



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONTRUCCIÓN DE UN BANCO DE  
PRUEBAS PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”**

JORGE HERNÁN ROJAS GARCÍA

JAVIER AUGUSTO SEGOVIA OBREGÓN

**TESIS DE GRADO**

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2011**

FACULTAD DE MECÁNICA

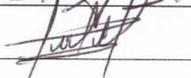
**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

Nombre del estudiante: JAVIER AUGUSTO SEGOVIA OBREGÓN

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”

Fecha de Examinación: Enero 17 de 2011

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN**

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Carlos Santillán M.	✓		
Ing. Celin Padilla P.	✓		
Ing. Alex Rojas A.	✓		

Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falta total.

**RECOMENDACIONES:**

---



---

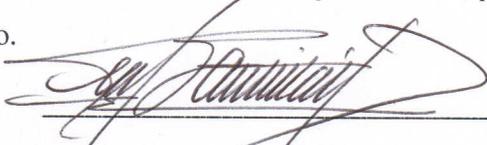


---



---

El presidente del tribunal quien certifica al consejo Directivo que las condiciones de defensa se ha cumplido.

  
 F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

epoch

FACULTAD DE MECÁNICA

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

**CONSEJO DIRECTIVO**

Enero 17 de 2011

---

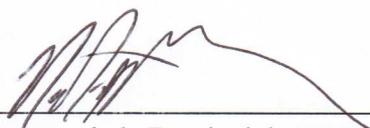
**Fecha****Yo recomiendo que la tesis preparada por:**

JAVIER AUGUSTO SEGOVIA OBREGÓN

---

**Nombre del Estudiante****Titulada:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

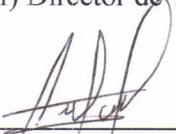
---

f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



---

Ing. Celin Padilla P.  
f) Director de Tesis

---

Ing. Alex Rojas A.  
f) Asesor de Tesis

**CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO**

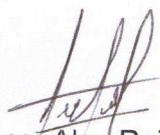
---

Ing. . Celin Padilla P., Ing. Alex Rojas A., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor JAVIER AUGUSTO SEGOVIA OBREGÓN.

**CERTIFICAN**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

  
Ing. Celin Padilla P.  
**DIRECTOR DE TESIS**

  
Ing. Alex Rojas A.  
**DOCENTE ASESOR**

FACULTAD DE MECÁNICA

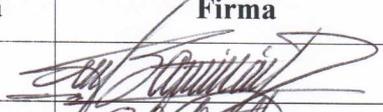
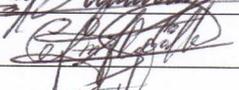
**CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

Nombre del estudiante: JORGE HERNÁN ROJAS GARCÍA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”

Fecha de Examinación: Enero 17 de 2011

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN**

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Carlos Santillán M.	✓		
Ing. Celin Padilla P.	✓		
Ing. Alex Rojas A.	✓		

Más que un voto de no aprobación es condición suficiente para la falta total.

**RECOMENDACIONES:**

---



---

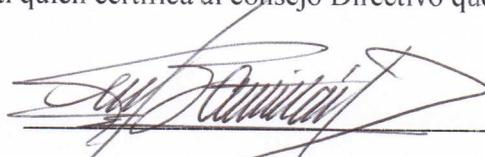


---



---

El presidente del tribunal quien certifica al consejo Directivo que las condiciones de defensa se ha cumplido.



F) PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

**CONSEJO DIRECTIVO**

Enero 17de 2011

Fecha

Yo recomiendo que la tesis preparada por:

JORGE HERNÁN ROJAS GARCÍA

---

**Nombre del Estudiante**

**Titulada:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para el título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---



f) Decano de la Facultad de Mecánica.

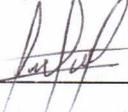
Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---



Ing. Celín Padilla P.  
f) Director de tesis

---



Ing. Alex Rojas A.  
f) Asesor de Tesis

**CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE TESIS DE GRADO**

---

Ing. . Celin Padilla P., Ing. Alex Rojas A., en su orden Director y Asesor del Tribunal de la Tesis de Grado desarrollada por el señor JORGE HERNÁN ROJAS GARCÍA.

**CERTIFICAN**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Automotriz, Carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.



Ing. Celin Padilla P.

**DIRECTOR DE TESIS**



Ing. Alex Rojas A.

**DOCENTE ASESOR**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - prácticos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Jorge Hernán Rojas García

---

Javier Augusto Segovia Obregón

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener nuestro título profesional y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial a mis familiares y amigos que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito la mayor y mejor etapa de nuestras vidas.

