de lo anterior ocupan todo el recipiente que lo contiene no importa la cantidad de masa del elemento.

2.2.2.- Cambio de estado de la materia.

La materia puede cambiar de estado con la adición o la substracción de calor

FIG-2.1 CAMBIO DE ESTADO DE LA MATERIA

Pasar del estado sólido al estado líquido necesita de la adición de calor y se llama liquefacción, fusión o descongelación.

El proceso inverso lo llamamos solidificación o congelación y en este retiramos calor del cuerpo.

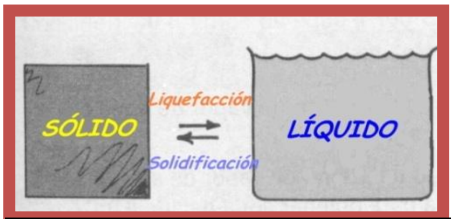


FIG-2.2 CAMBIO DE ESTADO DE LA MATERIA

Un kg de agua necesita el retiro de 334.88 kJ para pasar de líquido a sólido.

Pasar del estado líquido al estado gaseoso necesita de la adición de calor y se llama evaporación. Si pasamos del estado gaseoso al estado líquido el proceso se llama de condensación y debe de retirarse calor del cuerpo.

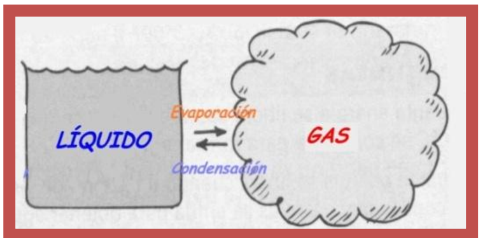


FIG-2.3 CAMBIO DE ESTADO DE LA MATERIA

Un kg de agua necesita de 2252.0 kJ para evaporarse

Si pasamos del estado sólido al gaseoso y viceversa sin pasar por el estado líquido realizamos el proceso de sublimación

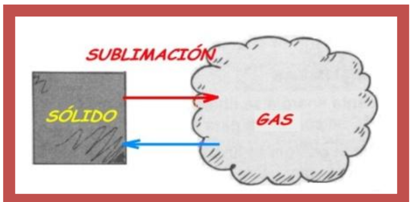


FIG-2.4 CAMBIO DE ESTADO DE LA MATERIA

2.2.3.- Temperatura.

Es una indicación cualitativa de la velocidad promedio de las moléculas de una sustancia. Cuando un cuerpo recibe energía sus moléculas vibran más intensamente y viceversa, cuando se retira energía de la moléculas sus moléculas vibran menos. También podemos decir que es una medida de la intensidad de la energía calorífica en una sustancia.

La temperatura no es una medida de la energía calorífica.

2.2.4.- Tipos de temperatura:

- Relativa
- Absoluta

Temperatura Relativa.

Es aquella que mide a partir de un punto de referencia dado por las condiciones físicas de cambio de estado de algún elemento de la naturaleza. En otras palabras pone el cero de la escala en un punto diferente del cero absoluto. Existen dos escalas muy utilizadas que son: Celsius y Fahrenheit.

Escala Celsius	Pone el cero en el punto de congelamiento del agua pura a presión atmosférica y a nivel del mar; y pone 100 grados al punto de ebullición del agua a la misma presión. La escala se divide en 100 divisiones llamadas grados centígrados o grados Celsius
Escala Fahrenheit	Pone el cero en el punto de congelamiento de una mezcla de agua y sal: y pone 100 grados a la temperatura normal del cuerpo humano, de esta forma de divide en 100 divisiones a las que se llama grados Fahrenheit. Cabe indicar que en esta escala el punto de congelamiento el agua de 32° F y el punto de ebullición es de 212° F

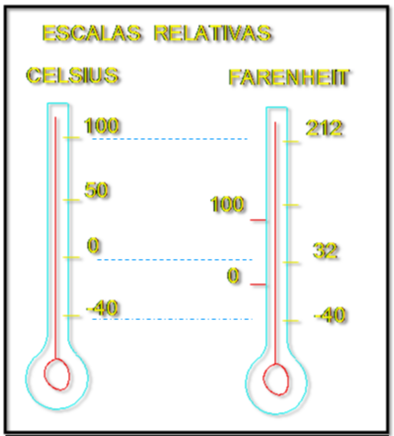


FIG-2.5 ESCALAS CELSIUS Y FAHRENHEIT.

La relación entre estas dos escalas de temperaturas es la siguiente:

Grados Fahrenheit ⟶ Grados Celsius

$$°C = 0.556 \times (°F - 32) = \frac{5}{9}(°F - 32)$$

Grados Celsius ⟶ Grados Fahrenheit

$$°F = 1.8 \times °C + 32 = \frac{9}{5}°C + 32$$

Temperatura Absoluta

Se basa en el principio de que la temperatura es una medida cualitativa de la energía de vibración de las moléculas, el cero absoluto es el punto en que se elimina dicha vibración.

Es aquella que comienza a partir del cero absoluto, y no es posible obtener valores negativos para la temperatura.

Existen dos escalas Kelvin y Rankine

Conversiones:

$$K = °C + 273$$

$$R = °F + 460$$

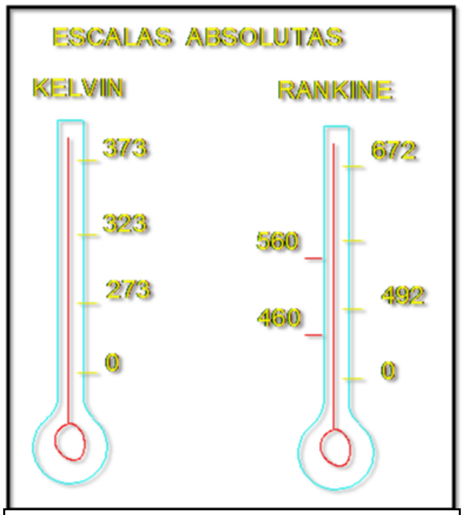


FIG-2.6 ESCALAS KELVIN Y RANKINE.

2.2.5.- Calor.

El calor es una forma de energía, la cual está en transición y necesita que haya una diferencia de temperatura entre cuerpos para manifestarse.

Las unidades en que se mide el calor se dan de acuerdo a los diferentes sistemas de unidades. Las más utilizadas son:

En el sistema internacional de medidas, (S.I.), la unidad es el Joule (J). Se usan los múltiplos como el Kilojoule (kJ) y el Megajoule (MJ).

En el sistema de ingles de medidas, la unidad es el BTU (Unidad térmica británica).

En el sistema MKS la unidad es la caloría y como múltiplo es muy utilizada la Kilocaloría.

En algunas partes se identifica a la kilocaloría con frigoría cuando se está hablando de retiro de calor.

2.2.6.- Factores de conversión:

1 Kcal = 3.968 BTU (4BTU)	**1BTU=** 0.25 Kcal
1 Kcal = 4186 Joule	**1BTU=** 1.046 Kj
1 Kcal = 4.186 Kj	**1Kj=** 0.23 Kcal

2.2.7.- Manifestación del calor en los cuerpos.

- Sensible
- latente

Calor sensible.

Se manifiesta por un cambio de temperatura en el cuerpo cuando este gana o pierde calor, además se presenta en un estado específico del material.
Este calor no es posible medirlo directamente, se lo cuantifica conociendo el cambio de temperatura y la masa del cuerpo.

Formula

$$Q = mC(T_0 - T_f) = mC\Delta T$$

Siendo:
Q: Calor en j (Kcal o BTU)
m: Masa de la sustancia Kg o Lb
C: Calor **especifico de la sustancia**
ΔT: Diferencial de temperatura °C o °F

Calor latente.

Es el calor que recibe o cede un cuerpo cuando cambia de estado.
Como característica general, la temperatura se mantiene constante durante el proceso de cambio de estado.

El agua tiene un calor latente de fusión de 80 kcal/kg (144 BTU/lb) y de evaporación de 538 kcal/kg (970.2 BTU/lb)

Formula

$$Q_L = m \times L$$

Siendo:

Q: Calor latente en j (Kcal o BTU)

m: Masa de la sustancia Kg o Lb

C: Calor **latente especifico**

FIG-2.7 CALOR LATENTE DE EVAPORACION.

Transferencia de calor.

Velocidad con que el calor puede atravesar cuerpos o las fronteras de un sistema a diferente temperatura.

Las unidades son:

$$\frac{kcal}{h} \text{ o } \frac{BTU}{h} \text{ o } wat$$

2.3.- CICLOS DE REFRIGERACIÓN.

Principio de Carnot – Clausius (máquina frigorífica)

1. El funcionamiento de una máquina frigorífica debe comportar la existencia de dos fuentes de calor a temperaturas diferentes T_k y T_o La fuente fría es el evaporador (T_0)

La fuente de calor es el condensador (T_k)

2. La relación entre el beneficio del ciclo (extracción de calor) y la inversión de energía, es:

$$\varepsilon = COP = \frac{Q_0}{Q_k - Q_0} = \frac{Q_0}{W} = \frac{T_0}{T_k - T_0}$$

1. Para todos los fluidos que describen un ciclo frigorífico entre las temperaturas T_k y T_o el efecto frigorífico óptimo se obtendrá haciéndolos describir un *ciclo de Carnot.*

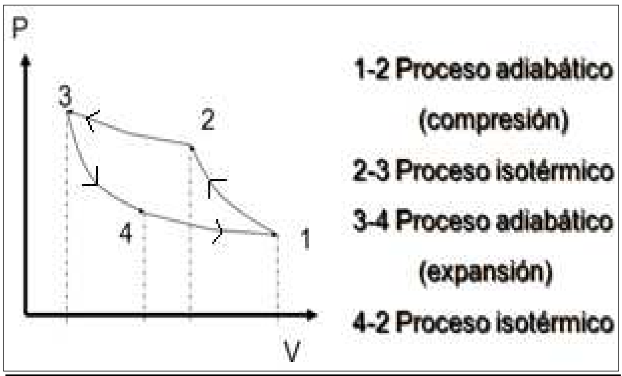


FIG-2.8 CICLO DE CARNOT PARA MAQUINA FRIGORÍFICA

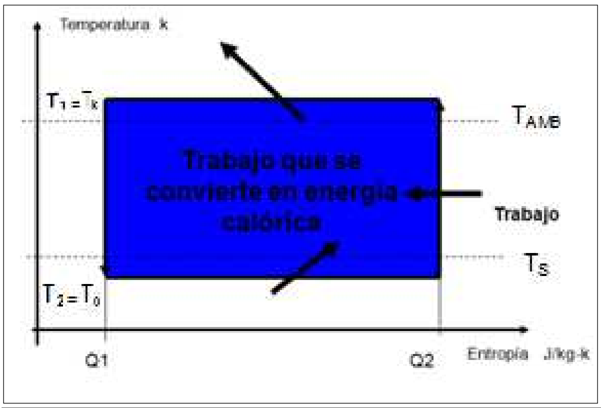


FIG-2.9 DIAGRAMA TEMPERATURA VS ENTROPIA

Ciclo Rankine o Joule.

El ciclo de *Carnot*, es un ciclo teórico imposible de realizar, pues debemos trabajar con un fluido que deba hacer los procesos adiabáticos a una velocidad extremadamente grande y los procesos isotérmicos a una velocidad infinitamente lenta.

Desde el punto de vista industrial se busca un ciclo que se aproxime al de Carnot.

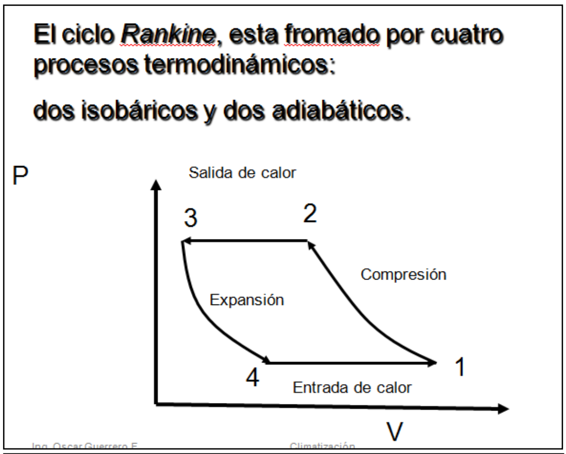


FIG-2.10 CICLO RANKINE O JOULE

Ciclo frigorífico ideal (Clapeyron).

El ciclo real frigorífico no es exactamente un ciclo Rankine, pues el proceso de expansión no se realiza adiabáticamente sino que es una expansión iso entálpica al hacer pasar el fluido de trabajo por un orificio.

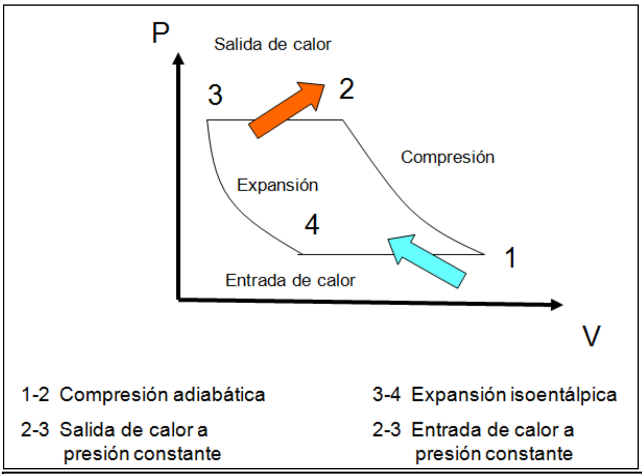


FIG-2.11 CICLO FRIGORÍFICO IDEAL (CLAPEYRON).

2.3.1.- El diagrama de un ciclo de refrigeración, se acostumbra dibujarlo en un sistema coordenado de ejes Presión vs. Entalpía

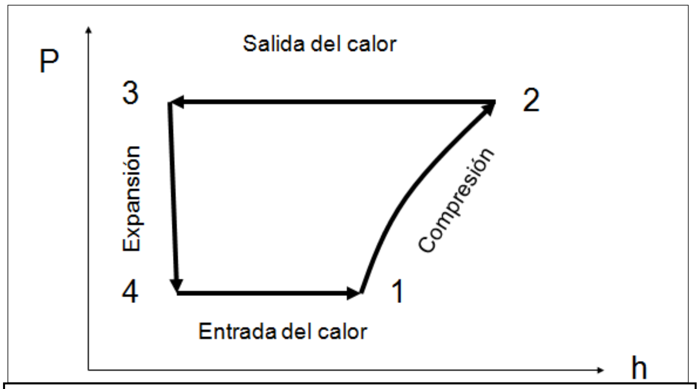


FIG-2.12 CICLO DE REFRIGERACIÓN

2.3.2.- Diagrama de propiedades y el ciclo de refrigeración

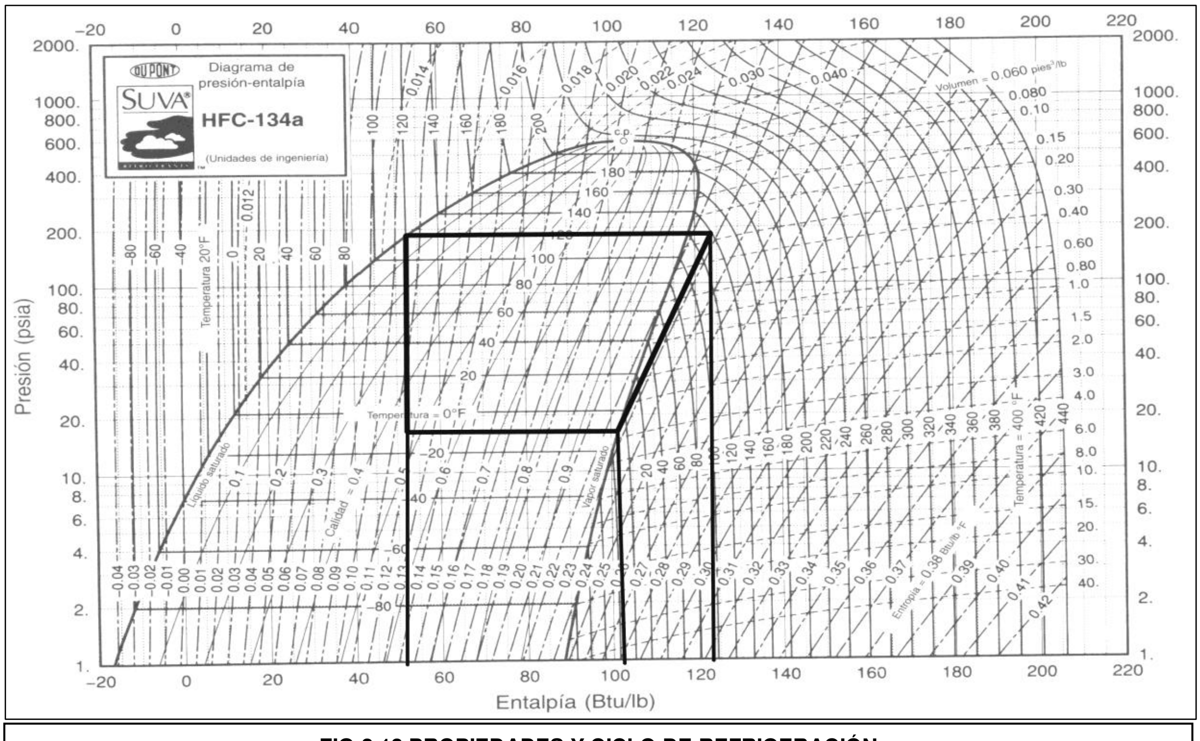


FIG-2.13 PROPIEDADES Y CICLO DE REFRIGERACIÓN

2.4.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA A/C.

El aire acondicionado es una parte importante de un sistema integrado que proporciona enfriamiento, calentamiento, descongelación, eliminación de neblina, filtrado de aire y control de humedad para la comodidad del pasajero y la seguridad del vehículo.

Elementos fundamentales.

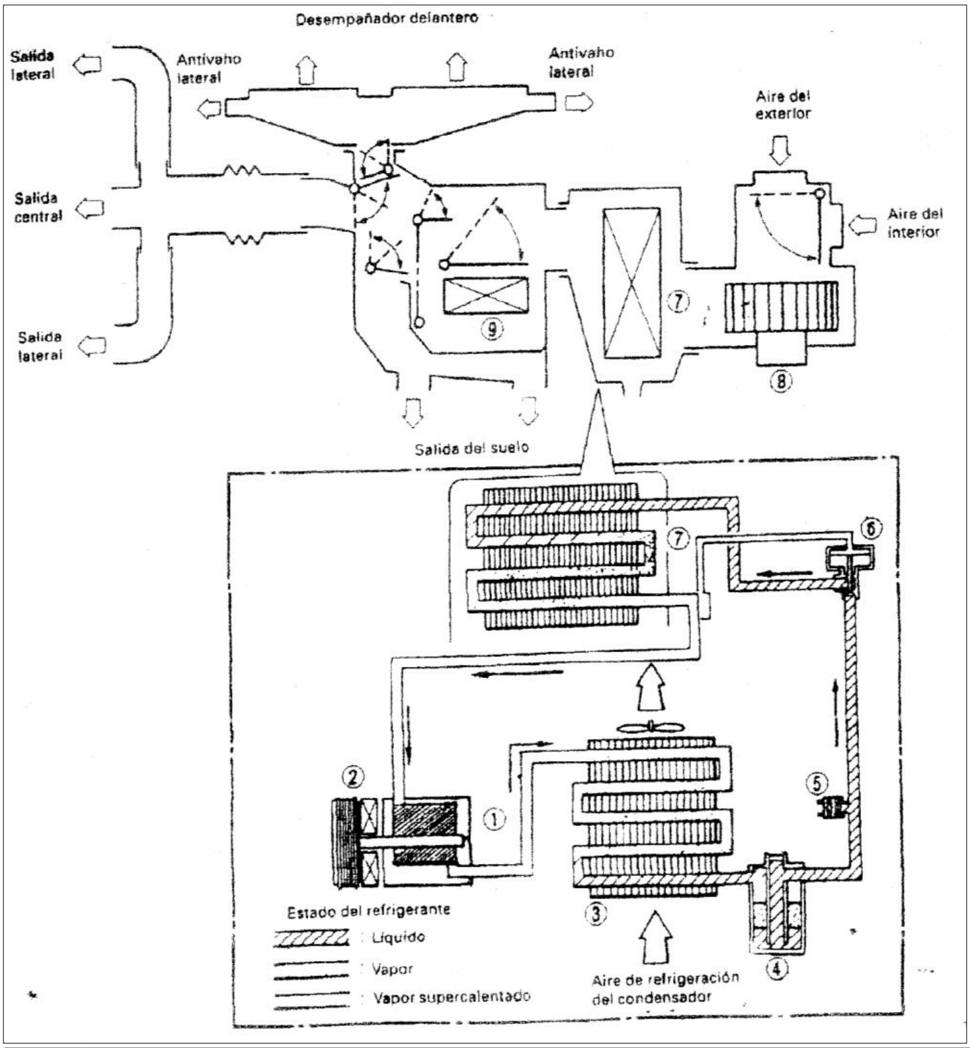


FIG-2.14 ELEMENTOS DE UN SISTEMA A/C

1	Compresor
2	Embrague magnético
3	Condensador
4	Receptor / secador
5	Interruptor de presión doble
6	Válvula de expansión
7	Evaporador
8	Motor del soplador
9	Núcleo del calentador

2.4.1.- COMPRESOR

Comúnmente denominado el corazón del sistema, como su nombre lo indica, comprime el gas refrigerante tomando para ello potencia.

Los sistemas de aire acondicionado están divididos en dos partes, parte de alta presión y parte de baja presión; también denominados descargas y succión respectivamente.

FIG-2.15 COMPRESOR

Función.

Elemento mediante el cual es posible la circulación y el constante cambio de estado del refrigerante.

Succiona el refrigerante vaporizado que sale del evaporador, imprimiéndole un aumento de presión y temperatura para enviarlo inmediato al condensador para su condensación

Embragué magnético.

Dispositivo que se utiliza con el motor en marcha para hacer funcionar el compresor solo cuando se requiere el acondicionamiento de aire y para detenerlo en caso contrario este dispositivo emplea un potente electroimán

FIG-2.16 EMBRAGUÉ MAGNÉTICO

Lubricante del compresor.

El R-134a se está utilizando con lubricantes de polialquilenglicol (PAG) y con lubricantes de poliéster (POE).La mayoría de fabricantes de equipos originales de automoción han optado por lubricantes PAG específicos para sus sistemas.

El lubricante se caracteriza por presentar una excelente lubricidad, bajo punto de fluidez, alto índice de viscosidad, alta estabilidad térmica, entre otras cosas. Se emplean en compresores con refrigerantes del tipo hidrocarburo como propano, aire, gases inertes, así como amoniaco y tetrafluoroetano.

2.4.2.- REFRIGERANTE DEL SISTEMA.

Refrigerante 134-a

El refrigerante marca Suva134a, ha sido introducido por DuPont, como reemplazo de los clorofluorocarbonos (CFC) en muchas aplicaciones. La producción de CFC es reemplazada por el hidrofluorucarbono HFC-134ª.
Este refrigerante no contiene cloro y puede ser usado en muchas aplicaciones que actualmente usan CFC-12. Sin embargo en algunas ocasiones se requieren cambios en el diseño del equipo para optimizar el desempeño del Suva 134ª en estas aplicaciones. Las propiedades termodinámicas y físicas del Suva 134ª y su baja toxicidad lo convierten en un reemplazo seguro y muy eficiente del CFC-12 en muchos segmentos de la refrigeración industrial mas notablemente en el aire acondicionado automotriz, equipos domésticos, equipo estacionario pequeño, equipo de supermercado de media temperatura. El Suva134a ha mostrado que es combustible a presiones tan bajas como 5,5 psig a 177°C cuando se mezclan con aire a concentraciones generalmente mayores al 60% en volumen de aire. A bajas temperaturas se requieren mayores presiones para la combustibilidad. No deben ser mezclados con el aire para pruebas de fuga. En general no se debe permitir que estén presentes con altas concentraciones de aire arriba de la presión atmosférica.