**Jorge Rojas García**

**Javier Segovia Obregón**

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten. Le agradezco a mi mamá Laura García y a mi papá Jorge Rojas ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, fueron los que me dieron ese cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi educación alimentación entre otros, son a ellos a quien les debo todo, horas de consejos , de regañños, de reprimendas de tristezas y de alegrías de las cuales estoy muy seguro que las han hecho con todo el amor del mundo para formarme como un ser integral y de las cuales me siento extremadamente orgulloso.

Le agradezco a mis hermanos los cuales han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me puedan presentar , Gaby Rojas mi hermanita mayor, prácticamente hemos vivido las mismas historias, los mismos pesares y las mismas alegrías, de carácter fuerte y orgullosa pero que me ha demostrado un amor inigualable, una persona capaz de sacrificarse por el bien de su familia, mi hermano David Rojas, el rebelde de la familia, el más alegre e inquieto a quien espero servir de ejemplo, Alejandro Gutiérrez y Christofer Rojas los mas pequeños de la familia que trajeron alegría desde que nacieron y me inspiran día a día a seguir siempre adelante.

También les agradezco a mis amigos más cercanos, a esos amigos que siempre me han acompañado y con los cuales he contado desde que los conocí, Diego Borja un amigo por siempre, un amigo que quiero como a un hermano que ha vivido conmigo todas esas aventuras desde la infancia, y como no recordar a mis grandes amigos los cuales nunca olvidare Juan Pablo López, y José Arguello sin ustedes a mi lado no hubiese logrado tantas desveladas sirvieron de algo y aquí esta el fruto, juntos compartimos grandes momentos y recuerdos inolvidables, Javier Segovia una persona que me ha brindado todo su apoyo, con el que he compartido diferentes cursos, en el cual nos hemos destacado al momento de aprobarlos, Jenny Espinoza mi linda novia , la cual siempre estuvo ahí durante la culminación de mi carrera brindándome su amor diario y las fuerzas para seguir siempre adelante con sus concejos y apoyo incondicional, gracias por los años de completa alegría y triunfos. También agradezco a todos los profesores que me han apoyado una y otra vez entre los cuales se encuentran Ingenieros José Bedón, Celin Padilla, Alex Rojas, Dra. Olga Barrera y todos aquellos a quien no menciono por lo extensa que sería la lista.

**Jorge Rojas García**

## **DEDICATORIA**

*No hay palabras que expresen el sentir de un corazón lleno de gratitud cuando ha recibido el amor y apoyo incondicional de su familia y seres queridos.*

Este trabajo ha sido fruto del esfuerzo conjunto de una familia y un par de amigos que han sabido sobrellevar las circunstancias, tanto buenas como malas.

Quiero dedicar este trabajo a Dios y a mi madre Dolorosa que me permitieron culminar, a mis padres por apoyarme en todas y cada una de las necesidades durante esta experiencia, quienes con su apoyo y sacrificio, sus críticas han sabido darme a entender el verdadero significado de las cosas. Quiero también agradecer a mis hermanas quienes han sabido compartir conmigo una vida y apoyarnos cuando las cosas parecían no tener salida y por último dedicar este trabajo a las personas que estuvieron detrás de mí todo el tiempo apoyándome y alegrándose junto a mí en cada uno de mis triunfos. Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y al Colegio San Felipe Neri por haberme permitido formarme como persona y profesional.

Finalmente agradecer al Ing. Celín Padilla, Ing. Alex Rojas y Julio Aguilar pilares fundamentales para la ejecución de este proyecto

**Javier Segovia Obregón**

## Contenido

CAPÍTULO I.....	1
GENERALIDADES .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.3 OBJETIVOS .....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
CAPÍTULO II .....	4
FUNDAMENTO TEÓRICO.....	4
2.1 PRINCIPIO DEL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ.....	4
2.1.1 MISIÓN DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO.....	4
2.1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO .....	4
2.1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO ACTUAL .....	6
2.1.4 COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA A/C .....	6
2.1.4.1 COMPRESOR.....	6
2.1.4.1.1 COMPRESORES RECIPROCANTES .....	7
2.1.4.1.2 ACEITE DEL COMPRESOR.....	10
2.1.4.1.3 COMPRESOR ROTATORIO.....	11
2.1.4.2 CONDENSADOR.....	13
2.1.4.2.1 UBICACIÓN DEL CONDENSADOR.....	13
2.1.4.2.2 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONDENSADOR.....	14
2.1.4.3 EVAPORADOR .....	15
2.1.4.3.1 ESTRUCTURA DE UN EVAPORADOR .....	15
2.1.4.3.2 POSIBILIDAD DE REPARAR EL EVAPORADOR .....	16
2.1.4.3.3 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DEL EVAPORADOR.....	16
2.1.4.4 VÁLVULA DE EXPANSIÓN TÉRMICA.....	18
2.1.4.4.1 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN .....	18
2.1.4.4.2 DIAGNÓSTICO DE VÁLVULA DE EXPANSIÓN DEFECTUOSA.....	20
2.1.4.5 DEPÓSITO – SECADOR (FILTRO SECADOR O BOTELLA).....	20
2.1.4.5.1 RECIPIENTE .....	20
2.1.4.5.2 SECADOR .....	21
2.1.4.5.3 VÁLVULA DE ALIVIO PARA ELEVACIONES DE PRESIÓN.....	23
2.1.4.5.4 MIRILLA TRANSPARENTE .....	24
2.1.5 COMPONENTES SECUNDARIOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO ...	24