El R-134a tiene un punto de ebullición de -26,3°C. Esto demuestra que esta sustancia es adecuada como sustituto del refrigerante R-12.

El R-134a, cuya fórmula química es CF3-CH2F, es un isómero de la sustancia R-134. Su denominación química exacta es 1,1,1,2 Tetrafluoroetano. Tal como se desprende de la fórmula estructural, la molécula no contiene ningún átomo de cloro, responsable de la descomposición del ozono, según el estado actual de la ciencia. Por eso se le adjudica a esta sustancia el potencial 0, respecto a la destrucción del ozono.

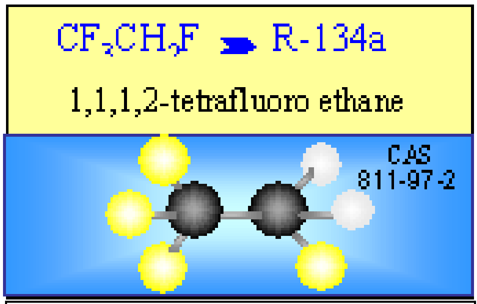


FIG-2.17 R134 DENOMINACIÓN QUÍMICA

En el empleo de R-134a como refrigerante se pueden constatar las siguientes ventajas con respecto al R-12:

- Una temperatura final de compresión más baja.
- Los mismos diámetros de las tuberías conductoras del refrigerante.
- Y casi iguales relaciones de compresión.
- Como desventaja se podría citar:
- Se necesita un mayor volumen de cilindrada, es decir hay que emplear un
- compresor mayor.

Calidad:

- Pureza: min. 99,9%.

- Humedad: max. 10 ppm.
- Acidez: máx. 1 ppm
- Residuos
- no volátiles: máx. 15 ppm

Descripción:

- Gas incoloro: no explosivo
- Olor ligeramente etéreo: no irritante
- Químicamente estable: no corrosivo
- Libre de acidez: no inflamable

Datos técnicos:

Tipo Gas		R-134a
Nombre químico		1,1,1,2-Tetrafluo-roetano
Fórmula química		CF_3-CH_2F
Número CAS		811-97-2
Masa molecular	Kg/kmol	102,0
Temperatura de ebullición a 1.013 bar	°C	-26,3
Punto de fusión a 1.013 bar	°C	-101
Temperatura crítica	°C	101,1
Presión crítica	bar	40,6
Densidad del líquido a -15°C	g/cm^3	1,343
Densidad del líquido a 30°C	g/cm^3	1,188
Calor latente de evaporación a -15°C	kJ/kg	206,8
Calor específico del líquido saturado a 30°C	kJ/kgK	1,440
Calor específico del vapor saturado a 30°C	kJ/kgK	1,104
Ratio de calor específico 1.013 bar y a 30°C	(cp/cv)	1,115
Inflamabilidad		no inflamable

Grafica de presión temperatura:

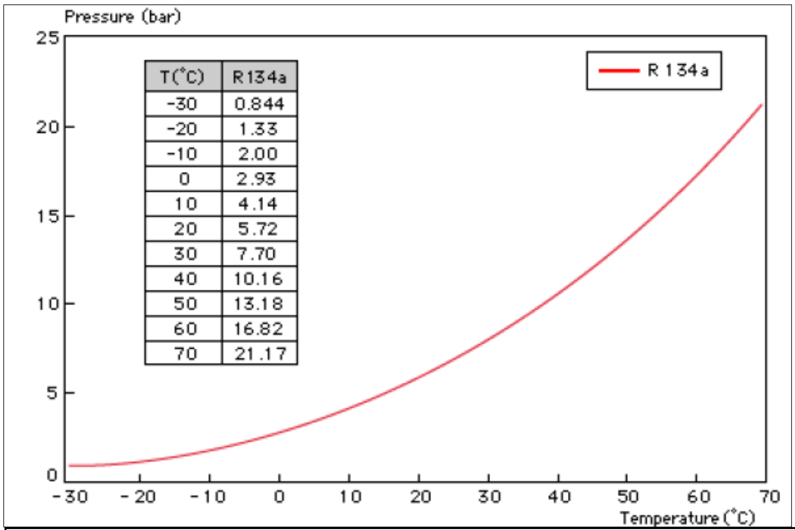


FIG-2.18 PRESION VS TEMPERATURA

2.4.3.- TABLA DE PROPIEDADES DEL R-134A

Temperatura		Presión		Manómetro	Temperatura		Presión		Manómetro
[°C]	[°F]	[bar abs]	[psia]	Pul Hg/psig	[°C]	[°F]	[bar abs]	[psia]	Pul Hg/psig
-30	-22.00	0.84	12.24	-5.01	10	50.00	4.15	60.12	45.43
-29	-20.20	0.88	12.83	-3.81	11	51.80	4.29	62.15	47.46
-28	-18.40	0.93	13.44	-2.56	12	53.60	4.43	64.24	49.55
-27	-16.60	0.97	14.08	-1.26	13	55.40	4.58	66.38	51.69
-26	-14.80	1.02	14.75	0.06	14	57.20	4.73	68.57	53.88
-25	-13.00	1.06	15.43	0.74	15	59.00	4.88	70.82	56.13
-24	-11.20	1.11	16.14	1.45	16	60.80	5.04	73.12	58.43
-23	-9.40	1.16	16.88	2.19	17	62.60	5.21	75.47	60.78
-22	-7.60	1.22	17.63	2.94	18	64.40	5.37	77.89	63.20
-21	-5.80	1.27	18.43	3.74	19	66.20	5.54	80.36	65.67
-20	-4.00	1.33	19.24	4.55	20	68.00	5.72	82.90	68.21
-19	-2.20	1.39	20.10	5.41	21	69.80	5.90	85.49	70.80
-18	-0.40	1.45	20.97	6.28	22	71.60	6.08	88.15	73.46
-17	1.40	1.51	21.87	7.18	23	73.40	6.27	90.86	76.17
-16	3.20	1.57	22.81	8.12	24	75.20	6.46	93.64	78.95
-15	5.00	1.64	23.77	9.08	25	77.00	6.65	96.48	81.79
-14	6.80	1.71	24.77	10.08	26	78.80	6.85	99.38	84.69
-13	8.60	1.78	25.80	11.11	27	80.60	7.06	102.36	87.67
-12	10.40	1.85	26.85	12.16	28	82.40	7.27	105.40	90.71
-11	12.20	1.93	27.96	13.27	29	84.20	7.48	108.50	93.81
-10	14.00	2.01	29.09	14.40	30	86.00	7.70	111.68	96.99
-9	15.80	2.09	30.25	15.56	31	87.80	7.93	114.93	100.24
-8	17.60	2.17	31.45	16.76	32	89.60	8.15	118.23	103.54
-7	19.40	2.26	32.70	18.01	33	91.40	8.39	121.63	106.94
-6	21.20	2.34	33.97	19.28	34	93.20	8.63	125.08	110.39
-5	23.00	2.43	35.28	20.59	35	95.00	8.87	128.62	113.93
-4	24.80	2.53	36.64	21.95	36	96.80	9.12	132.21	117.52
-3	26.60	2.62	38.03	23.34	37	98.60	9.37	135.89	121.20

2.4.4.-EVAPORADOR.

El evaporador está localizado dentro del vehículo, y sirve para absorber tanto el calor como el exceso de humedad dentro del mismo. En el evaporador el aire caliente pasa a través de las aletas de aluminio unidas al tubo; y el exceso de humedad se condensa en las mismas, y el sucio y el polvo que lleva el aire se adhiere a su vez a la superficie mojada de las aletas, luego el agua es drenada hacia el exterior.

La temperatura ideal del evaporador es 0 ºC (32 ºF). El refrigerante entra por el fondo del evaporador como liquido a baja presión. El aire caliente que pasa a través de las aletas del evaporador hacen que el refrigerante dentro de los tubos se evapore (el refrigerante tiene un punto de ebullición muy bajo)

FIG-2.19 EVAPORADOR

2.4.5.- CONDENSADOR.

Aquí es donde ocurre la disipación del calor del refrigerante. El condensador tiene gran parecido con el radiador debido a que ambos cumplen la misma función. El condensador está diseñado para disipar calor, y normalmente está localizado frente al radiador, pero a veces, debido al diseño aerodinámico de la carrocería del vehículo, se coloca en otro lugar.

El condensador debe tener un buen flujo de aire siempre que el sistema esté en funcionamiento. Dentro del condensador, el gas refrigerante proveniente del compresor, que se encuentra caliente, es enfriado; durante el enfriamiento, el gas se condensa para convertirse en líquido a alta presión.

FIG-2.20 CONDENSADOR

2.4.6.- BOTELLA DESHIDRATANTE Y RESERVA

Se utiliza en el lado de alta presión de los sistemas que utilizan una válvula de expansión térmica. Éste tipo de válvula requiere de líquido refrigerante, y para tener la seguridad de que sólo eso entrará a dicha válvula, se utiliza el depósito – secador, el cual separa el gas y el líquido, además de eliminar la humedad y filtrar las impurezas. Normalmente el depósito – secador tiene un vidrio de nivel, en la parte superior, el cual se utiliza para recargar el sistema; en condiciones normales, las burbujas de vapor no deben ser visibles por el vidrio de nivel.

FIG-2.21 BOTELLA DESHIDRATANTE

2.4.7.- VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

Éste tipo de dispositivo de expansión es muy eficiente regulando el flujo de refrigerante que entra al evaporador.

La válvula de expansión esta en el circuito de entrada del evaporador y define el lado de alta y baja. Reduce la presión por expansión del fluido, dosificando la llegada del mismo al evaporador. El refrigerante debe evaporarse completamente en el evaporador y salir de él en estado gaseoso ligeramente recalentado,

FIG-2.22 VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

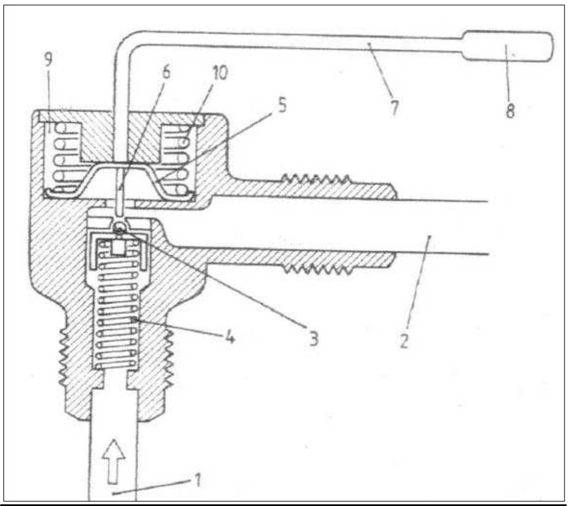


FIG-2.23 ESQUEMA DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN.

1	Entrada de liquido de alta presión
2	Salida del liquido a baja presión
3	Válvula de bola
4	Resorte
5	Diafragma
6	Vástago de empuje
7	Tubo capilar
8	Bulbo sensor
9	Cámara superior
10	Resorte del diafragma

2.4.8.- ELECTRO VENTILADOR.

El electroventilador del condensador envía un flujo de corrientes de aire, suficiente para refrigerar el fluido a través del condensador.

El electroventilador del condensador se conecta y desconecta en el rango de presiones establecidas por el fabricante

FIG-2.24
ELECTROVENTILADOR

2.4.9.- PRESOSTATO

Elemento que abre o cierra un contacto eléctrico por acción de la presión.
También suelen ser llamados interruptores de presión.
En una gran cantidad de autos se instala un presostato o interruptor de baja presión y también un interruptor de alta presión, estos pueden estar en la se encuentra localizado en la botella deshidratadora.

Su función es desconectar el embrague eléctrico del compresor.

FIG-2.25 PRESOSTATO

Presostato de baja o interruptor de baja presión del condensador

Este suele colocarse en la botella deshidratante, o en el conducto que lleva refrigerante hacia la válvula de expansión.

Esta actúa desconectando por cortar la corriente eléctrica hacia embrague eléctrico por baja presión en el condensador, cuando:

- Falta refrigerante en el circuito de refrigeración.
- alguna anomalía a investigar.

Presostato de baja, en el evaporador

Algunos sistemas de acondicionamiento instalan un presostato de baja en el evaporador.

Corta la corriente hacia el embrague del compresor, cuando la presión del evaporador desciende a valores que pueden propiciar la formación de escarcha en el evaporador.

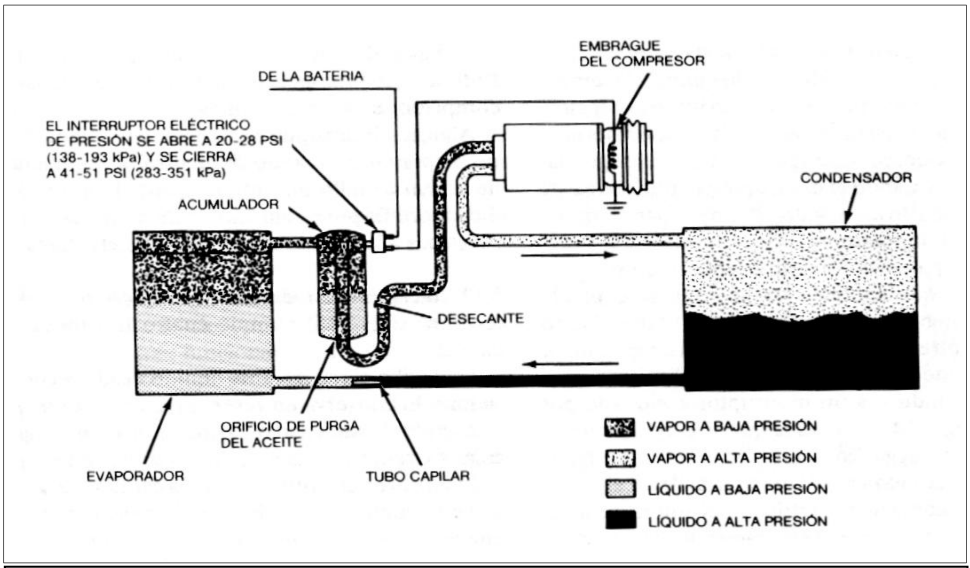


FIG-2.26 UBICACIÓN DEL PRESOSTATO

2.5.- SISTEMA A/C DEL VEHÍCULO CHEVROLET MALIBU

El vehículo CHEVROLET MALIBU año 1979, posee un sistema de aire acondicionado y calefacción, propio para lugares geográficos que tengan 4 estaciones, el sistema de mandos del A/C y calefacción es mecánico, las compuertas del control del paso de aire tanto de frio como caliente que ingresan al interior de la cabina, eran controlados por actuadores que funcionan con vacio procedente del múltiple de admisión del motor de combustión interna

FIG-2.27 ESTADO DEL TABLERO DE CONTROL DEL SISTEMA A/C EN PROCESO DE RECONSTRUCCIÓN

FIG-2.28 CAPSULA DE VACIO

Ventajas

Control del paso de aire tanto de frio como caliente de acuerdo a la comodidad del conductor, no se usa electricidad para la abertura y cierre de compuertas de paso de aire

Desventajas

Cualquier actuador que se encuentre en malas condiciones de operación como la capsula de vacío de este vehiculó, dará como consecuencia una pérdida de vacío, y por ende un mal funcionamiento del paso de aire, tanto de frio como caliente

2.6.- SISTEMA IN INSTALADO EN EL HABITÁCULO.

El sistema que se instalo para la climatización del habitáculo contiene dos sistemas separados, uno para enfriamiento y otro para calentar el aire del interior de la cabina**.**

Ventajas

Al eliminar el sistema de vacío que controlaba el paso de flujo aire, procedente del motor de combustión interna, el tablero de control fue modificado para que trabaje de forma mecánica el cual el operador podrá controlar el flujo de aire sea frio o caliente, de acuerdo a sus necesidades.

También se instalo internamente en el tablero de control unos micros interruptores de encendido para la selección de aire frio o caliente accionándolos de acuerdo a la necesidad del operario.

FIG-2.29 MICROINTERRUPTOR

FIG-2.30 TABLERO DE CONTROL DEL SISTEMA A/C RECONSTRUIDO

Desventajas

Al utilizar el tablero de control de mando de A/C, los elementos mecánicos van estar siempre propensos a sufrir desgastes y averías, de acuerdo al uso que se le dé a este.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1.- CÁLCULOS CARGAS TÉRMICAS:

La conducción es el modo de transferencia de calor por el cual se verifica un intercambio de energía desde una región de alta temperatura hacia otra de baja temperatura, debido al impacto cinético o directo de moléculas. El calor fluye por conducción térmica, y su valor es expresado por la ecuación**:**

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

Esta es la misma ecuación definida en la ley de Fourier de la conducción de calor para calcular la rapidez de flujo por conducción.

Donde:

Q= Velocidad a la que el calor pasa a través de un componente en watts

U = Conductividad térmica del componente estructural en W/m² por grados Kelvin de diferencia de temperatura entre la superficie exterior y la superficie interior del componente. **(W/ m² °K).**

Para este proyecto U carrocería = 2.53 W/ m² K; U vidrios = 5.12 W/ m² K

A= área del componente estructural que queda expuesto a la temperatura interior y la temperatura exterior en m².

Δ **T=** diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en kelvin.

También el calor ingresa al interior del vehículo por radiación solar a través de los parabrisas y vidrios del coche, para estimar la cantidad que entra al vehículo utilizamos la siguiente expresión:

$$Q = R \times A$$

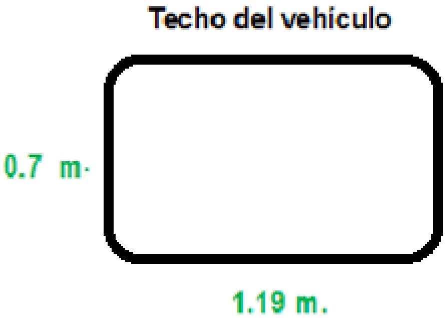
Donde:

R = Aportación a través de vidrio latitud 0º al medio día 800 W / m^2 K

A = Área de vidrio expuesto

Para determinar la carga total de calor que entra en el interior del automóvil realizamos la ecuación de la ley de Fourier, aplicándola al techo y vidrios del coche, así como a las puertas, para tener la carga térmica que debemos desalojar, para así determinar los elementos del sistema de refrigeración.

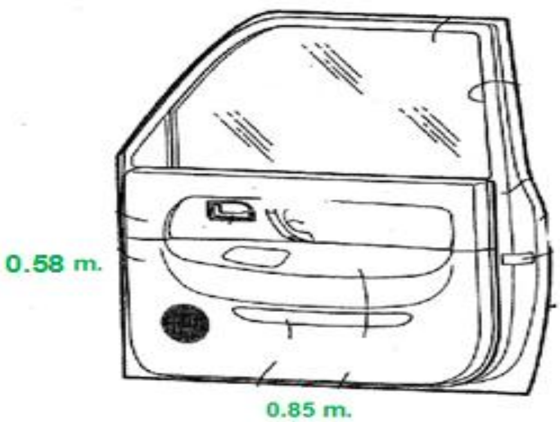
3.2.- CÁLCULOS TÉRMICOS DEL METAL:



$$Area = Base \times Altura$$
$$Area = 1.19 \times 0.7$$
$$Area = 0.83 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.53 \times 0.83 \times 25 = 52.50Watt$$

Costado derecho e izquierdo del vehículo



$$Area = Base \times Altura$$
$$Area = 0.85 \times 0.58$$
$$Area = 0.49 \text{ m}^2$$

$Q = 2.53 \times 0.49 \times 25 = 30.99Watt \times 2 = 61.99Watt$ Por cada costado del vehículo.

Nota: El resultado (30.99 w), multiplicamos por 2 por las dos puertas tanto derecha como izquierda del vehículo

Parte delantera del vehículo.

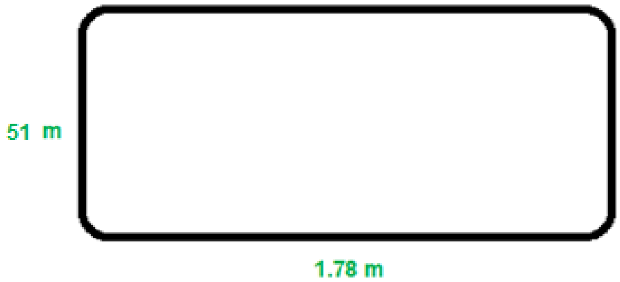
$$Area = Base \times Altura$$

$$Area = 1.51 \times 0.52$$

$$Area = 0.79 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.53 \times 0.79 \times 25 = 49.97 Watt$$

Parte posterior del vehículo.



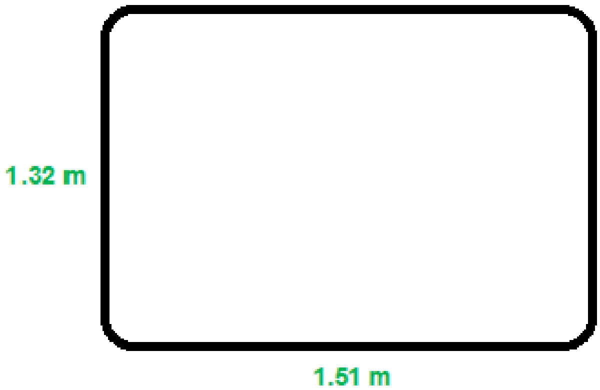
$$Area = Base \times Altura$$

$$Area = 1.78 \times 0.51$$

$$Area = 0.91 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.53 \times 0.91 \times 25 = 57.56 Watt$$

Piso del vehículo



$$Area = Base \times Altura$$

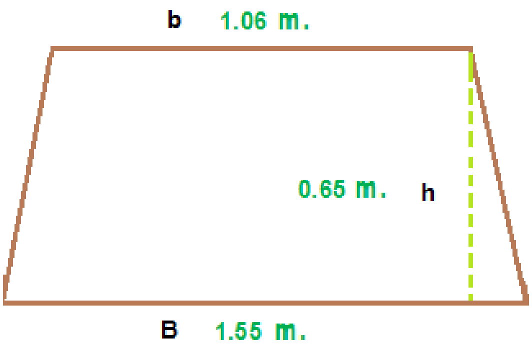
$$Area = 1.51 \times 1.32$$

$$Area = 1.99 \text{ m}^2$$

$$Q = 2.53 \times 1.99 \times 25 = 125.87 \ Watt$$

3.3.- CÁLCULOS TÉRMICOS DE LOS VIDRIOS DEL HABITÁCULO:

Parabrisas delantero



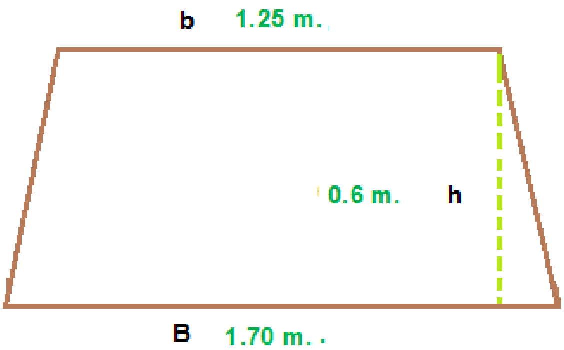
$$Q \; = 5.12 \times 0.85 \times 25 = 108.8W$$

$$Area = \frac{B+b}{2} \times h$$

$$Area = \frac{1.55+1.06}{0.65}$$

$$Area = 0.85\,\mathrm{m}^2$$

Parabrisas trasero



$$Area = \frac{B+b}{2} \times h$$

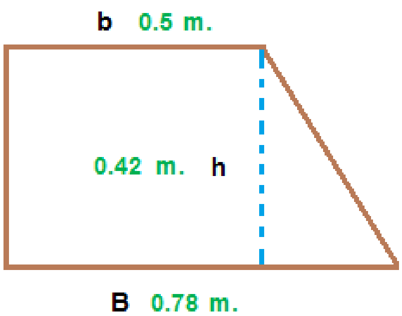
$$Area = \frac{1.70+1.25}{2} \times 0.6$$

$$Area = 0.88$$

$$Q = 5.12 \times 0.88 \times 25 = 112.64 \;\; Watt$$

Cálculo térmico de los vidrios laterales

Vidrios laterales



$$Area = \frac{B+b}{2} \times h$$

$$Area = \frac{0.78+0.50}{2} \times 0.42$$

$$Area = 0.27$$

(Vidrios laterales izquierdo y derecho)

$$Q = 5.12 \times 0.27(2) \times 25 = 34.56 \times 2 = 69.12 \;\; Watt$$

Nota: El resultado (34.56 w), multiplicamos por 2 por los vidrios laterales e izquierdo.