2.1.5.1 TUBERÍAS .....	24
2.1.5.1.1 TUBERIAS DE NEOPRENO .....	24
2.1.5.2 BANDAS .....	26
2.1.5.3 GAS DEL SISTEMA .....	29
2.1.5.4 ACOPLÉS.....	32
2.1.5.4.1 TIPOS DE CONEXIÓN.....	32
2.1.5.4.2 SELLOS TIPO ANILLO "O" .....	32
2.1.5.4.3 ACOPLAMIENTO CON CIERRE DE RESORTE.....	33
2.1.6 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO .....	35
2.1.6.1 SISTEMA BÁSICO CON VÁLVULA TXV.-.....	35
2.1.6.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA UNIVERSAL TXV .....	35
2.1.6.2 SISTEMA CON TUBO CALIBRADO .....	36
2.1.6.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON TUBO CALIBRADO .....	36
2.1.6.3 SISTEMA CON VÁLVULA POA .....	37
2.1.6.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON VÁLVULA DE CONTROL VARIABLE. 37	
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	38
2.2.1 CONCEPTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES.....	38
2.2.1.1 COMPRESOR.....	38
2.2.1.2 CONDENSADOR.....	38
2.2.1.3 VÁLVULA DE EXPANSIÓN.....	38
2.2.1.4 EVAPORADOR .....	38
2.2.1.5 CONSTRUCCIÓN DEL ACONDICIONADOR DE AIRE.....	39
2.2.1.6 FLUJO DEL AIRE.....	39
<b>CAPÍTULO III</b> .....	40
<b>DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL BANCO DE PRUEBAS</b> .....	40
3.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DEL MOTOR.....	40
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	41
3.2.1 COMPRESOR SANDEN 505 .....	41
3.2.2 DATOS TECNICOS DE UN COMPRESOR SANDEN 505.....	41
3.2.3 CONDENSADOR DE ALTO RENDIMIENTO .....	42
3.2.4 TANQUE RECEPTOR/SECADOR .....	43
3.2.4.1 CARACTERÍSTICAS NECESARIAS DEL FILTRO DESHIDRATANTE.....	44
3.2.5 VÁLVULA DE EXPANSIÓN.....	44
3.2.6 EVAPORADOR .....	45

3.3 FASE MECANICA.....	45
3.4 PARTE ELECTRICA .....	46
3.4.1 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS. ....	47
3.4.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES. ....	48
3.5 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE A/C. ....	51
3.6 VERIFICACION DEL SISTEMA DE A/C.....	53
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>57</b>
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA. ....	57
4.1 DISEÑO DE LA CABINA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	57
4.1.2 INFORMACIÓN DE MODELO.-.....	57
4.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN LA CABINA. ....	59
4.1.1.2 MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA.....	59
4.1.1.3 MALLA FRONTAL.-.....	59
4.1.1.4 PARABRISA FRONTAL.....	60
4.1.1.5 CAPOT.....	60
4.1.1.6 LATERAL DELANTERO.....	61
4.1.1.7 PUERTA .....	61
4.1.1.8 PARTE POSTERIOR .....	62
4.1.1.9 TECHO .....	62
4.1.1.10 SILLA .....	63
4.1.2 DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA CABINA.....	63
4.1.3 DESPIECE DE LA CABINA. ....	63
4.1.4 ANÁLISIS DE ESFUERZOS ACTUANTES EN LA CABINA. ....	63
4.1.4.1 CARGAS Y RESTRICCIONES.....	63
4.1.4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO .....	65
4.1.5 SIMULACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CABINA EN SOFTWARE. ....	67
4.2 CONSTRUCCIÓN.....	68
4.2.1 NOMINA DE LOS ELEMENTOS DE LA CABINA Y ESPECIFICACIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS. ....	68
4.2.2 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE LOS COMPONENTES .....	68
4.2.3 EL SOPORTE.....	68
4.2.3.1 PERFIL ESTRUCTURAL C .....	68
4.2.3.2 PLATINAS ESTRUCTURALES .....	69

4.2.3.3 PERFIL ESTRUCTURAL EN L .....	69
4.2.4 LA ESTRUCTURA.....	70
4.2.4.1 TUBO CUADRADO .....	71
4.2.4.2 PERFIL L .....	71
4.2.5 ENSAMBLAJE TOTAL DE LA CABINA.....	73
4.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA.....	75
4.3.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA.....	75
4.3.2 UBICACIÓN DEL EVAPORADOR Y MOTOR SOPLADOR EN EL TABLERO.....	77
4.3.3 CONEXIÓN DE LOS CONDUCTOS HACIA EL MOTOR SOPLADOR.....	78
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>79</b>
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COMPARACIONES DEL SISTEMA.....	79
5.1 PRUEBAS FLUJO DE AIRE DE LOS VENTILADORES.....	79
5.2 MEDICIONES DE TEMPERATURA QUE ALCANZA EL SISTEMA.....	80
5.3 RANGOS DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL COMPRESOR.....	81
5.4 PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO Y ELEMENTOS EN GENERAL.....	81
5.5 DEFINICIÓN DE PRUEBAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO A IMPLEMENTARSE CON EL SISTEMA.....	83
5.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE A/C.....	83
5.5.2 FUNCIÓN DE CADA COMPONENTE EN EL SISTEMA.....	83
5.5.3 REVISIÓN Y PRUEBAS ANTES DE ENCENDER EL SISTEMA.....	83
5.5.4 PRUEBAS DEL SISTEMA ENCENDIDO.....	84
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>85</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
6.1 CONCLUSIONES.....	85
6.2 RECOMENDACIONES.....	85
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE TABLAS

<b><u>TABLA</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
TABLAS DEL CAPÍTULO III	
Tabla 3. 1 MOTORES WEG.....	40
Tabla 3. 2 Datos técnicos del compresor.....	41
Tabla 3. 3 Características del condensador .....	43
TABLAS DEL CAPÍTULO IV	
Tabla 4. 1 Sujeción.....	63
Tabla 4. 2 Cargas.....	64
Tabla 4. 3 Fuerzas de reacción .....	64
Tabla 4. 4 Momentos de reacción .....	65
Tabla 4. 5 Fuerzas de cuerpo libre .....	65
Tabla 4. 6 Momentos de cuerpo libre.....	65
Tabla 4. 7 Resultados predeterminados.....	65
Tabla 4. 8 Especificaciones de los materiales .....	68
Tabla 4. 9 Especificación de las propiedades.....	68
TABLAS DEL CAPÍTULO V	
Tabla 5. 1 Inspección visual.....	82
Tabla 5. 2 Inspección de funcionamiento (encendido el banco de pruebas de A/C).....	82

## LISTA DE FIGURAS

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>PAGINA</u></b>
<b>FIGURAS DEL CAPÍTULO II</b>	
FIGURA 2. 1 Compresor .....	6
FIGURA 2. 2 Vista de un corte transversal de un compresor con dos cilindros en linea .....	7
FIGURA 2. 3 Compresor Diesel kiki .....	8
FIGURA 2. 4 Compresor rotatorio Mitsubishi sin embrague .....	8
FIGURA 2. 5 Compresor rotatorio Oqura OW- 135.....	9
FIGURA 2. 6 Compresor rotatorio Seiko - Seiki.....	11
FIGURA 2. 7 . Sección transversal de un compresor de turbina rotatoria.....	11
FIGURA 2. 8 Partes de un Compresor.....	12
FIGURA 2. 9 Condensador.....	13
FIGURA 2. 10 Estructura de un serpentín .....	14
FIGURA 2. 11 Evaporador .....	15
FIGURA 2. 12 Estructura de un evaporador.....	16
FIGURA 2. 13 Evaporador celular corroído.....	17
FIGURA 2. 14 Funcionamiento del evaporador .....	17
FIGURA 2. 15 Válvula de expansión .....	18
FIGURA 2. 16 Partes de la válvula de expansión.....	19
FIGURA 2. 17 Vista del filtro secador o botella.....	20
FIGURA 2. 18 Recipiente secador.....	21
FIGURA 2. 19 Estructura del recipiente secador con bolsa desecante .....	21
FIGURA 2. 20 Estructura del recipiente secador con filtro molecular .....	22
FIGURA 2. 21 Válvula de alivio para elevaciones de presión en el compresor .....	23
FIGURA 2. 22 Válvula de alivio para elevaciones de presión en el recipiente .....	23