Carga térmica total por conducción: 638.45 W.

ESTIMACIÓN DE CARGA POR RADIACIÓN:

$Q = 800 \times$ (Área de todos los vidrios)

$$Q = 800 \times 2.27 = 1819 \ \ Watt$$

CARGA TÉRMICA TOTAL = 638.45 W + 1819 W = 2457.45 Watt

Agregamos un 10% adicional por errores en la estimación de la carga y posibles entradas de calor no consideradas.

Dejando la carga térmica en: $2703.195W \ \frac{1KW}{1000W} = 2.70KW \ \frac{860Kcal/h}{1Kw}$

$$2322Kcal/h \ \frac{3.967BTU/h}{1Kcal/h} = \ 9211.374 \ \ BTU/h$$

3.4.- CALCULO DE LAS RPM EN LAS POLEAS DEL COMPRESOR Y MOTOR ELÉCTRICO

Datos:

Motor eléctrico a 1750 RPM	
Diámetro # 1 de la polea del motor eléctrico	**98.0 mm**
Diámetro # 2 de la polea del motor eléctrico	**125.0 mm**
Compresor del sistema A/C	
Diámetro # 3 de la polea del compresor	**135.0 mm**

Diámetro # 4 de la polea del compresor	135.0 mm

RPM de la polea # 2 del motor eléctrico y polea # 4 del compresor

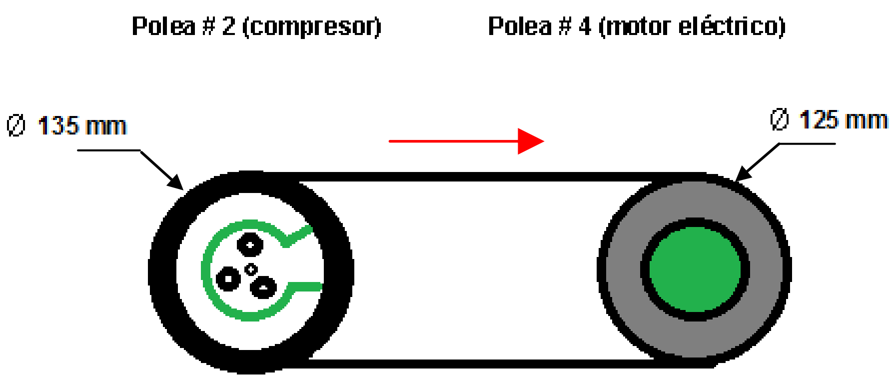
$d_1 = \varnothing_1$

$N_1 = RPM\ de\ la\ polea$ $\qquad d_1\ x\ N_1 = d_2\ x\ N_2$

$d_2 = \varnothing_2$

$N_2 = RPM\ de\ la\ polea\ 2$

Calculo:



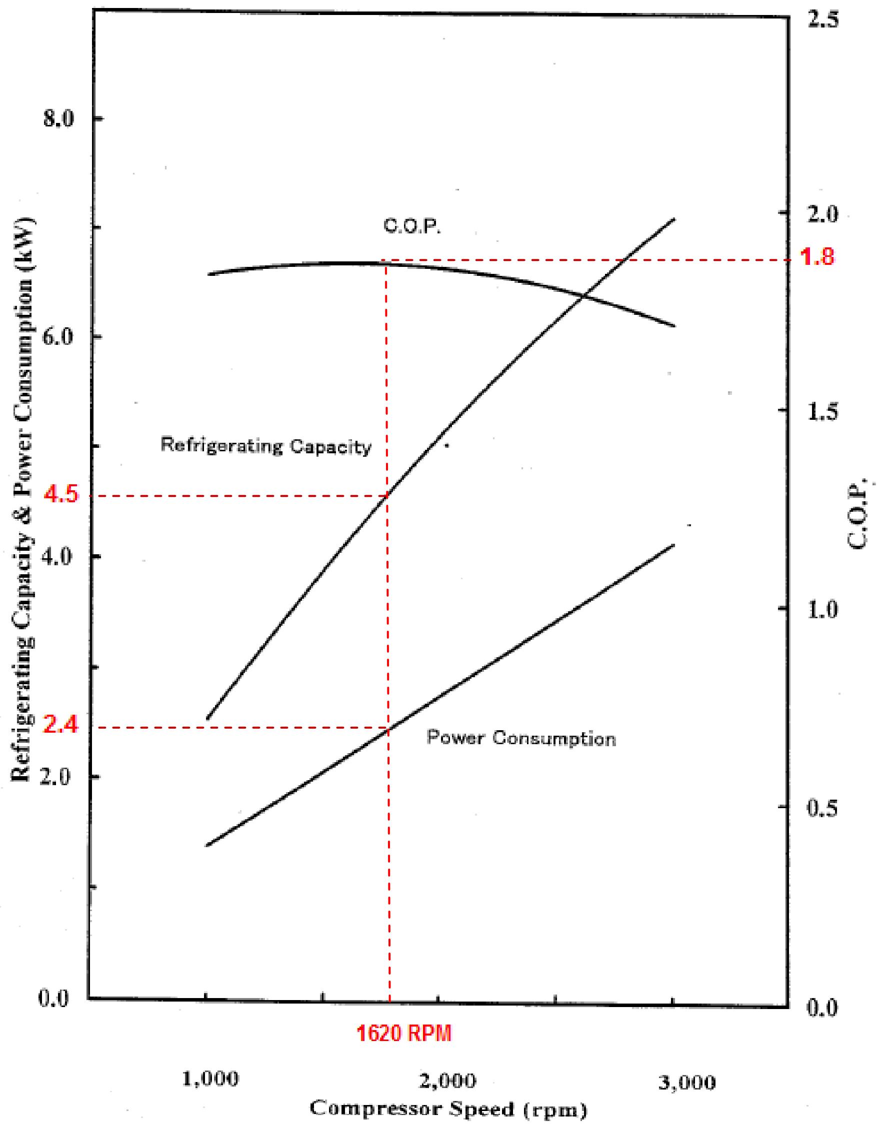
$\varnothing._{\ motor}\ x\ N_{\ motor} = \varnothing._{\ compresor}\ x\ N._{\ compresor}$

$$N_{comp.} = \frac{\varnothing_{motor}}{\varnothing_{comp.}}$$

$$N_{comp.} = \frac{125}{135} \times 1750\ RPM$$

$$N_{comp.} = 1620\ RPM$$

3.5.- Curva del funcionamiento del compresor SD5H14 a 1620 RPM



A 1620 RPM

Capacidad frigorífica: 4.5 KW

$$4.5Kw\ \frac{1000W}{1Kw} = 4.5w$$

$$4500w\ \frac{0.86Kcal/h}{1w} = 3870Kcal/h$$

$$3870Kcal/h\ \frac{3.97BTU}{1Kcal/h} = 15363.9BTU/h$$

Potencia consumida: 2.4 Kw

$$2.4Kw\frac{1.34HP}{1Kw} = 3.22HP$$

RPM de la polea # 1 del motor eléctrico y polea # 3 del compresor

$$d_1 = \emptyset_1$$

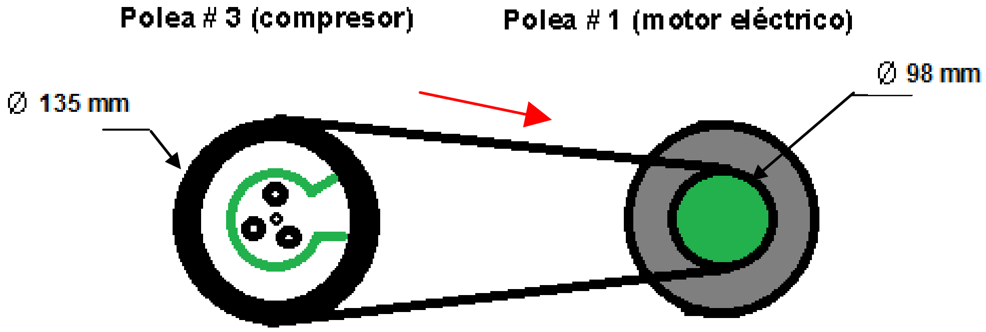
$$N_1 = RPM\ de\ la\ polea\ 1$$

$$d_1\ x\ N_1 = d_2\ x\ N_2$$

$$d_2 = \emptyset_2$$

$$N_2 = RPM\ de\ la\ polea\ 2$$

Calculo:



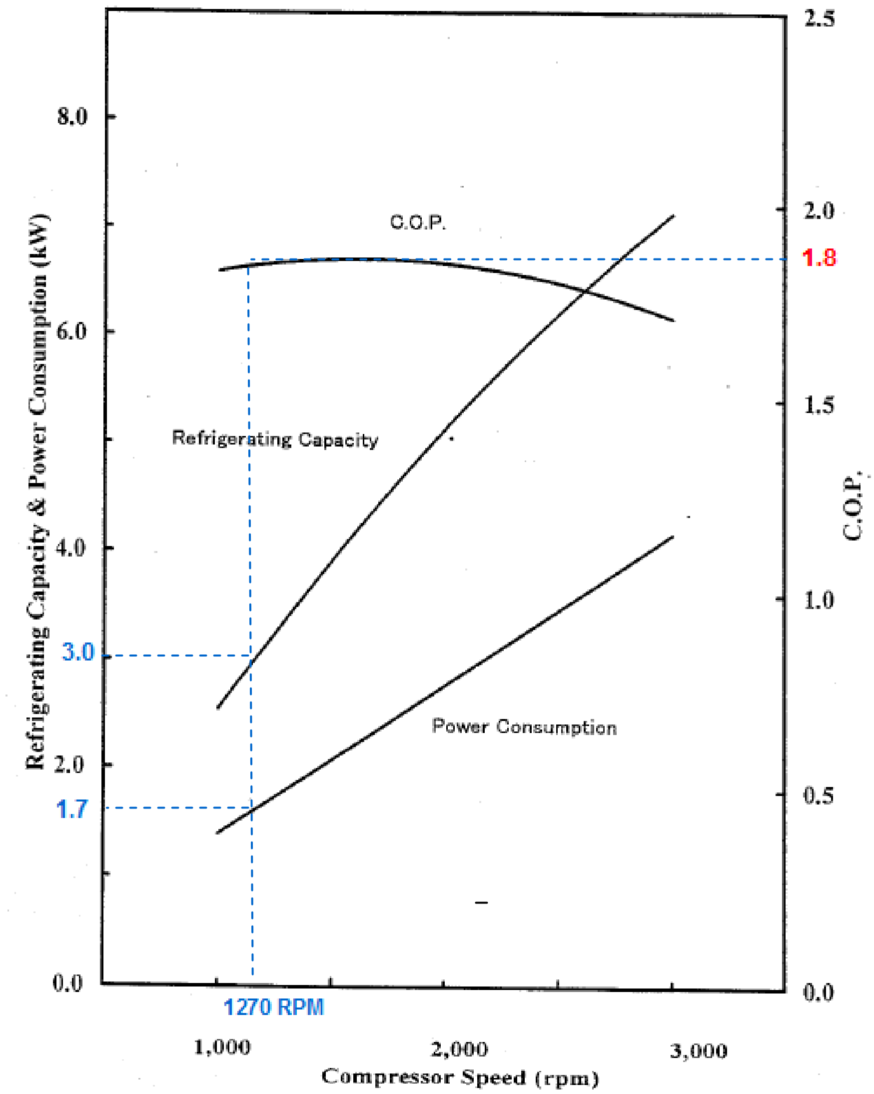
$$\emptyset._{motor} \times N._{motor} = \emptyset._{compresor} \times N._{compresor}$$

$$N_{comp.} = \frac{\emptyset_{motor}}{\emptyset_{comp.}}$$

$$N_{comp.} = \frac{98}{135} \times 1750\ RPM$$

$$N_{comp.} = 1270\ RPM$$

Curva del funcionamiento del compresor SD5H14 a 1270 RPM



A 1270 RPM

Capacidad frigorífica: 3.0 KW

Potencia consumida: 1.7 Kw

$$3.0Kw\frac{1000W}{1Kw}=3000w$$

$$1.7Kw\ \frac{1.34HP}{1Kw}=2.28HP$$

$$3000w\ \frac{0.86Kcal/h}{1w}=2580Kcal/h$$

$$2580Kcal/h\ \frac{3.97BTU}{1Kcal/h}=10242.6BTU/h$$

Nota: El motor eléctrico que se acopla para el funcionamiento del sistema de A/C, es de 5 HP (3.75 kw), el cual suministrara la potencia necesaria para el accionamiento del sistema A/C

3.6- LIMPIEZA DEL SISTEMA.

Una vez que empezamos el proyecto, tomamos posesión del auto que nos iba a servir como habitáculo.
El cual se encontraba abandonado varios años, y se encontraba en malas condiciones de higiene lo cual realizamos una limpieza total del mismo tanto exterior como interior.

Antes que nada se procedió a retirar accesorios del auto como:

- ✓ Radiador
- ✓ Tubo de escape
- ✓ Mangueras, Cañerías
- ✓ Cajetín
- ✓ Caja automática
- ✓ Panel o tablero
- ✓ Asiento
- ✓ Alfombra, etc.

FIG-3.1 CARROCERÍA EN PROCESO DE RENOVACIÓN

3.7.- INSPECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA A/C DEL AUTO

Se procedió a la respetiva inspección de todo el componente del sistema a/c del auto

3.7.1.- Botella deshidratadora

Se encontraba en malas condiciones, por el tiempo que permaneció abierta contrajo húmeda y tenia defectos en sus instalaciones no se encontraba hermética.

3.7.2.- Evaporador

El evaporador visualmente parecía estar al realizar la prueba de presión con nitrógeno a 120 psi, presento fugas por lo tanto se le dio de baja, y procedimos a colocar otro que supere la prueba de presión

3.7.3.- Calefactor

Al igual que al evaporador se le realizo la misma prueba a una presión de 100 psi a 120 psi determinando que se encontraba presurizado sin fugas, dando como resultado que se encontraba en óptimas condiciones.

3.7.4.- Condensador

Se procedió a verificar el condensador, introduciéndole nitrógeno seco a presiones de 100 psi a 120 psi con el propósito de encontrar fugas luego se le dio su respectivo mantenimiento y se realizo limpieza total, dando como resultado que se encontraba operativo.

3.7.5.- Ventilador de toma de aire

Se le realizo una limpieza total del mismo, así también se lubricaron los bocines, al aplicar voltaje (12 Vol.) a sus terminales el motor del ventilador giro correctamente.

3.7.6.- Mandos de control

Aquí en este punto nos encontramos con un problema al descubrir que el sistema de mandos de control de aire, trabajaba con vacio proveniente del motor.

3.7.7.- Tablero

El tablero se encontraba totalmente destruido debido a que el auto estuvo por mucho tiempo sin protección y no servía.

FIG-2.6 TABLERO ORIGINAL DEL VEHÍCULO DETERIORADO

3.7.8.- Sistema de calefacción.

Se observo que tenia sistema de calefacción entonces nuestro tutor guía nos solicito que si había la oportunidad y predisposición de aumentar esta parte al proyecto ya que serviría de mucha ayuda para los estudiantes. porque no había un banco didáctico con sistema de calefacción al haber los estudiantes tendría la oportunidad de conocer acerca de este sistema que igual viene junto con el sistema de A/C.

En el vehículo solo contábamos con el calefactor y para generar agua caliente se procedió a instalar un sistema que consta de los siguientes elementos:

- Una bomba de agua tipo domestica que hará circular el agua.
- Un recipiente o tanque de agua con capacidad de 30 litros
- Dos resistencias eléctricas de 5.6 Ὼ conectadas en paralelo las cuales suministraran 5143 W (5980 Kcal/h) de potencia calorífica

La temperatura del agua se controlaría mediante un termostato que al llegar el agua a la temperatura de 50 grados Celsius cortara la alimentación de corriente a las resistencias.

Este sistema se utiliza mucho en los países que tienen temperaturas bajas y en Ecuador en la serranía.

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA A/C DEL VEHÍCULO

Después de realizar todas las pruebas pertinentes a cada componente con la ayuda de nuestro tutor guía, se dedujo, que el sistema de aire acondicionado de este vehiculó no servía, y por ende no nos ayudaba con mucho.

3.8.- INSPECCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL BANCO DIDÁCTICO A/C

Ahora nos toco recurrir al tablero didáctico y tomar los componentes q nos hacía falta claro está haciéndole sus respectivas pruebas.

- **Pruebas de componentes del banco didáctico A/C**

3.8.1.- Botella deshidratadora

Se encontraba en malas condiciones de operación y por ende se le dio de baja.

3.8.2.- Evaporador

Se le realizo su prueba correspondiente imprimiéndole gas comprimido a presión de 120 psi, no tenía fugas.
Se encontraba en buenas condiciones interiormente para el uso con refrigerante no tenia fugas, pero en cambio exteriormente no servía

porque tenias sus panales muy dañados no circulaba aire a través de su interior con facilidad.

3.8.3.- Válvula de expansión

Este componente se le realizo una prueba lo cual demostró que no regula la entrada para enviar la cantidad suficiente tenía sus resortes dañados. En conclusión está imposibilitado, falta de mantenimiento y además cumplió con su vida útil se dio de baja al elemento.

3.8.4.- Mangueras

Las mangueras no tenían las dimensiones adecuadas para su uso en el habitáculo y sus conectores estaban deteriorados. Además necesitábamos mangueras nuevas con nuevos acoples.

3.8.5.- Compresor

El compresor se encontraba en perfecto estado de operación, por ende nos sería útil para el sistema A/C

3.8.6.- Motor eléctrico

En este proyecto el motor eléctrico es un elemento fundamental, ya que remplaza por completo al motor de combustión interna. Hace el trabajo de girar la polea del compresor. Este se encontraba en perfecto estado de operación.

Llegamos a la conclusión que los componentes del sistema A/C que se encontraban instalados en el banco de prueba solo nos servía los siguientes componentes:

Motor eléctrico

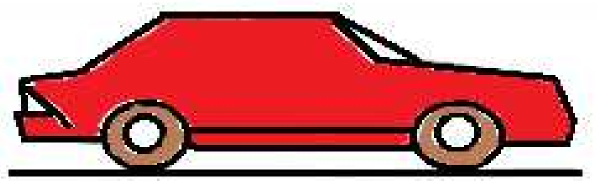
Compresor

Los demás componentes debíamos adquirirlos completamente nuevos.

Una vez realizado las pruebas correspondientes a los componentes que conforman el sistema A/C, tanto del vehiculó como del banco didáctico, se procedió a realizar los siguientes cálculos para su elaboración para poder trabajar acorde a lo requerido por el proyecto en sus diversas formas, las cuales detallaremos a continuación.

3.9.- CÁLCULOS DE ESFUERZOS

Peso del vehículo completo aproximadamente: **7357.5 N**.



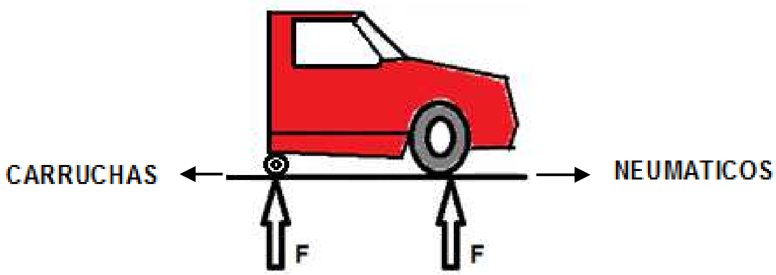
En este caso la carga que debe soportar los 4 soportes seria.

Peso del habitáculo (mitad del vehículo): **3678.75 N**

La carga se divide para los 4 soportes. En este caso las 2 llantas delanteras y dos carruchas

Agregamos un **10%** de peso adicional, por los componentes instalados del sistema A/C y calefacción en el habitáculo.

Dejando el peso total de la mitad del vehículo en: **4046.625 N**



- Carga para soporte ⟶ $F = \dfrac{4046.625N}{4} = 1011.66N$

DATOS TÉCNICOS DE LAS CARRUCHAS

Diámetro exterior	21 cm
Diámetro interior	12 cm
Base platina	(13*10)cm
Carga/soporte	2469.6 N
Altura total	13 cm

FIG-2.7 CARRUCHA

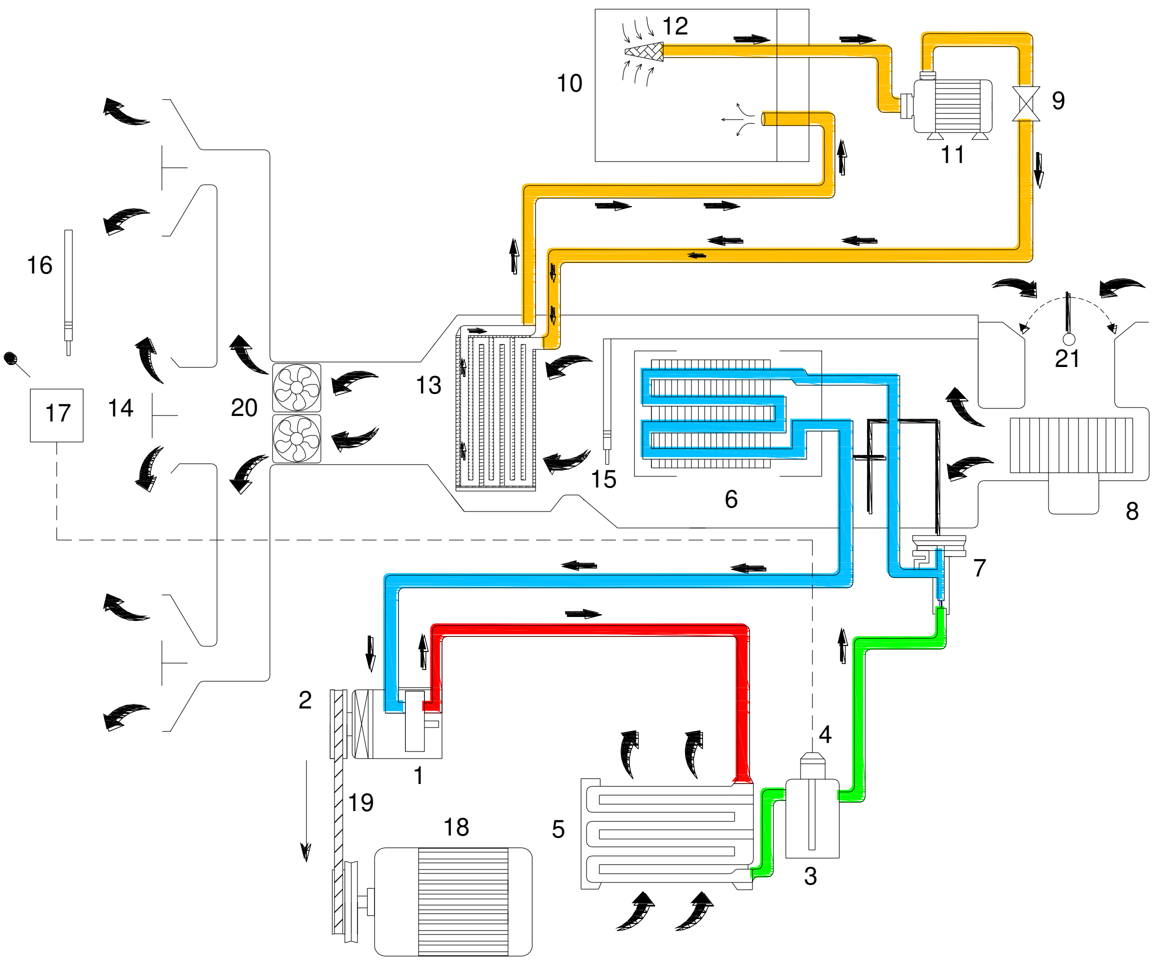
- Las carruchas soportan esfuerzos de 2469.6 N, para nuestro propósito ellas cumplen con lo requerido.

CAPITULO 4

INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES DE A/C

4.1.- ESQUEMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE AIRE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y CALEFACCIÓN DEL HABITÁCULO.

1-Compresor	8-Motor soplador	15-Termostato del evaporador
2-Embrague magnetico	9-Valvula de paso	16-Termostato de la cabina
3-Receptor/Secador	10-Reservorio de agua caliente	17-Control electrico
4-Interruptor de presion dual	11-Bomba de agua	18-Motor trifasico
5-Condensador	12-Valvula cheque	19-Banda
6-Conjunto Evaporador	13-Calefactor	20-Ventiladores
7-Valvula de expansion	14-Ductos de aire	21-Compuerta de intercambio de aire



	Refrigerante a baja presion - baja temperatura
	Refrigerante a alta presion - alta temperatura
	Refrigerante liquido a alta presion

4.2.- PREPARACIÓN DEL HABITÁCULO ANTES DE LA INSTALACIÓN DE LOS COMPONENTES A/C.

Una vez obtenidos los resultados, se procedió a la reconstrucción y adaptación del habitáculo, para ello se realizo el corte del vehiculó procediendo a realizar diversos procesos para su elaboración.

FIG-4.1 ESTADO INICIAL DEL VEHÍCULO

FIG-4.2 CORTE DE LA CABINA

FIG-4.3 REMOCIÓN DE PINTURA ORIGINAL

FIG-4.4 PREPARACIÓN PARA FONDEAR

FIG-4.5 SECADO DEL ACABADO

FIG-4.6 HABITÁCULO TERMINADO

FIG-4.7 HABITÁCULO UBICADO EN TALLER DE REFRIGERACIÓN

4.3.- PREPARACIÓN ANTES DE LA INSTALACIÓN.

Cuando desembale el juego de piezas en el orden en que deban ser instaladas en ese momento, compruebe que todas las piezas estén en buen estado y que no falte ninguna

4.4.- PRECAUCIÓN PARA LA INSTALACIÓN

- Los componentes de acondicionamiento de aire instalados en el proyecto deben apretarse al par especificados empleando los pernos suministrados en el juego.(ver valores en anexo 6).
- Cuando se instalen las conducciones y el cableado preformado del acondicionamiento de aire, deben encaminarse correctamente para que no interfieran con las partes periféricas
- Las piezas de sujeción de las conducciones deben apretarse o aflojarse utilizando dos llaves, de forma que estén sujetas en forma uniforme mientras se aprieta o se afloja
- Las tuercas de orejetas deben apretarse al par especificado. (Anexo 6).
- Hasta que sea posible conectar todos los componentes en su posición correspondiente, no se deben retirar los tapones ciegos de las porciones de acoplamiento. Esto es para evitar la humedad del aire y la entrada de polvo.
- Cuando manipule el refrigerante HFC-134ª (R-134a), es necesario usar gafas de seguridad y evitar que toque la piel.

Nota:

Saque con cuidado los tapones del compresor permitiendo que el refrigerante salga lentamente. Esto es necesario para evitar la corrosión de sus sellos, el compresor se envía de fábrica con una ligera carga de refrigerante.

4.5.- INSTALACIÓN DEL SISTEMA

Una vez terminado el habitáculo procedimos con la instalación del sistema de aire acondicionado. No sin antes realizar las pruebas en los componentes del sistema de A/C antes de su instalación en el habitáculo.

1) Comprobamos si el evaporador y condensador no presentan fugas en su superficie. Para esta comprobación los sumergimos bajo agua e introduciéndole nitrógeno seco a una presión de 80 psi (5.5 bar) y observamos si hay fuga.

FIG-4.8 PRUEBA DE FUGAS EN EL CONDENSADOR

FIG-4.9 PRUEBA DE FUGAS EN EL EVAPORADOR

2) Procedemos a colocar una estructura en el habitáculo para sostener el motor eléctrico, compresor, y la botella deshidratadora

FIG-4.10 INSTALACIÓN DE BASE MOTOR Y COMPRESOR

FIG-4.11 SOLDADO DE BASE MOTOR Y COMPRESOR

3) Colocamos el compresor en la parte central de la estructura metálica del vehículo.

FIG-4.12 CHEQUEO DEL COMPRESOR

FIG-4.13 UBICACIÓN DEL COMPRESOR

4) Procedemos a instalar el motor eléctrico de tal forma que la polea del motor eléctrico este alineada, en el mismo plano referencial con la polea del compresor.

FIG-4.14 UBICACIÓN DE MOTOR

5) Se procedió a colocar la banda entre una de las ranuras de las poleas tanto del compresor como del motor eléctrico.

FIG-4.15 COLOCACIÓN DE BANDA

6) Colocamos la Botella deshidratadora

FIG-4.16 INSTALACIÓN DE BOTELLA SECANTE

7) Procedemos a colocar el condensador con sus electro-ventiladors en la parte delantera del habitáculo.

FIG-4.16 INSTALACIÓN DE LOS ELECTROVENTILADORES

8) Colocamos el evaporador con sus termostatos y también el calefactor.

FIG-4.18 UBICACIÓN DEL CAPARAZÓN

9) Instalamos el soplador (ventilador) y los conductos en donde va a circular el aire frio o caliente.

FIG.-4.19 TURBINA

Lugar donde
Se acopla el soplador

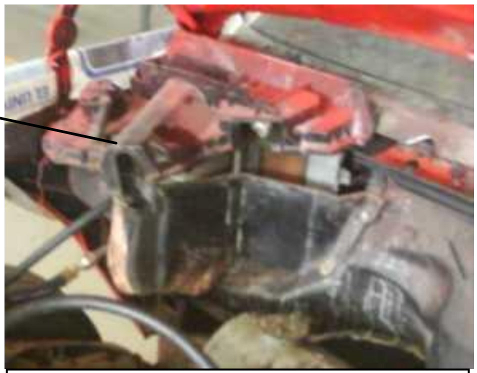


FIG-4.20 COLOCACION DE LA TAPA DEL CAPARAZON

10) Colocamos otra estructura, para proceder a instalar el reservorio de agua con su respectiva tapa para el sistema de calefacción.

SOLDANDO ESTRUCTURA

FIG-4.22 PINTADO DE RESERVORIO

11) Colocamos sujetas a la tapa del reservorio de agua las resistencias y el termostato.

FIG-4.23 INSTALACION DE RESISTENCIAS

FIG-4.24 UBICACIÓN DE LA TAPA RESERVORIO

FIG-4.25 INSTALACION DE TERMOSTATO

12) Procedemos a la instalación de la bomba de agua, para el sistema de calefacción, con sus respectivas mangueras, tubería, llave de paso, y válvula check (de canastilla)

FIG-4.26 CONEXIONES DE LA BOMBA

FIG-4.27 ACOPLAMIENTO DE BOMBA

13) Instalamos las mangueras de aire acondicionado.

FIG-4.28 REVISION DE MANGUERAS

FIG-4.29 INSTALACION DE MANGUERA EN BOTELLA

FIG-4.30 INSTALACIONES DE MANGUERAS A EVAPORADOR

14) Luego procedemos a realizar comprobaciones.

- Colocamos los manómetros
- Introducimos nitrógeno, a una presión de 120 psi (8.37 bar), para comprobar fugas en el sistema A/C.

FIG-4.31 INSTALACIÓN DE NANÓMETROS

FIG-4.32 PRUEBAS CON NITRÓGENO

NOTA:

- Con los manómetros verificamos si la presión se mantiene constante durante 1 hora aproximadamente, como se mantuvo la presión, procedemos a la siguiente prueba.

- Se procedió hacer vacio con la bomba de vacio durante 20 minutos y dejamos los manómetros cerrados para ver si no se pierde el vacio.

15) Se reconstruyo el panel de control del A/C y CALEFACCIÓN, en el interior del habitáculo.

FIG-4.33 RECONSTRUCCIÓN DE PANEL DE CONTROL

FIG-4.34 UBICACIÓN DEL PANEL DE CONTROL

FIG-4.35 VISTA DEL PANEL DE CONTROL RECONSTRUIDO

16) Para reducir la entrada de calor al habitáculo procedimos a colocar una capa de lana de vidrio en todo el piso del habitáculo, posteriormente realizamos el tapizado y colocación del asiento con el cual se daba por acabado la reconstrucción en el interior de la cabina.

.Aislamiento térmico.

Los aislantes térmicos son materiales especialmente diseñados para reducir el flujo de calor limitando la conducción, convección o ambos.

Lana de vidrio

La línea de producto que se utilizo es el trasdosado con una hoja de aluminio reforzado con una cara para que actué de resistencia mecánica, como barrera de vapor y como material refractivo.

FIG-4.36 LANA DE VIDRIO

Otro material utilizado para ayudar al hermetizado fue la utilización de película anti solar en el parabrisas y vidrios de las ventanas laterales del vehículo, con el fin de que la radiación solar reduzca su acción en el interior del habitáculo.

17) Procedemos hacer las instalaciones eléctricas del sistema de aire acondicionado y calefacción, usando todos los componentes eléctricos descritos a continuación.

➢	Botella deshidratante
➢	Presostato
➢	Termostato del Calentador
➢	Termostatos del evaporador
➢	Termostato de la cabina
➢	Electroventilador del evaporador 12V-DC/80W/8A
➢	Electroventilador 1 del condensador 12V-DC/80W/8A
➢	Electroventilador 2 del condensador 12V-DC/80W/8A
➢	Compresor 12V-DC
➢	Interruptor del A/C

➢	Interruptor de Calefacción
➢	Control de velocidad electro ventilador evaporador
➢	Bomba de Agua 120V-AC
➢	Resistencia 1 calentadora de agua 120V-AC/22A
➢	Resistencia 2 calentadora de agua 120V-AC/22A
➢	Luz indicadora piloto A/C
➢	Luz indicadora piloto calefacción
➢	Luz indicadora piloto del electro ventilador del evaporador
➢	Relay 1- 12V/30A
➢	Relay 2- 12V/30A
➢	Relay 3- 12V/30A
➢	Relay 4- 12V/30A
➢	Relay 5- 12V/30A
➢	Relay 6- 12V/70A
➢	Caja de fusibles
➢	Batería Fuente generadora 12V-DC

FIG-4.36 REVISIÓN DEL CONTACTOR

FIG-4.37 INSTALACIÓN DEL CONTACTOR ELÉCTRICO

4.6 - RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

Estas son algunas recomendaciones que debemos tener en cuenta al momento de realizar una inspección general del sistema A/C:

- Inspeccionar la correa del compresor. Esta no debe presentar grietas, cortes, ni deterioro.

- Inspeccionar las mangueras y las tuberías de la línea de alta y asegúrese de que no presenten perforaciones.

- Verificar que no haya signos de fuga en el sello del compresor.

- Inspeccione y limpie el condensador. Para esto deberá retirar la rejilla frontal o revisar con una linterna entre las aletas. La suciedad que se acumula en este espacio, puede aumentar las altas presiones, recalentando el motor y afectando rendimiento del sistema de aire acondicionado.

- Chequear que los ventiladores estén funcionando de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

- Si el sistema tiene una válvula de control de calor, verifique que esté funcionando correctamente.

- Si el vehículo tiene filtro de aire en la cabina, verifique si es necesario reemplazarlo.

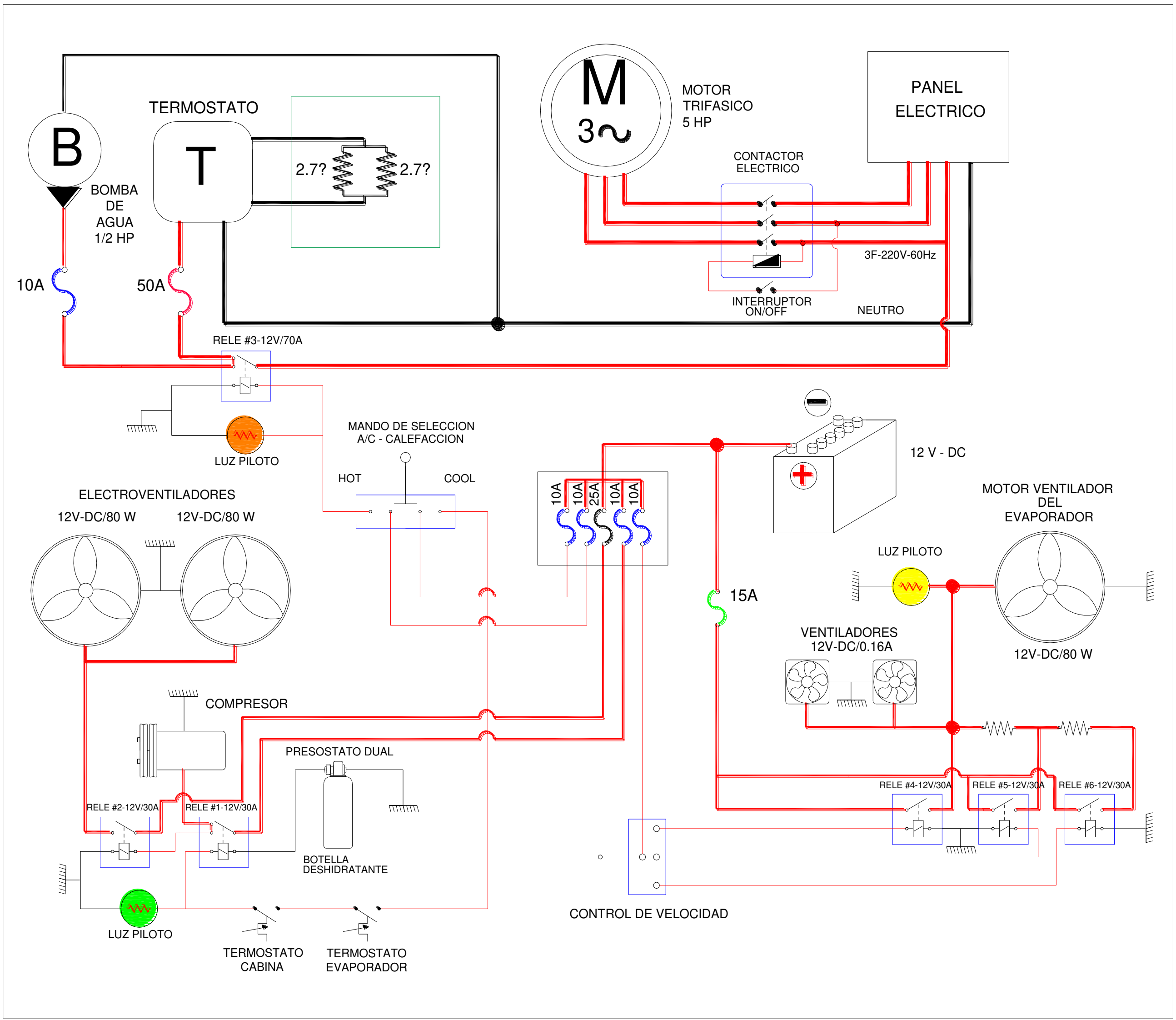
- Chequear que el switch para pasar de aire frio a caliente, funcione bien para ambos lados.

- Verificar que ambas entradas de servicio del sistema A/C estén en perfecto estado (válvulas de alta y baja). Estas son importantes para sellar el sistema y evitar fugas de refrigerante.

- Realizar una prueba de funcionamiento del A/C, utilizando los manómetros para verificar las presiones, el termómetro para determinar la temperatura ideal de enfriamiento de acuerdo con las escalas de presiones y temperaturas, y las demás herramientas de servicio. Chequee los ruidos inusuales en las partes, roces, malos olores, etc.

- Una carga apropiada de gas refrigerante así como el proceso para determinar dicha cantidad (por medio de los manómetros) es importante tanto para el buen funcionamiento del compresor y del sistema en general, como para el confort de los ocupantes al interior del vehículo.

4.7.- CABLEADO ELÉCTRICO



17) Se procedió a tapizar el interior del habitáculo y por ende a la colocación de la película en los vidrios de las puertas y parabrisas del habitáculo.

FIG-4.38 UBICACIÓN DEL TERMÓMETRO EN CABINA

FIG-4.39 VISTA DEL TABLERO EN INTERIOR DE LA CABINA

FIG-4**.40 VISTA LATERAL DEL INTERIOR DE LA CABINA**

FIG-4.41 VISTA FRONTAL DE LA CABINA

CAPITULO 5

PRESUPUESTO

5.1.-LISTA DE PARTES A SUSTITUIR EN NUESTRO PROYECTO

	Accesorio	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS
➢	Botella deshidratadora	1	De construcción y forma muy diversas. Normalmente de tubo de acero sin soldaduras con una tapa superior y otra inferior. Embutidos en acero, extorsionado de aluminio..etc.
➢	Evaporador	1	Evaporador de flujo paralelo, construido con finas placas embutidas soldadas al horno por el sistema de inducción conjuntamente con los tubos de entrada y salida.
➢	Electro ventiladores	3	12V-70W
➢	Mangueras A/C	3 m	A/C de alta y baja presión
➢	Mangueras-CALEFACCIÓN	2 m	CALEFACCIÓN
➢	Válvula de expansión	1	Elemento termostático soldado con laser de acero inoxidable, mayor duración dl diafragma gran resistencia a la corrosión
➢	Presostato	1	Es un interruptor que actúa sobre la parada o puesta en marcha del compresor. Corte por sobre presión : unos 27 bar Corte por presión excesivamente baja: 2 bar
➢	Termómetros	1	0-100 grados
➢	Cables eléctricos	6 m	# 10
	Cables eléctricos	6 m	# 12
	Cables eléctricos	8 m	# 14

➢	Relé	1	12V – 70A
➢	Relé	5	12V – 30A
➢	Fusibles	5	10 A
➢	Fusibles	2	15 A
➢	Fusibles	1	25 A
➢	Termostato	2	0-16 grados

5.2 GASTOS EN REPUESTOS Y SERVICIOS.

DETALLE DE GASTOS EN REPUESTOS.

Todos los valores están representados en dólares.

DESCRIPCIÓN	COSTOS	UNIDADES	COST/TOTAL
electro ventilador	$30	2	$60**,00**
Válvula de expansión	$25	1	$25,00
Presostato	$10	1	$10,00
termostato	$15	2	$30,00
termómetro	$20	1	$20,00
Botella deshidratadora	$10	1	$10,00
mangueras	$10	6	$60,00
Cables eléctricos	$1	20m	$20,00
Parabrisas(protección)	$2	3m	$6,00
Puertos de manómetros	$2	10	$20,00
pintura	$20/galón	2 galón	$40,00
diluyente	$5/ galón	2 galón	$10,00
masilla	$15/ galón	3 galón	$45,00
Tapizado auto	$75	-	$75,00

Tapizado asiento	$30	-	$30,00
biseles	$20	2	$40,00
Tapizado puertas	$25	2	$50,00
Tapizado interior (habitáculo)	$60	1	$60,00
Tablero control	$100	1	$100,00
otros	$400		$400,00
total			**$1111,00**

DETALLE DE MANO DE OBRA

Detalle de mano de obra			Valor
Enderezada y reparación de la cabina			
sellado de la cabina			
Masillado y lijado de la cabina			
Pintado y pulido de la cabina			
total			**$350,00**

GASTOS GENERALES DEL PROYECTO

Total repuesto	$**1111,00**
Detalle de mano de obra	$350**,00**
Tota general	$**1461,00**

5.3.- FINANCIAMIENTO

Los gastos del proyecto fueron financiados en partes iguales por los participantes, al ser tres cada uno cubrió con la tercera parte del costo total del mismo.

5.4.- COMPRA DE REPUESTOS

La compra de repuestos para el proyecto “Construcción de un habitáculo para aire acondicionado automotriz”, las realizaron los estudiantes que participamos en este proyecto, organizándonos adecuadamente para la respectiva compra de repuestos.

CAPITULO 6

EVACUACIÓN Y CARGA EN EL SISTEMA DE A/C

6.1 - PRUEBA PARA LA DETECCIÓN DE FUGAS EN EL SISTEMA DEL REFRIGERANTE.

Siempre que se sospeche que hay fugas de refrigerante en el sistema A/C,o siempre que se realicen operaciones de servicio que puedan alterar las tuberías o las conexiones, se recomienda que se lleve a cabo una prueba de detección de fugas. Cuando se realice la prueba de detección de fuga de refrigerante es necesario guiarse, por el sentido común, ya que la necesidad e intensidad de dicha prueba dependerá en general de las quejas del conductor y del tipo de servicio realizado en el sistema.

Detectores de fugas de líquido.

Existen ciertos números de conexiones y puntos del sistema de acondicionamiento A/C, donde se puede utilizar una disolución detectora de fugas de líquido, para de esa manera identificar los puntos de fuga del refrigerante.

También es aplicable colocar en un recipiente agua con detergente, y con un trocito de algodón empapado con agua con detergente, lo pasamos sobre la zona en cuestión (posibles fugas), y en cuestión de segundos se forman burbujas en los puntos de fuga.

6.2 - EVACUACIÓN (VACIO) DEL SISTEMA.

1. Siempre que se abra el sistema de A/C, (se exponga el aire a la atmosfera, es necesario evacuarlo utilizando una bomba de vacío, el sistema A/C debe conectarse a un juego de medidores múltiples (manómetros) y ser evacuados aproximadamente 15 segundos.

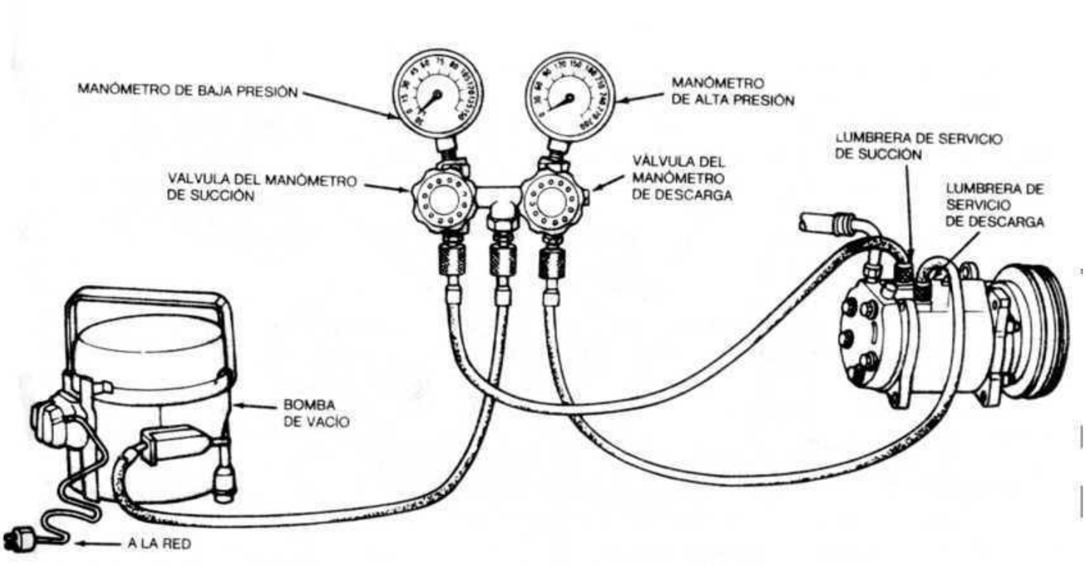
   Nota: No evacue antes de recuperar el refrigerante del sistema

2. Conecte las mangueras de carga de alta presión y de carga de baja presión del juego de medidores múltiples de la forma siguiente.

- **Manguera de carga de alta presión** ⟹ Manguera de suministro del compresor.

- **Manguera de carga de baja presión** ⟹ Manguera de succión del compresor.

Conexiones de los manómetros y de la bomba de vacío para evacuar el interior de un sistema.



3. Conecte la manguera de carga central del juego de medidores múltiples a la bomba de vacío.

4. Se precede hacer funcionar la bomba de vacío, y a continuación, abrimos la válvula de lado de baja presión del juego de medidores múltiples.

   Si no hay bloqueos en el sistema, aparecerá una indicación en el manómetro de alta presión.

   Cuando esto ocurra abra la válvula de alta presión del juego de medidores múltiples.

5. Aproximadamente 10 minutos más tardes, el manómetro de baja presión debería indicar un vacio por debajo de 760 mm de H, siempre y cuando no existan fugas.

Nota: Si el sistema no indica un vacio por debajo de los 760 mm de Hg, cierre ambas válvulas, pare la bomba de vacío y observe el movimiento del manómetro de baja presión.

- Un aumento en la lectura del manómetro sugiere la existencia de fugas. En este caso repare el sistema antes de continuar con la evacuación.

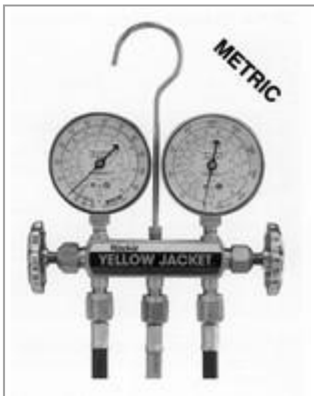
- Si el manómetro indica una lectura estable (sugiriendo la inexistencia de fugas), continúe con la evacuación.

6. Se debe realizar la evacuación durante 15 minutos aproximadamente.

7. Continúe con la evacuación hasta que el manómetro de baja presión indique un vacio menor que 760 mm Hg, y después cierre las válvulas.

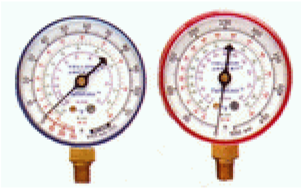
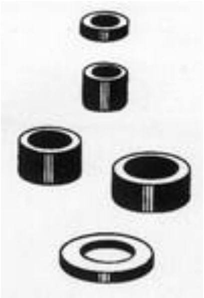
8. Pare la bomba de vacío, desconecte la manguera central de la entrada de la bomba. Ahora el sistema está listo para la carga del refrigerante.

6.3 - ACCESORIOS PARA CARGA DE REFRIGERANTE



Árboles de Carga.
Modelos para

- R134a, R404A, R507

	Manómetros • Alta • Baja
	Bombas de Vacío • Bombas de dos etapas • 4 pies cúbicos por minuto • Motor de 1/3 HP. • Vacío nominal de 50 micrones.
	Botella de nitrógeno seco • Ideal para prueba de fugas en el sistema.
 	Mangueras y Empaquetaduras. • Mangueras de 90 y 120 cm. • Set de empaquetaduras de mangueras para árboles de carga.

6.4 - CARGA DEL SISTEMA CON REFRIGERANTE

El sistema de acondicionamiento de aire contiene refrigerante HFC-134a (R-134a).

Antes de proceder con la carga de refrigerante se debe tener en cuenta los siguientes advertencias de seguridad.

- No se debe poner los ojos en el refrigerante, cualquier liquido refrigerante, que se escape accidentalmente puede causar graves lesiones.

  Para proteger los ojos de esta clase de accidentes, es necesario llevar siempre gafas de seguridad. Si el refrigerante R – 134a, toca sus ojos consulte inmediatamente a un medico.

- No se debe manipular refrigerante cerca de donde estén realizando soldaduras o limpiezas con vapor.

- Se debe conservar el refrigerante en un lugar frio y oscuro. Nunca se deben almacenar en lugares donde la temperatura es elevada por ejemplo expuesto a la luz del sol

- Evite respirar los vapores producidos cuando se quema el r – 134a, estos vapores pueden ser perjudicial para la salud.

Precauciones.

- Cargue siempre a través del lado de baja presión del sistema A/C
- Nunca cargue a través del lado de alta presión del sistema A/C.
- No efectué la carga mientras el compresor este caliente

- Siempre se debe utilizar manómetros, antes durante el proceso de carga.
- De debe vaciar completamente el recipiente de refrigerante antes de descartarlo.

6.5 - PROCEDIMIENTO DE CARGA

Este proceso sirve para cargar refrigerante sea en estado gaseoso o en estado liquido

La forma líquida (contenedor invertido) es más rápida pero se necesita conocer la cantidad exacta de refrigerante a cargar, para lo cual se utilizara una balanza para pesarlo. No utilizamos este método de carga.

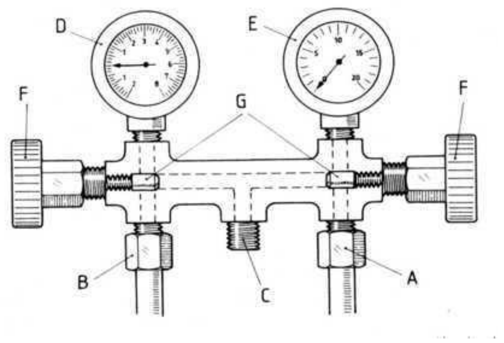
En estado gaseoso

Se puede cargar refrigerante en estado gaseoso por el lado de baja presión y con la botella en su posición habitual (es más lenta pero apropiada la primera vez que se carga un sistema nuevo en el que se desconoce la cantidad de refrigerante que debe ingresar).

1. Procedemos a colocar el juego de medidores múltiples (manómetros), en su posición. Abra la válvula del recipiente del refrigerante para purgar la condición de carga, por ultimo abra la válvula de lado de baja presión.

2. Comprobar que la válvula de lado alta presión este firmemente cerrada.

A. Conexión de lata presión
B. Conexión de baja presión
C. Conexión para la bomba de vació o el cilindro de carga.
D. Manómetro de baja presión.
E. Manómetro de alta presión.
F. Llave de paso.
G. Válvulas de paso de las llaves de cierre.



3. Por varios minutos se deja cargar, después encendemos en este caso el sistema A/C.

4. Cargue el sistema A/C con refrigerante en estado vapor. Durante este tiempo el recipiente del refrigerante se debe mantener vertical.

5. Después de cargar el sistema con la cantidad de refrigerante especificado (600 g, 21.0 oz), o cuando los manómetros de alta y baja presión hayan indicado el valor especificado respectivamente, cierre las válvulas de lado de baja presión del juego de medidores múltiples.

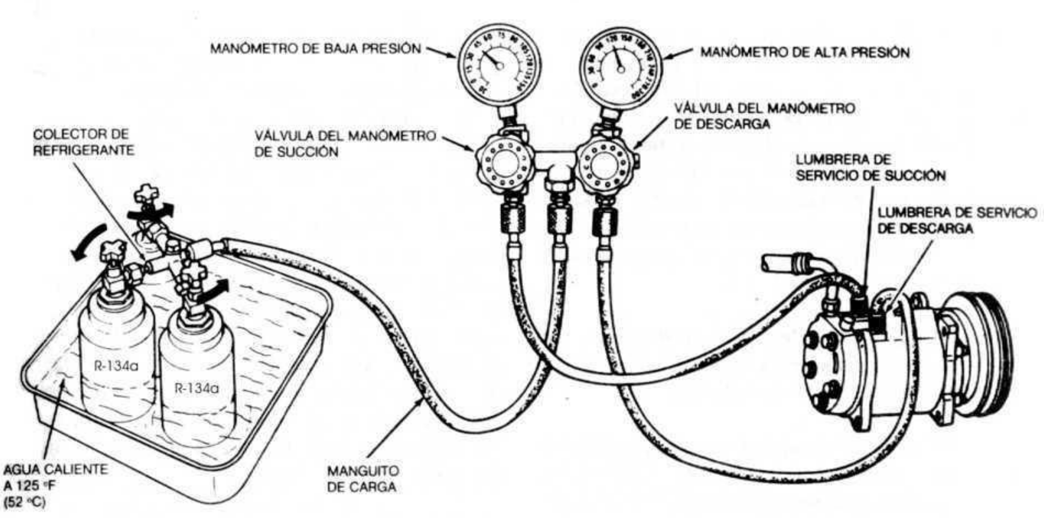
- Manómetro de baja presión cuando el sistema está cargado con la cantidad especificada.

Aproximadamente 245 kPa (2.5 kg/cm^2, 35.5 psi)

- Manómetro de alta presión cuando el sistema está cargado con la cantidad especificada.

Aproximadamente 1470kPa (215kg/cm^2, 213psi)

Conexión de los manómetros y latas de refrigerante para recargar el sistema por el lado de baja presión.



6.6 - DESMONTAJE DEL JUEGO DE MEDIDORES MÚLTIPLES

Cuando el sistema A/C ha sido cargado con la cantidad especificada de refrigerante, desmonte el juego de medidores múltiples de la siguiente manera

1. Cierre la válvula de lado de baja presión del juego de medidores múltiples (la válvula de alta presión siempre está cerrada durante el proceso de carga)

2. Cierre la válvula del recipiente del refrigerante.

3. Pare el motor

4. Utilice un trapo de taller, para sacar las mangueras de carga de las válvulas de servicio. Esta operación se debe ejecutar con rapidez.

ADVERTENCIA

El lado de alta presión esta por naturaleza, sometido a alta presión. Por ello es necesario que se proteja los ojos y la piel

5. Coloque las tapas en todas las válvulas de servicio.

6.7 - VERIFICACIÓN DEL SISTEMA

- Se procedió a realizar una inspección visual, parte por parte del sistema A/C con el objetivo de detectar alguna anomalía.

- Observamos que todos los componentes estén en perfecto estado de operación (Compresor, motor eléctrico, evaporador, etc) y que no haya problemas para su operación.

- Se procede a verificar que los termostatos estén graduados a una temperatura adecuada

- Termostato ubicado en el evaporador se regulo a una temperatura de 0 (cero) grados centígrados. Termostato ubicado en el habitáculo se regulo a una temperatura de 18 grados centígrados.

6.8 - AFINAMIENTO DEL SISTEMA

- Para el afinamiento del sistema A/CA se realizo algunos procesos como:
- Evaporador se congelaba debido a que el termostato se encontraba regulado a muy baja temperatura y permitía su congelación dando como problema la obturación del aire y el aire no llegaba al habitáculo con la cantidad suficiente y frio adecuado.
- La polea del motor eléctrico estaba muy salida entonces se le aflojo para luego ubicarla en el sitio que coincida con la polea del compresor y funcione de mejo manera.
- Sobre los ductos por donde se dirige el aire hacia el habitáculo se sistema no funcionaba como es debido.

6.9 - MEJORAMIENTO DEL SISTEMA Y ACCESORIOS

- Luego de tener encendido el sistema A/C por varios minutos nos dimos cuenta que el caudal de aire frio se trasmitía por las paredes del habitáculo a pesar de estar ya con su respectivo tapizado.
  Como sabemos el metal es trasmisor de la energía y el calor.
  El calor se mueve siempre desde el objeto más caliente hacia el más frio. El calor es una forma de energía; la temperatura es una medida para su intensidad. Cuando un cuerpo, por ejemplo, un objeto solido o un fluido, esta a una temperatura diferente de la de su entorno u otro cuerpo, la transferencia de energía térmica, también conocida como transferencia de calor o intercambio de calor, ocurre de tal

manera que el cuerpo y su entorno alcancen equilibrio térmico. La transferencia de calor siempre ocurre desde un cuerpo más caliente a uno más frio, como resultado de la segunda ley de la termodinámica. Cuando existe una diferencia de temperatura entre dos objetos en proximidad uno del otro, la transferencia de calor no puede ser detenida; solo puede hacerse más lenta.

Para realizar el vacio y carga de refrigerante en el sistema se siguieron todos los pasos y recomendaciones que se han mencionado anteriormente, siguiendo las instrucciones del tutor a cargo y observando cada detalle del proceso

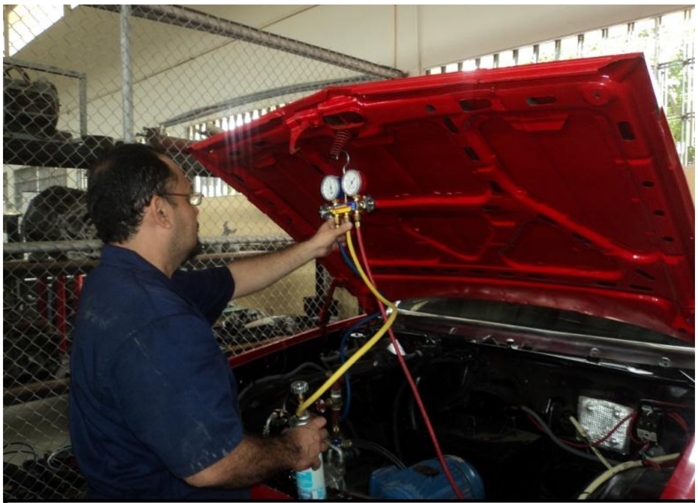


FIG 6.1 CARGA DE GAS REFRIGERANTE EN EL SISTEMA

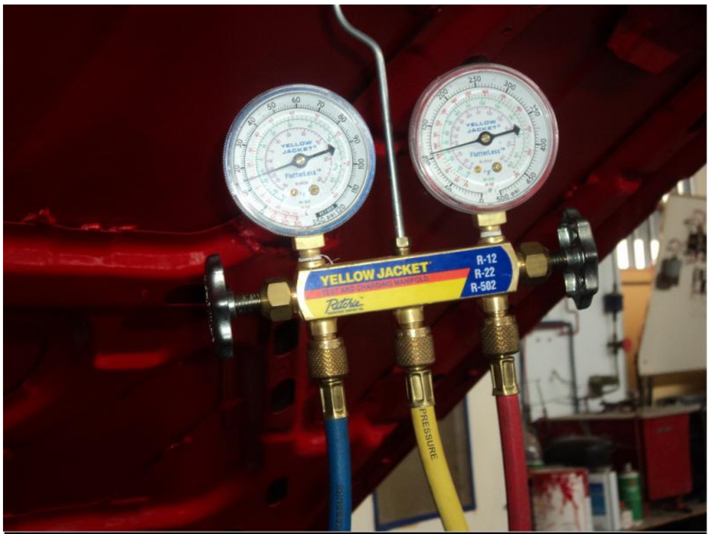


FIG 6.2 LECTURA DE LAS PRESIONES EN LOS MANOMETROS

CAPITULO 7

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RESULTADOS

7.1.-- PRUEBA DE RENDIMIENTO

Se procedió a instalar el conjunto de manómetro, luego hacemos funcionar el compresor a 1270 r.p.m. y fijando los mandos para máxima refrigeración y alta velocidad del motor ventilador centrifugo del evaporador.

Teniendo en cuenta de mantener todas las ventanas y puertas deberían estar cerradas. Luego procedemos a colocar un termómetro en la salida del aire frió. Luego comprobamos la presión que nos da el manómetro, (1373 – 1575 KPa), o (14 – 16 Kg/cm^2; 199 – 228 psi), en un caso que la lectura que nos dé, sea demasiado alta, es preferible colocar un ventilador auxiliar frente al vehículo para mejorar el enfriamiento en el condensador.

Posteriormente hay que comprobar que la lectura en el termómetro en la salida del aire por los difusores este en el rango de 8 a 12ºC y que el interior de la cabina alcance una temperatura entre 23 a 25ºC.

PRUEBA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LA MAÑANA								
ENFRIAMIENTO								
Tiempo (minut.)	Temperatura ambiente °C	Temperatura difusor °C	Temperatura Cabina °C	Presión Alta PSI	Presión Baja PSI	Intensidad (Amperio) del motor electrico	Potencia (HP) del motor electrico	RPM (compresor)
0	30	30	30,6	90	90	0	0	0
3	30	13,5	27	160	18	8,4	3,3	1270
6	30	11,6	24	180	20	8,4	3,3	1270
9	30	11,2	23	180	22	8,2	3,2	1270
12	30	11,3	22	190	21	8,4	3,3	1270
15	30	11,2	21,8	180	23	8,3	3,3	1270
18	30	11,4	22	160	35	8,4	3,3	1270
21	30	11,4	22	155	33	8,3	3,3	1270
24	30	10,1	22	160	30	8,4	3,3	1270
27	30	9,7	21	192	17	8,3	3,3	1270
30	30	10,3	22	195	20	8,4	3,3	1270
33	30	11,5	21	190	20	8,2	3,2	1270
36	30	11,1	22	190	20	8,4	3,3	1270
39	30	10,9	22	150	35	8,3	3,3	1270
42	30	11,1	22	160	30	8,4	3,3	1270
45	30	10,9	21	160	17	8,4	3,3	1270
48	30	11,1	22	185	21	8,2	3,2	1270
51	30	10,9	21,8	180	35	8,4	3,3	1270
54	30	11,2	19,6	190	30	8,3	3,3	1270
57	30	11,1	22	160	25	8,4	3,3	1270
60	30	10,9	21	160	17	8,2	3,2	1270

TABLA-7.1 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA PRUEBA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

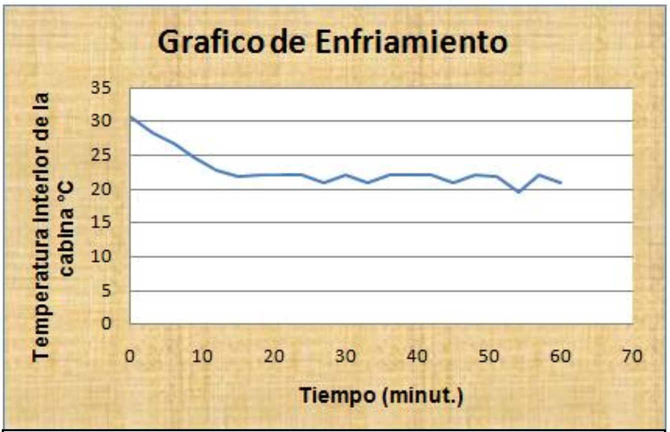


GRAFICO-7.1 CURVA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

PRUEBA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LA TARDE								
ENFRIAMIENTO								
Tiempo (minut.)	Temperatura ambiente °C	Temperatura difusor °C	Temperatura Cabina °C	Presión Alta PSI	Presión Baja PSI	Intensidad (Amperio) del motor electrico	Potencia (HP) del motor electrico	RPM (compresor)
0	32	39	33	115	110	0	0	0
2	32	20	32,8	185	21	8,4	3,30	1270
4	32	14	31,8	180	19	8,4	3,30	1270
6	32	14	29,8	180	17	8,2	3,22	1270
8	32	13	28,1	185	19	8,4	3,30	1270
10	32	13	26,7	180	17	8,3	3,26	1270
12	32	13	25,8	185	20	8,4	3,30	1270
14	32	12	25,2	185	18	8,3	3,26	1270
16	32	12	24,5	190	22	8,4	3,30	1270
18	32	11	23,7	190	18	8,3	3,26	1270
20	32	11,5	23	150	45	8,4	3,30	1270
22	32	12	22,5	190	20	8,2	3,22	1270
24	32	11	22,1	185	17	8,4	3,30	1270
26	32	12	21,6	150	40	8,3	3,26	1270
28	32	12	21,4	190	19	8,4	3,30	1270
30	32	11,5	21	185	17	8,4	3,30	1270
32	32	13	20,7	190	21	8,2	3,22	1270
34	32	12	20,5	190	19	8,4	3,30	1270
36	32	14	20,1	150	39	8,3	3,26	1270
38	32	12	20	190	20	8,4	3,30	1270
40	32	11	19,7	185	17	8,2	3,22	1270
42	32	13	19,5	149	38	8,4	3,30	1270
44	32	12	19,2	185	18	8,4	3,30	1270
46	32	12	18,1	185	16	8,2	3,22	1270
48	32	12	17,7	190	19	8,4	3,30	1270
50	32	13	18,6	184	17	8,3	3,26	1270
52	32	13	18,2	159	39	8,4	3,30	1270
54	32	12	17,8	185	17	8,3	3,26	1270
56	32	11	17,7	185	16	8,4	3,30	1270
58	32	12	18,3	149	39	8,3	3,26	1270
60	32	12	18,1	185	17	8,4	3,30	1270

TABLA-7.2 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA PRUEBA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

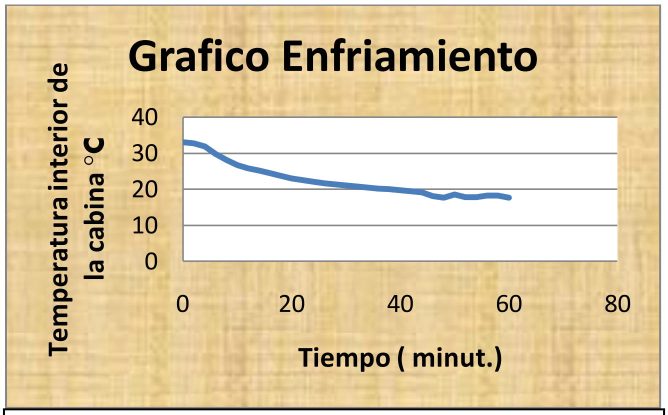


GRAFICO-7.2 CURVA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

PRUEBA DEL SISTEMA DE CALEFACCION POR LA MAÑANA					
CALEFACCION					
Tiempo (minutos)	Temperatura ambiente °C	Temperatura cabina °C	Intensidad (Amperio) Bomba de agua	Intensidad (Amperio) Resistencias	Temperatura (Agua) °C
0	26,4	26,1	0	0	25,8
3	26,4	32	4,5	44	48,2
6	26,4	37	5	0	50,2
9	26,4	39,3	4,5	0	52
12	26,4	40,3	5	0	52
15	26,4	40,8	5	0	50
18	26,4	40,6	5. A.	0	49
21	26,4	41,2	5	0	49
24	26,4	41	4,5	0	49
27	26,4	41,3	5	0	47
30	26,4	41,2	5	0	49
33	26,4	41,4	4	0	46
36	26,4	41,7	4,5	0	49
39	26,4	43	4,5	0	50
42	26,4	43,6	5	0	55
45	26,4	43,5	5	0	56
48	26,4	43,7	5	0	52
51	26,4	44	5	0	52
54	26,4	43,8	5	0	51
57	26,4	43,7	5	0	51
60	26,4	43,7	5	0	51

TABLA-7.3 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA PRUEBA CALEFACCIÓN

GRAFICO-7.3 CURVA DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

PRUEBA DEL SISTEMA DE CALEFACCION POR LA TARDE					
CALEFACCION					
Tiempo (minutos)	Temperatura ambiente °C	Temperatura cabina °C	Intensidad (Amperio) Bomba de agua	Intensidad (Amperio) Resistencias	Temperatura (Agua) °C
0	32	28	0	0	46
2	32	30	4,5	47,5	51
4	32	31,4	3,4	0	58
6	32	32,4	4,8	0	60
8	32	33,5	4,9	0	60
10	32	34,4	4,9	0	59
12	32	35,2	4,8	0	59
14	32	35,9	4,9	0	58
16	32	36,4	4,8	0	57
18	32	37,1	4,9	0	56
20	32	37,5	4,8	0	55
22	32	37,8	4,7	0	55
24	32	38,3	4,7	0	55
26	32	38,7	4,8	0	55
28	32	39,1	4,7	0	54
30	32	39,5	4,6	0	54
32	32	39,7	4,7	0	53
34	32	40	4,7	0	54
36	32	40,2	4,8	0	54
38	32	40,3	4,5	0	54
40	32	40,4	4,8	0	54
42	32	40,5	4,8	0	54
44	32	40,7	4,7	0	54
46	32	40,7	4,8	0	54
48	32	40,8	4,9	0	54
50	32	40,9	4,9	0	54
52	32	41	4,8	0	53
54	32	41	5,0	0	55
56	32	41,1	5,0	0	51
58	32	41,2	5,0	0	53
60	32	41,1	5,0	0	52

TABLA-7.4 DATOS OBTENIDOS DURANTE LA PRUEBA CALEFACCIÓN

GRAFICO-7.4 CURVA DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Nota: En las pruebas de calefacción el termostato fue regulado a 60° C

7.2.- CONSUMO DE CORRIENTE Y POTENCIA DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA.

FIG.-7.1 MOTOR ELÉCTRICO

Motor eléctrico (datos medidos del motor durante su funcionamiento en el sistema)

Consumo de Corriente = 8.9 A

Consumo de Potencia = $\sqrt{3} \times V \times I \times FP$ $\longrightarrow$ El FP se obtiene de la placa del motor eléctrico (FP=0.81).

Consumo de Potencia = $1.732 \times 207V \times 8.9A \times 0.81 = 2584.60W$

Consumo de Potencia = $2584.60W \dfrac{1HP}{746W} = 3.46HP$

Bomba de agua (datos medidos del motor durante su funcionamiento en el sistema de calefacción)

FIG.-7.2 BOMBA DE AGUA DE 1/2HP

Consumo de Corriente = 3.8 A

Potencia = $V \times I \times FP$

Potencia = $109V \times 3.8A \times 0.7 = 289.9W \dfrac{1HP}{746W} = 0.388HP$

Consumo de Potencia = $0.388HP$

Resistencias (datos medidos de las resistencias durante su funcionamiento en el sistema de calefacción)

Consumo de Corriente = *48.9 A*

Potencia = $V \times I$`

Potencia = $109V \times 48.9A = 5330.1W$

Consumo de Potencia = $5330.1W \dfrac{0.86Kcal/h}{1W} = 4583.8Kcal/h$

FIG.-7.3 RESISTENCIA CALENTADORAS DE AGUA

7.3.- PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE MANDO DEL SISTEMA A/C y CALEFACCIÓN

7.3.1.- Sistema en frio

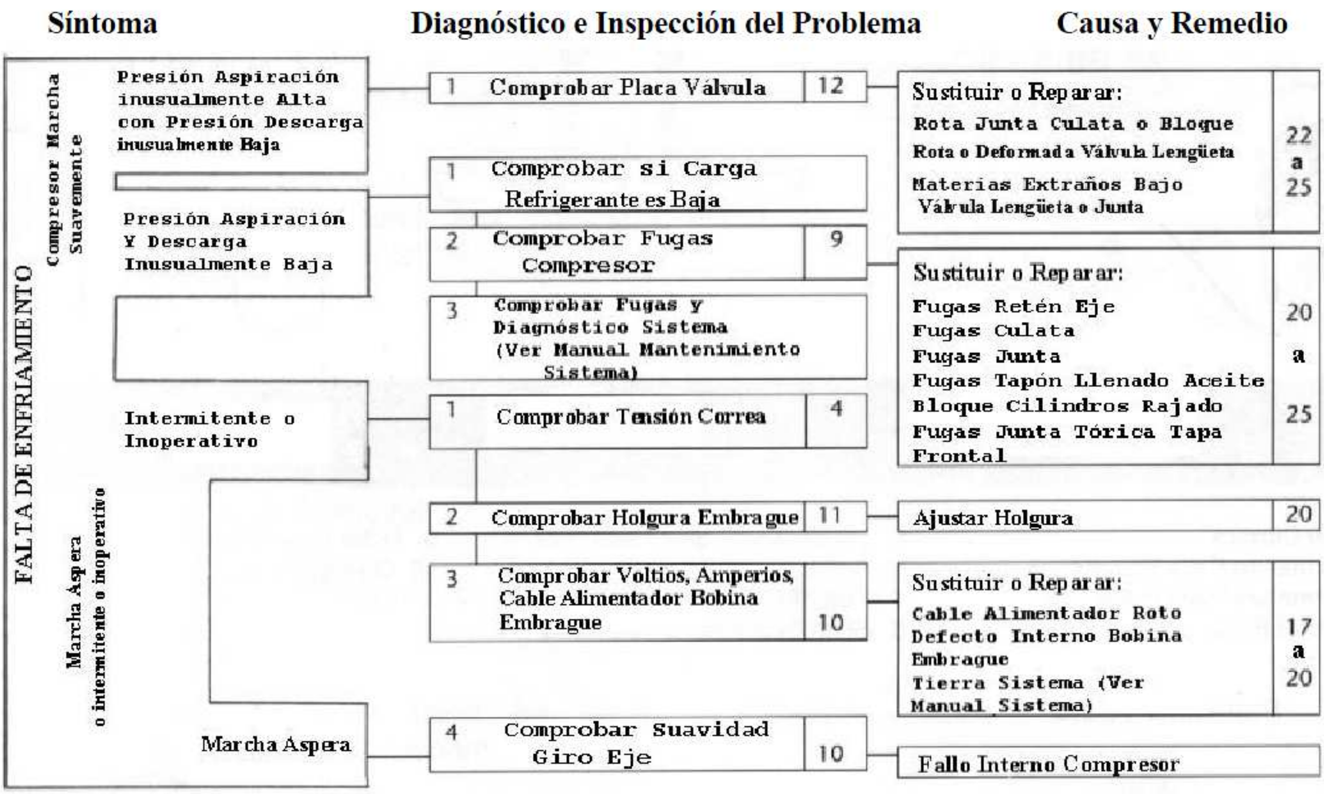
- Energizar el sistema desde panel eléctrico.
- Encender el motor eléctrico desde el control de mando
- Poner el contacto en posición frio, ubicando la palanca en posición hacia la derecha.
- Ubicar las persianas en posición abierta de las ventoleras para permitir el flujo de aire frio.
- Proceder a graduar la velocidad del ventilador, (1-2-3), de acuerdo a la necesidad de los ocupantes.

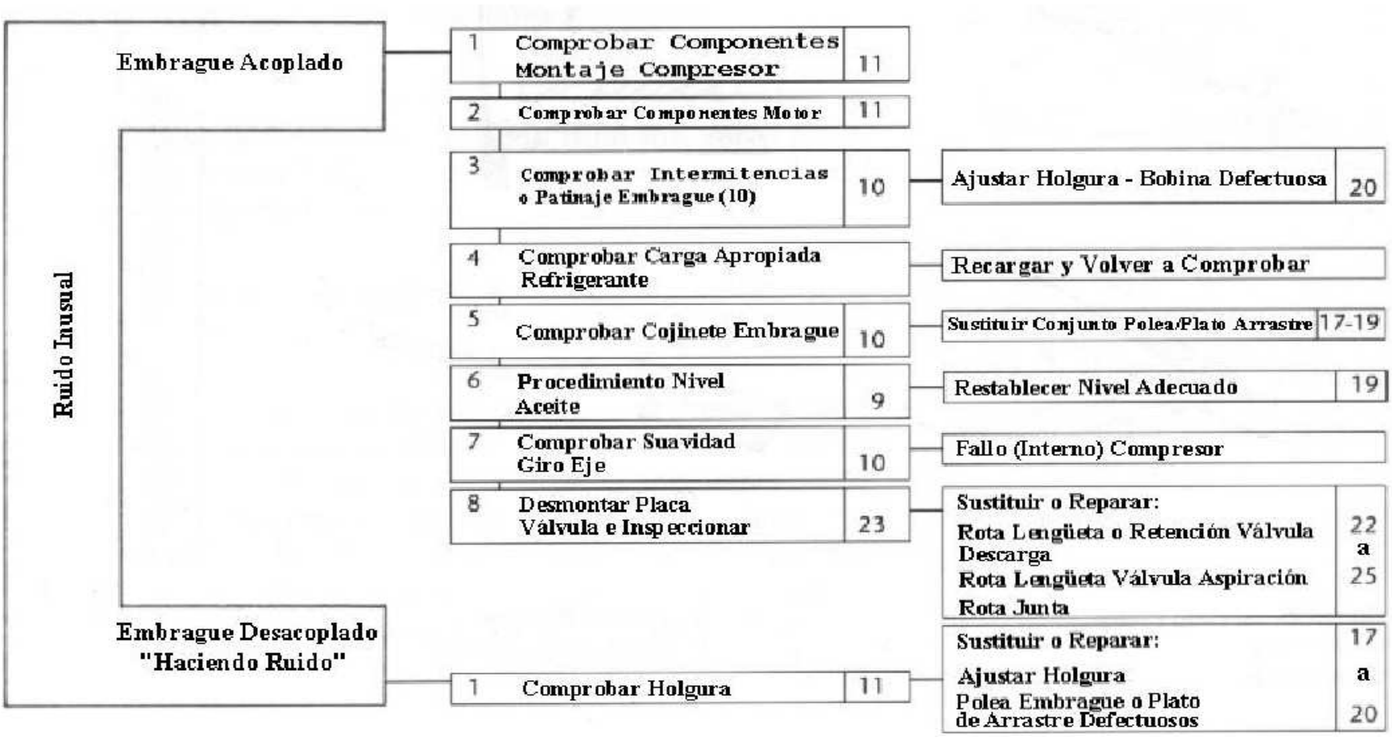
7.3.2.- Sistema en calefacción

- Energizar el sistema desde panel eléctrico.
- Poner el contacto en posición calefacción, ubicando la palanca en posición hacia la izquierda.
- Ubicar las persianas en posición abierta de las ventoleras para permitir el flujo de aire caliente.
- Proceder a graduar la velocidad del ventilador, (1-2-3), de acuerdo a la necesidad de los ocupantes.

Nota: mantener siempre hermetizado el habitáculo para evitar pérdidas de calor o frio dependiendo el caso.

7.4.- CUADRO DE LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS




Ruido Inusual
Embrague Acoplado
1 Comprobar Componentes Montaje Compresor 11
2 Comprobar Componentes Motor 11
3 Comprobar Intermitencias o Patinaje Embrague (10) 10
Ajustar Holgura - Bobina Defectuosa 20
4 Comprobar Carga Apropiada Refrigerante
Recargar y Volver a Comprobar
5 Comprobar Cojinete Embrague 10
Sustituir Conjunto Polea/Plato Arrastre 17-19
6 Procedimiento Nivel Aceite 9
Restablecer Nivel Adecuado 19
7 Comprobar Suavidad Giro Eje 10
Fallo (Interno) Compresor
8 Desmontar Placa Válvula e Inspeccionar 23
Sustituir o Reparar:
Rota Lengüeta o Retención Válvula Descarga
Rota Lengüeta Válvula Aspiración
Rota Junta
22 a 25
Embrague Desacoplado "Haciendo Ruido"
1 Comprobar Holgura 11
Sustituir o Reparar:
Ajustar Holgura
Polea Embrague o Plato de Arrastre Defectuosos
17 a 20

CAPITULO 8

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

8.1.- CONCLUSIÓN.

- En este proyecto (Construcción de un habitáculo para aire acondicionado automotriz), hemos aplicado los conocimientos adquiridos en las materias dictadas por el programa PROTMEC las cuales son:

1. Taller II (Electricidad Automotriz).
2. Diagramas eléctricos.
3. Procesos de manufactura
4. Climatización.

Con el fin de aplicar estos conocimientos adquiridos en nuestro proyecto para su correcto funcionamiento ya que su aplicación nos sirvió de mucho para nuestro aprendizaje.

- Nuestro objetivo del proyecto es la mejora del banco didáctico de A/C automotriz existente en el laboratorio de climatización del PROTMEC, con la instalación de un habitáculo o cabina donde se podrá apreciar la disminución de la temperatura con el sistema de A/C funcionando, así como también el aumento de la temperatura con el sistema de calefacción funcionando.

- Al tener un habitáculo podemos hacer que el aire a baja temperatura enfrié el interior de la cabina y con un termostato regular la temperatura del interior, este procedimiento no se podía realizar en el banco didáctico de A/C ya que no contaba con un habitáculo.

- Con un sistema de aire acondicionado y calefacción instalados en un habitáculo, se proporcionara a los estudiantes un banco de pruebas más apegado a la realidad, asimilando el interior de un vehículo con sistema A/C y calefacción.

- Con la elaboración de este proyecto los estudiantes podrán realizar prácticas de climatización y electricidad automotriz y por ende tendrán un mejor aprendizaje tanto en el área de climatización como en el área de electricidad.

8.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar un mantenimiento preventivo a los elementos que conforman el sistema de aire acondicionado para que se encuentre en óptimas condiciones de operación para que los estudiantes realicen sus prácticas sin inconvenientes.

- Evitar jugar con el control de mando, es decir, encender y apagar continuamente el sistema de A/C

- Es sumamente importante asegurarse que el sistema cuente con aceite. la falta de lubricación es la principal causa de falla de compresores.

- En un automóvil de verdad el uso de aire acondicionado aumenta un 20% el consumo de combustible por lo que se recomienda usarlo adecuadamente.

- Se podría mejorar el sistema de A/C de este proyecto si la gestión de control se diseñara con micro-controlador y se instalara la electrónica necesaria para su implementación, pues los vehículos modernos ya la implementan en los sistemas de aire acondicionado.

- Se recomendaría un variador de frecuencia para variar las revoluciones de rotación del motor eléctrico y simular de mejor forma un motor de combustión interna, para de esa manera hacer las practicas lo más real posible como si estuviéramos en un auto de verdad.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Steve Rendle "Sistema de aire acondicionado para automóviles" (año 2005), **Editorial**: Grupo **Editorial** CEAC Edición: 1.

- Eduardo Hernández Goríbar "Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración" (año 1984). Editorial Limusa.

- Luis Lesur "Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado" (año 2007) Editorial Trillas

- David Alonso Peláez "Técnicas del automóvil. sistemas de climatización" (año 2006), **Editorial**: PARANINFO

Páginas web consultadas

- http://www.refrigeracionaireacondicionado.com/mantenimiento/mantenimiento-aire-acondicionado-automotriz.html.
- http://www.autoclimas.com
- http://www.ingenierogildardo.com/articulo1.htm
- http://html.rincondelvago.com/circuito-de-aire-acondicionado.html

ANEXOS

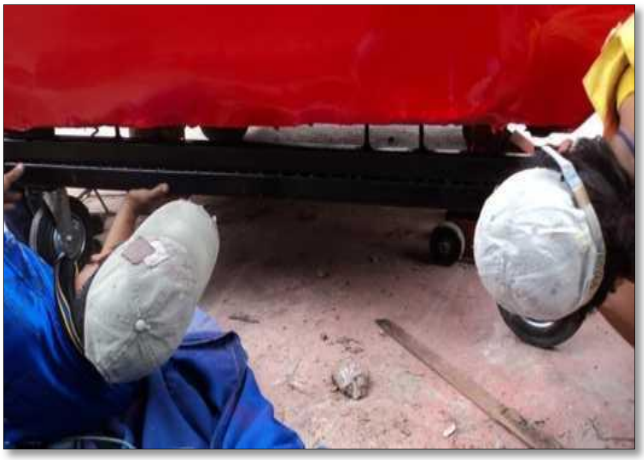
ANEXOS 1.- FOTOS DEL PROYECTO

1.1.- Limpieza, inspección y remoción del vehículo

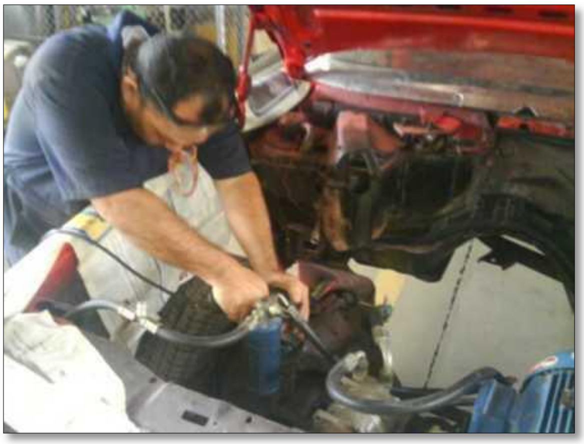
1.2.- Corte y remoción de pintura original del vehículo

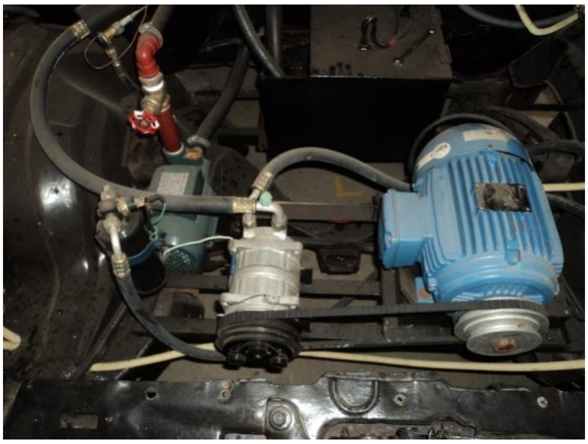
1.3.- Sellado y fondeado del vehículo

1.4.- Pintado y montaje de las carruchas en el habitáculo



1.5.- Instalaciones eléctricas y de los componentes del sistema a/c en el habitáculo.





ANEXOS # 2.- INFORMACIÓN TÉCNICA DEL COMPRESOR

2.1.- Modelos de compresores Marca SANDEN

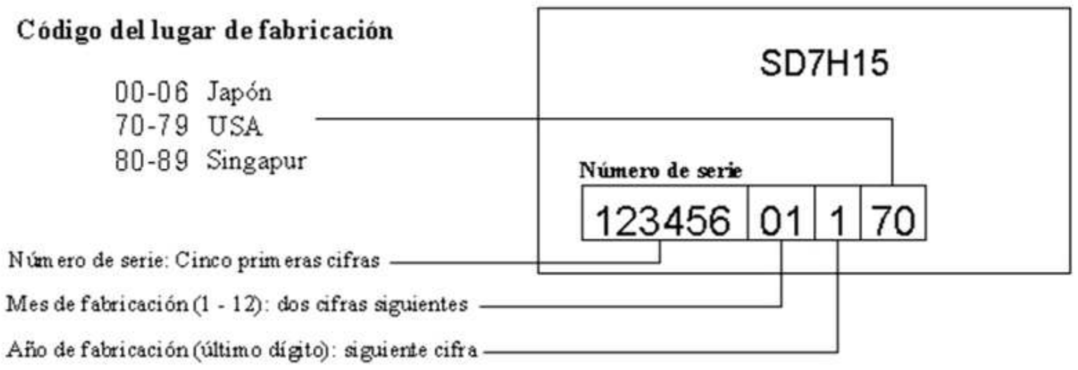
Conversiones de modelos		
TIPO	**R12**	**R 134a**
5 Cilindros	SD-505	SD7B10 / SD5H09
	SD-507	SD5H11
	SD-508	SD5H14
	SD-510	SD7H15HD y
		SD5H14HD
7 Cilindros	SDB-706	SD7B10
	SD-708	SD7H13
	SD-709	SD7H15
	SDB-709	SD7B15

2.2.- Tabla de Temperaturas y Presiones de Saturación

Temp.(°F)	Presión (psig)	Temp.(°F)	Presión (psig)	Temp.(°F)	Presión (psig)
-40	-7.2 in. Hg	25	22	105	135
-30	-4.8 in. Hg	30	26	110	147
-20	-1.7 in. Hg	40	35	115	159
-15	0	50	45	120	172
-10	2	60	57	130	200
-5	4	70	71	140	231
0	6	80	85	150	264
5	9	85	95	160	301
10	12	90	104	180	3
15	15	95	114	200	485
20	18	100	124	210	549

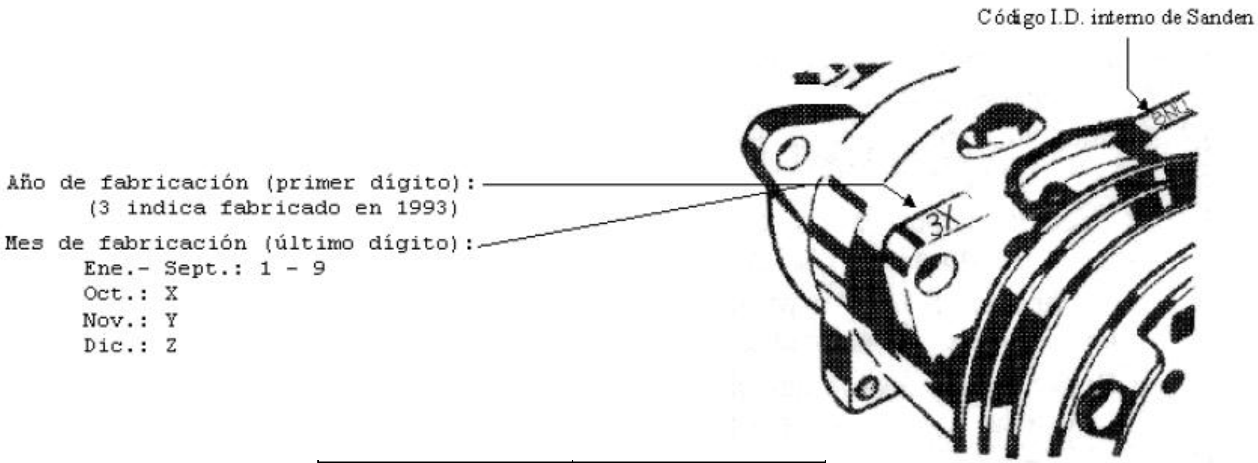
2.3.- Identificación de los compresores.

Etiqueta.



2.4.- Códigos de Fecha de Fabricación Estampados en el Compresor Sólo en los Fabricados en los EEUU.

Los códigos de fecha de fabricación van estampados sobre la oreja izquierda del compresor según se ve mirando el embrague, con el tapon o adaptador del aceite hacia arriba.



Canal	Tensión, lb (kgf)
A	121 ± 5 (55 ± 2)
B	132 ± 5 (60 ± 2)
C	132 ± 5 (60 ± 2)
M	132 ± 5 (60 ± 2)
PV4	132 ± 5 (60 ± 2)
PV6	198 ± 5 (90 ± 2)

(Tensión de la Poly V basada en 33 lb (15kgf), por canal).

2.5.- Velocidad de funcionamiento normal

Modelo	Tipo de Embrague	RPM máximas	
		Constante	Puntual
SD5H14	Std.	6,000	7,000
SD5H14	HD	4,000	6,000
SD7B10	All	6,000	7,000
SD7H13	All	6,000	8,000
SD7H15	Std.	6,000	8,000
SD7H15	HD	4,000	6,000
SD7H15	SHD	4,000	4,000

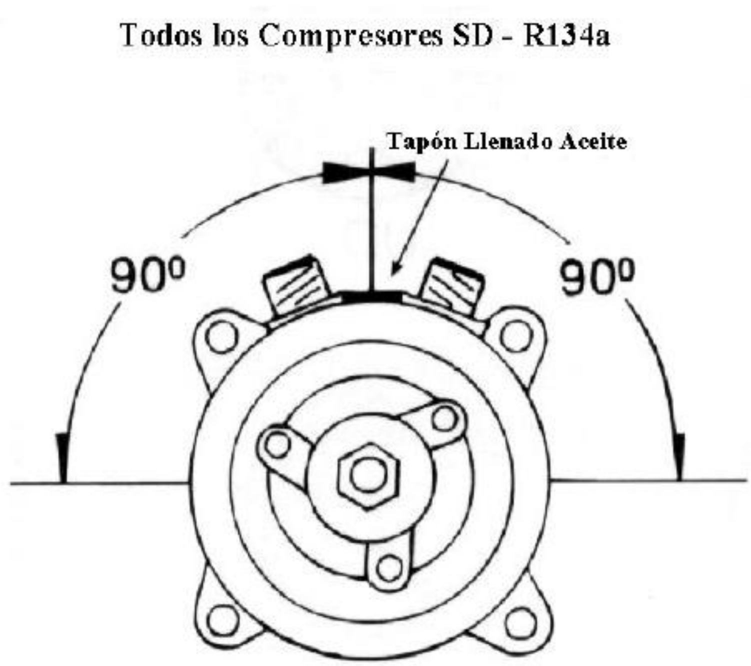
2.6.- Especificaciones básicas del compresor

Modelo	Refrigerante	Desplazamiento pulg. cub. (cc)	Peso normal, lb. (kg.)			Carga de aceite normal			Rotación
			Compresor	Embrague	Conjunto	Tipo de Aceite	Tipo de Sistema	Cantidad fl. oz. (cc)	
SD5H14	R134a	8.4 (138)	11.2 (5.1)	6.0 (2.7)	17.2 (7.8)	SP-20	TXV	7.2±0.5 (210±15)	Ambos sentidos
							CCOT	No normal	
SD7B10	R134a	6.1 (100)	5.9 (2.7)	3.3 (1.5)	9.2 (4.2)	SP-10	TXV	No normal	CW (Clock Wise) Sólo Sentido Reloj
SD7H13	R134a	7.9 (129)	9.3 (4.2)	4.6 (2.1)	13.9 (6.3)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15)	CW (Clock Wise) Sólo Sentido Reloj
SD7H15 /HD	R134a	9.5 (155)	9.9 (4.5)	5.3 (2.4)	15.2 (2.4)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15)	CW (Clock Wise) Sólo Sentido Reloj
							CCOT	8.1±0.5 (240±15)	
SD7H15 /SHD	R134a	9.5 (155)	9.9 (4.5)	7.7 (3.5)	17.6 (8.0)	SP-20	TXV	4.6±0.5 (135±15)	CW (Clock Wise) Sólo Sentido Reloj
							CCOT	8.1±0.5 (240±15)	

2.7.- Pares de apriete de montaje

COMPONENTE	lb.pie	N.m	kgf•cm
Tuerca retención plato arrastre 1/2" - 20	22.4 ± 2.9	30.4 ± 3.9	310 ± 40
Tuerca retención plato arrastre M8	13.0 ± 2.2	17.7 ± 2.9	180 ± 30
Tornillos culata, M6	10 ± 2.2	13.7 ± 2.9	140 ± 30
Tornillos culata, M8	25.3 ± 3.6	34.3 ± 4.9	350 ± 50
Tapón roscado llenado aceite	14.5 ± 13.6	19.6 ± 4.9	200 ± 50
Racor manguera 1" - 14 rotolock	26.7 ± 2.9	36.3 ± 3.9	370 ± 40
Tubo-O 7/8"	23.9 ± 2.9	32.4 ± 3.9	330 ± 40
Tubo-O 3/4"	17.3 ± 2.5	23.5 ± 3.4	240 ± 35
Tornillo racor brida, M10	28.9 ± 2.9	39.2 ± 3.9	440 ± 40
Tornillo racor brida, 3/8" - 24	28.9 ± 2.9	39.2 ± 3.9	440 ± 40
Tornillo racor brida, M8	26.3 ± 2.9	34.3 ± 3.9	350 ± 40
Tornillo abrazadera cable alimentación embrague	11 ± 3 pu•lb	1.3 ± 0.3	13 ± 3
Válvula alivio alta presión	7.2 ± 1.4	9.8 ± 2.0	100 ± 20
Tornillo abrazadera interruptor protector Térmico	7.2 ± 2.2 - 1.4	9.8 ± 2.9 - 2.0	100 ± 30 - 20
Tornillos guardapolvo embrague (6 - M5)	6.5 ± 1.4	9 ± 2	90 ± 20
Tornillos guardapolvo embrague (3 - 1/4" - 20)	2.7 ± 0.9	3.6 ± 1.2	37 ± 12

2.8.- Ángulos de montajes aceptables



2.9.- Guía de los racores en la culata

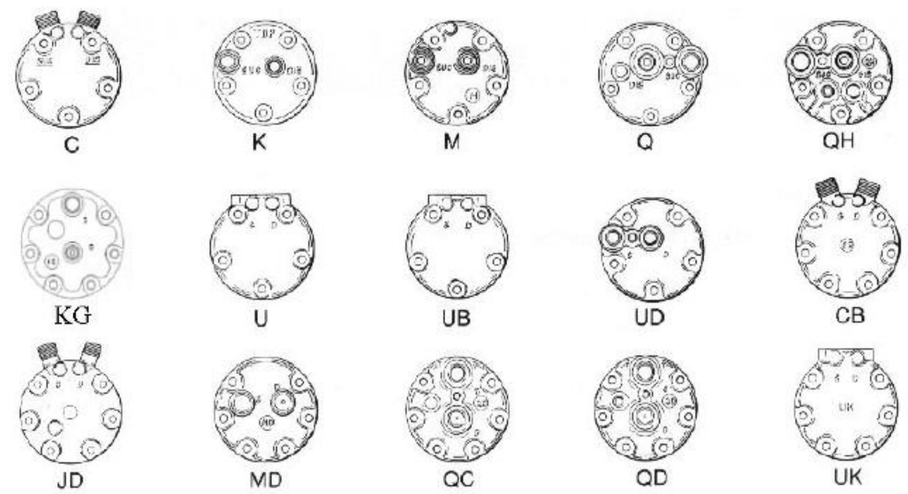
- **Serie de compresores SD R134a**

Para los Equipos SD5H14, SD7H13, SD7H15 y SD7H15HD/SHD

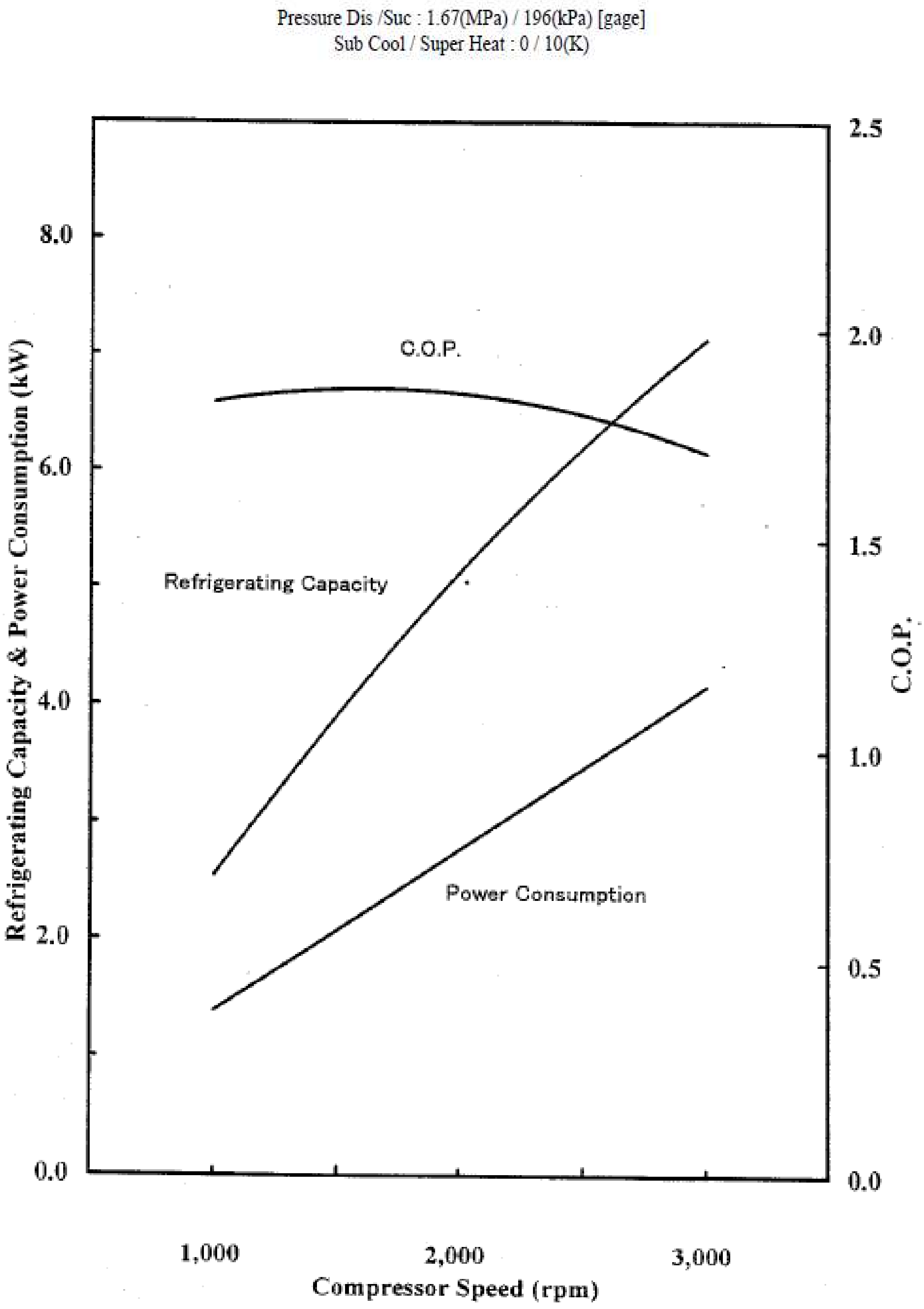
Nº Pieza kit Revisión Sanden	Nombre	Posición en Culata	Información racor manguera		IPT o Interruptor Protección Térmica	Serie Compresor SD			
			Racor Aspiración Dimensión/Tipo	Racor Descarga Dimensión/Tipo		5H14	7H13	7H15	7H15 HD/SHD
9580-9630	C	Vertical	Tube-O 1" - 14 rotolock	Tube-O 1" - 14 rotolock	No	X			
TDB	FL	Vertical	Tube-O #10 (7/8")	Tube-O #8 (3/4")	No	X			
9034-9630	K	Horizontal	Tube-O #10 (7/8")	Tube-O #8 (3/4")	No	X			
9699-9630*	M	Horizontal	Tube-O 1" - 14 rotolock	Tube-O 1" - 14 rotolock	No	X			
9150-9630*	Q	Horizontal	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	No	X			
9695-9630*	QH	Horizontal	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	Sí	X			
9298-9630*	U	Vertical	Tornillo racor brida, M10 x 1	Tornillo racor brida, M10 x 1	No	X			
9517-9630*	UB	Vertical	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	No	X			
9516-9630*	UB	Horizontal	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	No	X			
7412-9630	CB	Vertical	Tube-O 1" - 14 rotolock	Tube-O 1" - 14 rotolock	No		X	X	X
7832-9630	JD	Vertical	Tube-O #10 (7/8")	Tube-O #8 (3/4")	No		X	X	X
7863-9630	JE	Vertical	Tube-O #10 (7/8")	Tube-O #8 (3/4")	No		X	X	X
7862-9630	KG	Horizontal	Tube-O #10 (7/8")	Tube-O #8 (3/4")	No		X	X	X
7406-9630*	MD	Horizontal	Tube-O 1" - 14 rotolock	Tube-O 1" - 14 rotolock	No		X	X	X
7433-9630	QC	Horizontal	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	Tornillo racor brida, 3/8"- 24	No		X	X	X
7484-9630	QD	Horizontal	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	No		X	X	X
7200-9631	UK	Vertical	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	Tornillo racor brida, M10 x 1.25	No		X	X	X

A) Los compresores Sanden R134a no ofrecen la opción de válvulas de carga en el compresor.

B) * Indica que el compresor que presenta esta culata no se debe montar con el racor de aspiración hacia abajo.



2.10.- Curva de funcionamiento del compresor SD5H14



ANEXO # 3.- BOMBA DE AGUA (CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS).

Modelo de (0.5) 1/2 HP

- ✓ Para Trabajar en agua limpia.
- ✓ Suministro de agua en casa habitación.
- ✓ Para Pequeños Equipos hidroneumáticos.
- ✓ Para subir agua al tinaco.

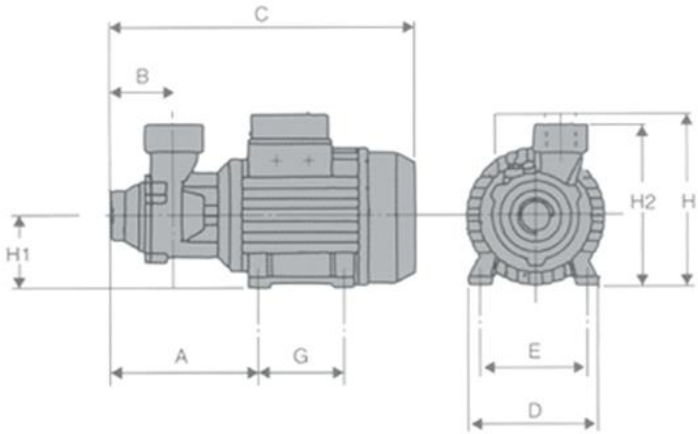
Datos de Construcción

- ✓ Cuenta con cable toma corriente y enchufe.
- ✓ Cuerpo de la bomba en hierro fundido.
- ✓ Impulsor Aleación de bronce, con álabes periféricos radiales.
- ✓ Flecha Acero Inoxidable 416
- ✓ Sello Mecánico de Cerámica y grafito.
- ✓ Motor sobredimensionado para soportar variaciones de voltaje.
- ✓ Con protección térmica incorporada. Cerrado enfriado por ventilador, para uso continuo.
- ✓ Alto par de arranque
- ✓ Servicio Agua
- ✓ 100 lbs/pulg 2-7kgs/cm2
- ✓ 180° F-82°C
- ✓ Asiento bronce.
- ✓ En conformidad con la normaNOM-002-EDF-1994

Datos Técnicos y Tablas de Rendimiento

MODELO	POTENCIA (HP)	AMPERAJE	ENTRADA SALIDA	FLUJO MAXIMO (l/min)	ALTURA MAXIMA (m)	SUCCION MAXIMA (m)	PESO (kg)
Pump QB 60	0.5	5.5	1" X 1"	40	40	9	6.2

Diagramas



Dimensiones (mm)

MODELO	A	B	C	D	E	G	H	H1	H2
UFBPHP.50	65	50	256	120	97	80	156	63	145

ANEXO# 4.- TABLA DE CABLES ELÉCTRICOS Y MÁXIMOS AMPERAJES

TABLA 8.7- Cables de Cobre a 25 C

Calibre AWG No	Resistencia Ω/100 m	Amperaje Máximo (A)* TIPO DE CABLE UF	USE,THW TW,THWN	NM	Dimensiones Diám. mm	Area cm2
4/0	0,01669	211	248		13,412	1,4129
3/0	0,02106	178	216		11,921	1,1161
2/0	0,02660	157	189		10,608	0,8839
1/0	0,03346	135	162		9,462	0,7032
2	0,05314	103	124		7,419	0,4322
4	0,08497	76	92		5,874	0,2710
6	0,1345	59	70		4,710	0,1742
8	0,2101	43	54		3,268	0,0839
10	0,3339	32	32	30	2,580	0,0523
12	0,5314	22	22	20	2,047	0,0329
14	0,8432	16	16	15	1,621	0,0206

NOTAS:

* Estos valores contemplan hasta 3 conductores por envoltura.
Obsérvese que para valores de resistencia de menos de 0,1Ω /100 m, el valor está dado con cinco (5) cifras decimales, para mayor precisión.
La máxima temperatura de trabajo para los tipos USE y TH es 75°C.
La máxima temperatura de trabajo para el tipo UF es 60°C.

ANEXO# 5.- TABLA DE SELECCIÓN DE FUSIBLES

TABLA DE CAPACIDAD DE LOS FUSIBLES

SECCION DEL CONDUCTOR	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	AMPERES	CAPACIDAD DEL FUSIBLE
0,50	0,80	4	---
0,75	0,98	5,5	---
1,00	1,13	7	6
1,50	1,39	9,5	10
2,50	1,78	14	15
4	2,26	20	20
6	2,77	27	25
10	3,57	39	35
16	4,52	56	50
25	5,65	80	80
35	6,67	100	100
50	8,00	130	125
70	9,45	170	160
95	11,05	210	200
120	12,35	230	225
150	13,82	270	260
185	15,35	310	300
240	17,50	380	350
300	19,50	450	430
400	22,60	560	500
500	25,25	660	600
625	28,20	780	700
800	31,90	940	850
1000	35,70	1100	1000

Fusibles para vehículos.

En los fusibles para vehículos normalmente viene indicado en el manual de entretenimiento del coche cuales son los amperajes que deben ir en cada circuito no obstante el amperaje se indica mediante un código de colores:

#	COLOR	AMPERIOS
1	Marrón	5 A
2	Rojo	10 A
3	Azul	15 A
4	Amarillo	20 A
5	Incoloro	25 A
6	Verde	30 A

ANEXO# 6.- TABLA DE SELECCIÓN BREAKERS.

TRIFÁSICO 220V

POTENCIA		I NOMINAL AMP.	FUSIBLE NH AMP.	BREAKER LG AMP.	CONTACTOR LINEA CL	CONTACTOR DELTA CD	CONTACTOR ESTRELLA CE	RELE DIFERENCIAL GTK	CONDUCTOR AWG M.C.M.
KW	HP								
5.5	7.5	19	25	30	GMC-22	GMC-22	GMC-18	GTK-22 16~22	10
7.5	10	25	40	40	GMC-32	GMC-32	GMC-22	GTK-40 24~36	8
11	15	37	50	50	GMC-50	GMC-50	GMC-40	GTK-85 28~40	8
15	20	49	60	60	GMC-65	GMC-65	GMC-50	45~65	6
18.5	25	60	80	100	GMC-75	GMC-75	GMC-65	54~75	4
22	30	71	100	100	GMC-85	GMC-85	GMC-75	63~85	4
30	40	96	125	125	GMC-125	GMC-125	GMC-100	GTK-100 65~100	2
37	50	116	160	175	GMC-150	GMC-150	GMC-125	GTK-150 85~125	1/0
45	60	141	200	200	GMC-180	GMC-180	GMC-150	GTK-220 100~150	2/0
55	75	175	250	250	GMC-220	GMC-220	GMC-180	120~180	3/0
75	100	232	315	300	GMC-300	GMC-300	GMC-220	GTK-400 160~240	250
90	125	289	400	400	GMC-400	GMC-400	GMC-300	220~300	400
110	150	364	500	500	GMC-400	GMC-400	GMC-300	260~400	600

ANEXO# 7.- TABLA DE TORQUE DE TORNILLOS Y PERNOS

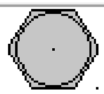
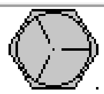
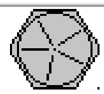
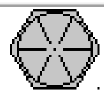
Tabla 1: Tornillos pasadores de Acero al Carbono

Tamaño de Tornillos		Rango de Torque	
mm	pulg	N-m	Lbs - ft
M10	3/8	20 - 30	15 - 22
M12	1/2	40 - 68	30 - 50
M16	5/8	80 - 120	60 - 90
M20	3/4	100 - 235	74 - 170
M22	7/8	170 - 275	125 - 200
M24	1	275 - 400	200 - 300

Tabla 2: Tornillos pasadores de Acero al Inoxidable

Tamaño de Tornillos		Rango de Torque	
mm	pulg	N-m	Lbs - ft
M8	5/16	8 – 15	6 - 11
M10	3/8	17 – 25	12 – 18
M12	1/2	35 – 60	25 – 45
M16	5/8	68 – 100	50 – 75
M20	3/4	85 – 200	65 – 150
M22	7/8	145 - 235	105 - 175

Identificación de Pernos

Grado de Dureza	 SAE 2	 SAE 5	 SAE 7	 SAE 8
Marcas	Sin Marcas	3 lineas	5 lineas	6 lineas
Material	Acero al carbono	Acero al carbono	Acero al carbono templado	Acero al carbono templado
Capacidad Tensión Mínima	74 libras por pulgada	120 libras por pulgada	133 libras por pulgada	150 libras por pulgada

Apriete de Pernos

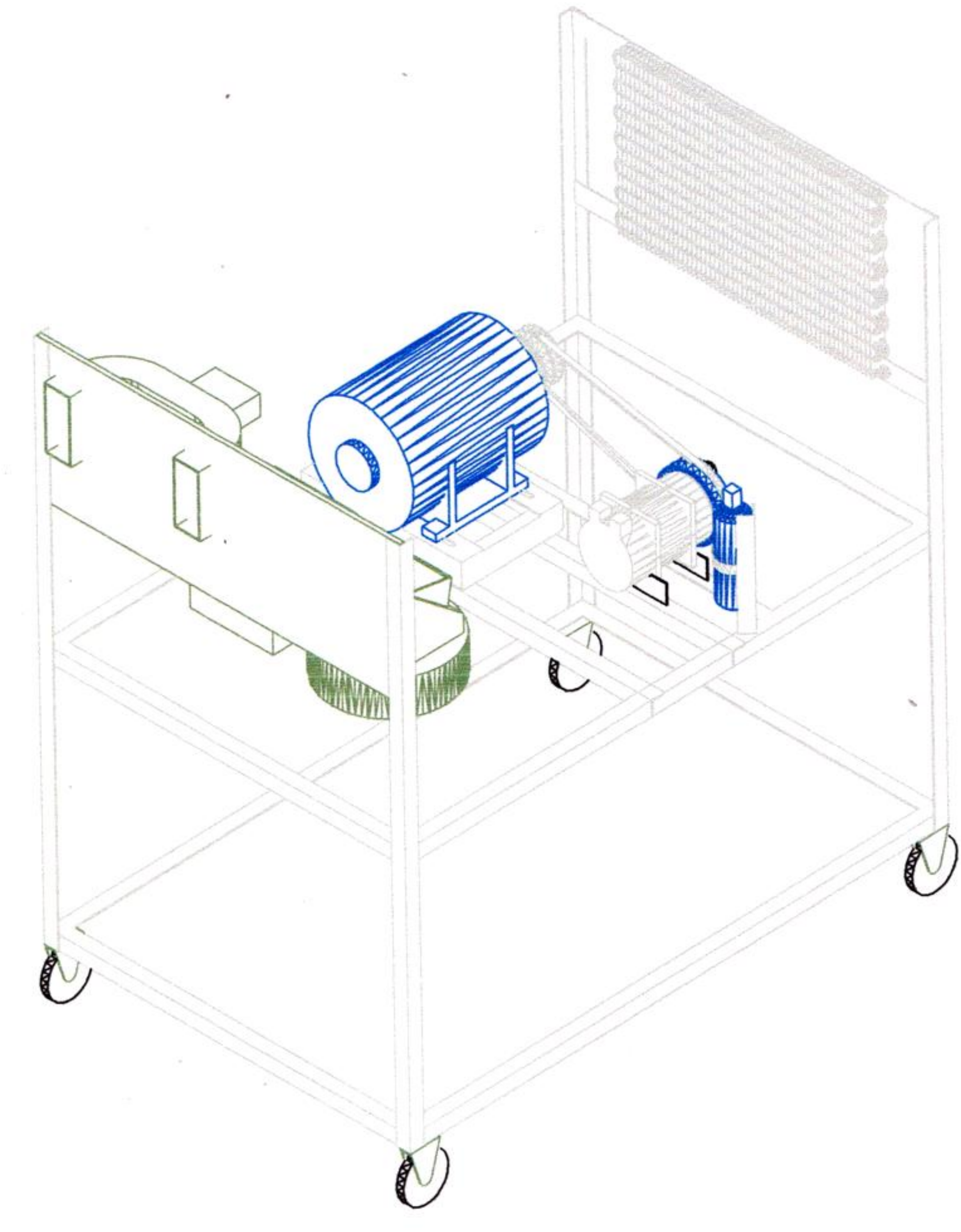
	Grado	2	2	5	5	7	7	8	8
Diámetro Pulgadas	Hilos por pulgada	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite	SECO	con Aceite
1/4	20	4	3	8	6	10	8	12	9
1/4	28	6	4	10	7	12	9	14	10
5/16	18	9	7	17	13	21	16	25	18
5/16	24	12	9	19	14	24	18	29	20
3/8	16	16	12	30	23	40	30	45	35
3/8	24	22	16	35	25	45	35	50	40
7/16	14	24	17	50	35	60	45	70	55
7/16	20	34	26	55	40	70	50	80	60
1/2	13	38	31	75	55	95	70	110	80
1/2	20	52	42	90	65	100	80	120	90
9/16	12	52	42	110	80	135	100	150	110
9/16	18	71	57	120	90	150	110	170	130
5/8	11	98	78	150	110	140	140	220	170
5/8	18	115	93	180	130	210	160	240	180
3/4	10	157	121	260	200	320	240	380	280
3/4	16	180	133	300	220	360	280	420	320
7/8	9	210	160	430	320	520	400	600	460
7/8	14	230	177	470	360	580	440	660	500
1	8	320	240	640	480	800	600	900	680
1	12	350	265	710	530	860	666	990	740

Variación del torque

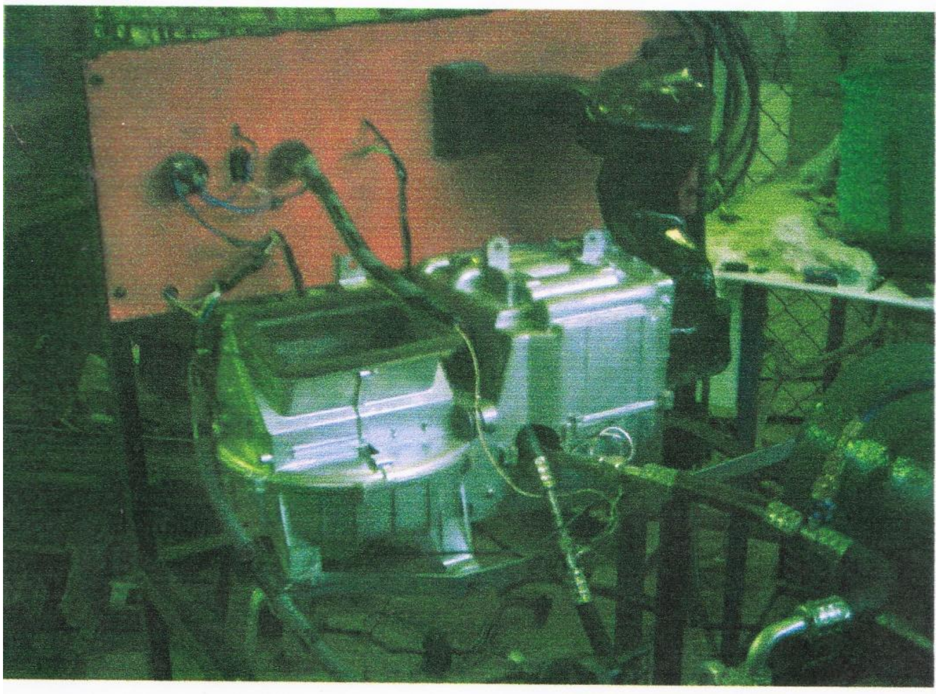
Apriete que se debe aplicar según el tipo de perno y la condición de lubricación.

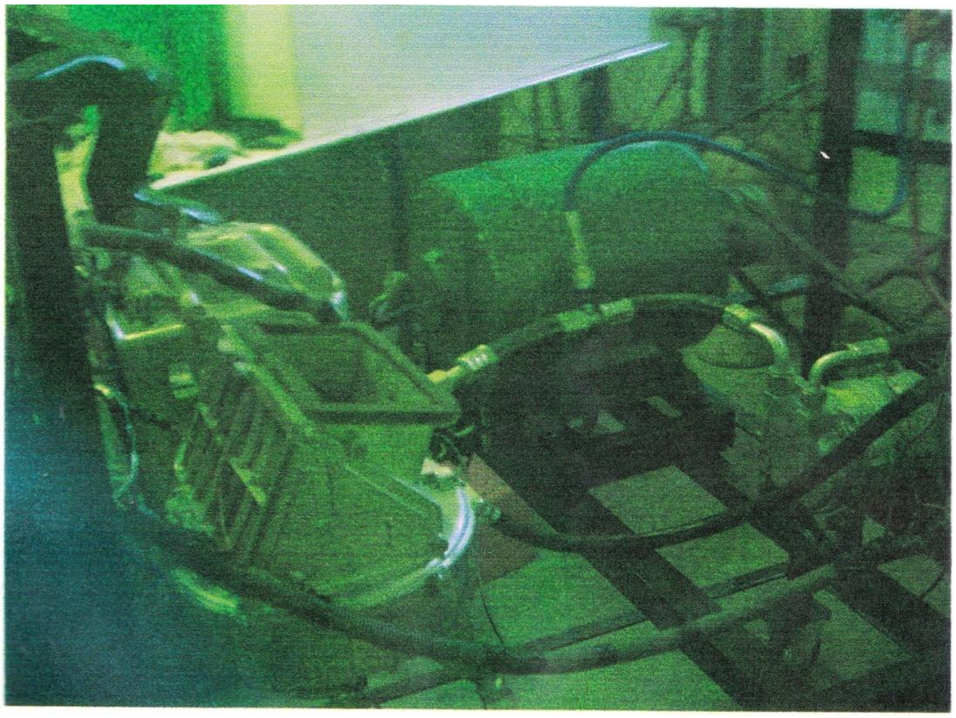
Tipo de Perno	Variación del Torque
Corriente Lubricado con Aceite	Reducir 15 a 25%
Corriente con Teflon o Grasa	Reducir 50%
Cromado Lubricado	Sin Cambio
Plateado Cadmio Lubricado	Reducir 25%
Plateado Zinc Lubricado	Reducir 15%

ANEXO# 8.- DIBUJO DEL BANCO DE PRUEBA DEL SISTEMA A/C ANTES DE SU MODIFICACIÓN



ANEXO# 9.- FOTOS DEL BANCO DE PRUEBA DEL SISTEMA A/C ANTES DE SU MODIFICACIÓN



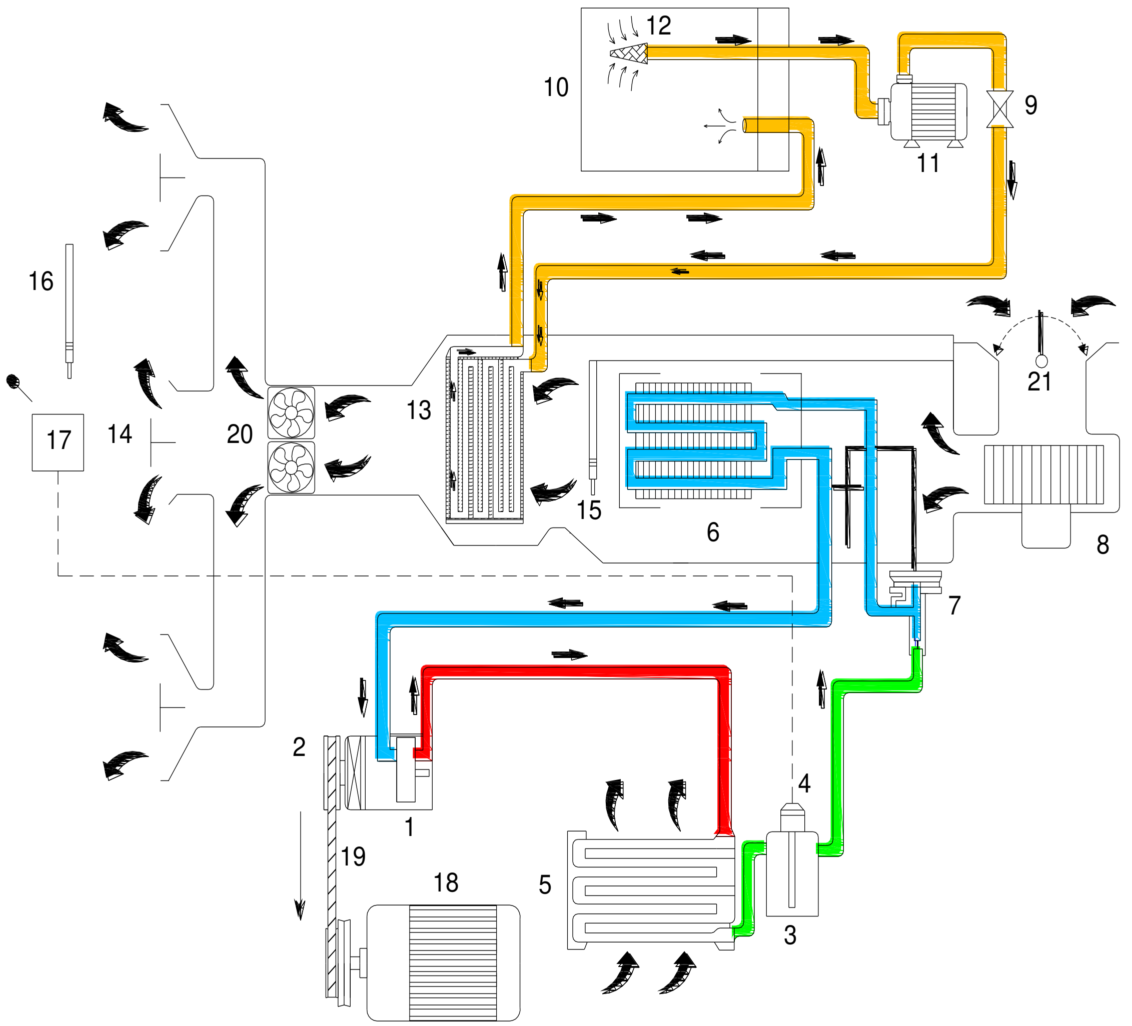


DIBUJOS

Y

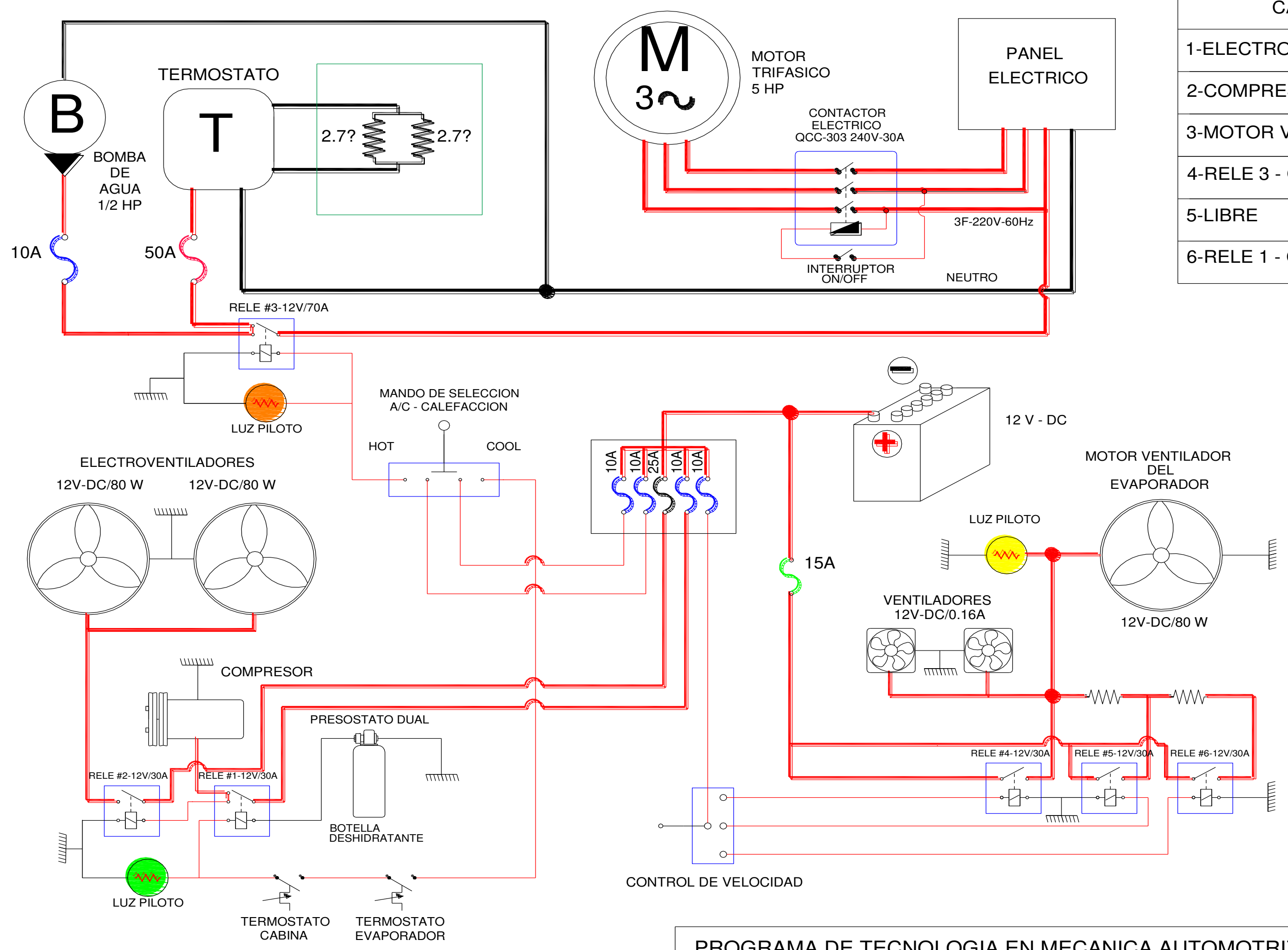
DIAGRAMA DEL SISTEMA A/C Y CALEFACCIÓN

1-Compresor	8-Motor soplador	15-Termostato del evaporador
2-Embrague magnetico	9-Valvula de paso	16-Termostato de la cabina
3-Receptor/Secador	10-Reservorio de agua caliente	17-Control electrico
4-Interruptor de presion dual	11-Bomba de agua	18-Motor trifasico
5-Condensador	12-Valvula cheque	19-Banda
6-Conjunto Evaporador	13-Calefactor	20-Ventiladores
7-Valvula de expansion	14-Ductos de aire	21-Compuerta de intercambio de aire



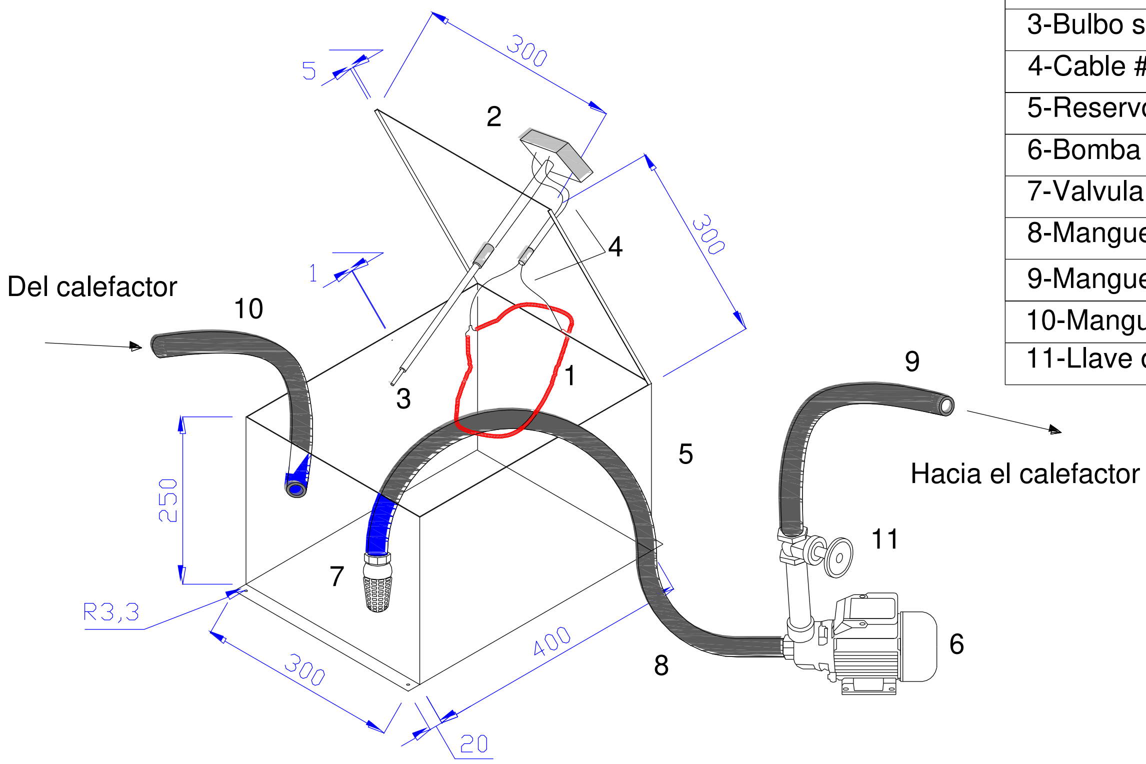
(azul)	Refrigerante a baja presion - baja temperatura
(rojo)	Refrigerante a alta presion - alta temperatura
(verde)	Refrigerante liquido a alta presion

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ PROTMEC		ESPOL
DIAGRAMA ESQUEMATICO LINEAS DEL SISTEMA A/C - CALEFACCION	DIB: MARIO A VALENZUELA D	
	FECHA:	12/06/2011
REVISADO: ING. OSCAR GUERRERO	LAMINA Nº 1	



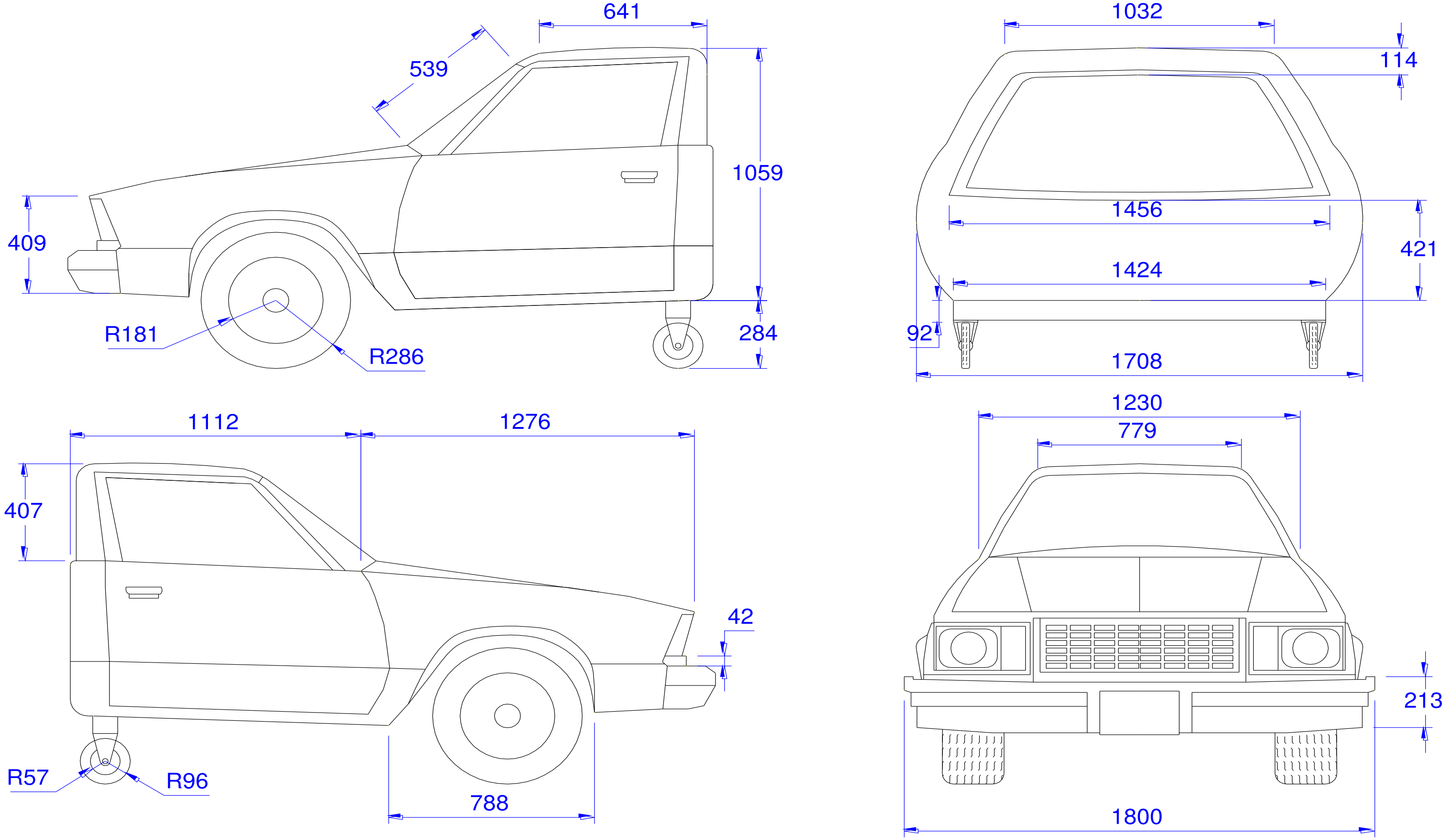
CAJA PORTA FUSIBLES
1-ELECTROVENTILADORES CONDENDADOR
2-COMPRESOR
3-MOTOR VENTILADOR EVAPORADOR
4-RELE 3 - CALECCFACION
5-LIBRE
6-RELE 1 - COMPRESOR / RELE 2

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ PROTMEC	ESPOL	
DIAGRAMA ELECTRICO DEL SISTEMA A/C y CALECFACION	DIB: MARIO A VALENZUELA D	
	FECHA:	12/06/2011
REVISADO: ING. OSCAR GUERRERO	LAMINA Nº 2	



1-Resistencias calentadoras
2-Termostato
3-Bulbo sensor
4-Cable # 10
5-Reservorio del agua
6-Bomba de agua 1/2 HP
7-Valvula cheque 1"
8-Manguera succion 1"
9-Manguera de salida $^{3}/_{4}$"
10-Manguera de retorno $^{3}/_{4}$"
11-Llave de paso 1"

PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ PROTMEC			ESPOL
DIMENSIONES DEL RESERVORIO DE AGUA		DIB: MARIO A VALENZUELA D	
		FECHA:	12/06/2011
REVISADO: ING. OSCAR GUERRERO	UNIDADES EN mm	LAMINA Nº 3	



PROGRAMA DE TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ PROTMEC			ESPOL
DIMENSIONES DEL HABITACULO	UNIDADES EN mm	DIB: MARIO A VALENZUELA D	
		FECHA:	12/06/2011
REVISADO: ING. OSCAR GUERRERO		LAMINA Nº 4	