FIGURA 2. 23 Tubería de neopreno.....	24
FIGURA 2. 24 Diámetros de mangueras .....	25
FIGURA 2. 25 Banda en V .....	26
FIGURA 2. 26 Polea poli-V.....	27
FIGURA 2. 27 Banda de construcción combada .....	27
FIGURA 2. 28 Banda de construcción en capas .....	28
FIGURA 2. 29 Banda de construcción dentada .....	28
FIGURA 2. 30 Banda dentada flexionándose sobre una polea .....	29
FIGURA 2. 31 Refrigerante .....	30
FIGURA 2. 32 Refrigerante-134a de diferentes marcas .....	30
FIGURA 2. 33 Acoples.....	32
FIGURA 2. 34 Aceitado de un anillo "O".....	33
FIGURA 2. 35 Acoplamiento con cierre de resorte.....	34
FIGURA 2. 36 Sistema básico con válvula TXV .....	35
FIGURA 2. 37 Sistema con tubo calibrado.....	36
FIGURA 2. 38 Sistema con válvula POA.....	37
FIGURA 2. 39 Configuración del enfriador y flujo del refrigerante .....	39
FIGURA 2. 40 Flujo de aire del A/C .....	39

### **FIGURAS DEL CAPÍTULO III**

FIGURA 3. 1 Compresor SANDEN .....	41
FIGURA 3. 2 Condensador de alto rendimiento.....	42
FIGURA 3. 3 Condensador por secciones .....	42
FIGURA 3. 4 Tanque receptor.....	43
FIGURA 3. 5 Válvula de expansión .....	44
FIGURA 3. 6 Evaporador .....	45
FIGURA 3. 7 Fase mecánica del a/c .....	45
FIGURA 3. 8 Parte eléctrica del sistema de a/c.....	46

FIGURA 3. 9 Esquema eléctrico del a/c .....	46
FIGURA 3. 10 ubicación de los cables .....	48
FIGURA 3. 11 conexión de los componentes eléctricos de a/c .....	48
FIGURA 3. 12 relés y fusibles .....	49
FIGURA 3. 13 conexión del positivo general.....	49
FIGURA 3. 14 Negativo en el compresor.....	49
FIGURA 3. 15 Ubicación de los porta fusibles y relés .....	50
FIGURA 3. 16 ubicación termostato.....	50
FIGURA 3. 17 Estructura de elementos de a/c .....	51
FIGURA 3. 18 Fajamiento de los elementos .....	51
FIGURA 3. 19 Alineamiento de motor y compresor .....	52
FIGURA 3. 20 Electro ventilador y botella deshidratante .....	52
FIGURA 3. 21 uniones eléctricas .....	53
FIGURA 3. 22 chequeo de cables .....	53
FIGURA 3. 23 chequeo de mangueras.....	54
FIGURA 3. 24 Cantidad de gas refrigerante.....	54
FIGURA 3. 25 medida de aceite .....	55
FIGURA 3. 26 Precaución con positivo y negativo de la batería .....	55
FIGURA 3. 27 Hermeticidad del interior.....	56
FIGURA 3. 28 Orden de encendido.....	56

#### **FIGURAS DEL CAPÍTULO IV**

FIGURA 4. 1 Diseño del modelo.....	57
FIGURA 4. 2 Diseño del modelo segunda vista .....	57
FIGURA 4. 3 Diseño del modelo vista lateral .....	58
FIGURA 4. 4 Estructura semi terminada.....	58
FIGURA 4. 5 Medidas de estructura.....	59
FIGURA 4. 6 Medida malla frontal .....	59

FIGURA 4. 7 Dimensión del parabrisas .....	60
FIGURA 4. 8 Capot .....	60
FIGURA 4. 9 Laterales delanteros .....	61
FIGURA 4. 10 Medida de puertas .....	61
FIGURA 4. 11 Parte posterior.....	62
FIGURA 4. 12 Medida del techo .....	62
FIGURA 4. 13 Dimensiones de la silla.....	63
FIGURA 4. 14 Imagen de sujeción.....	64
FIGURA 4. 15 Imagen de cargas .....	64
FIGURA 4. 16 Estructura-prueba estructura-Tensiones-Tensiones1.....	65
FIGURA 4. 17 Estructura-prueba estructura-Desplazamientos-Desplazamientos1.....	66
FIGURA 4. 18 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad-Factor de seguridad1 .....	66
FIGURA 4. 19 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad 2.....	66
FIGURA 4. 20 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad 3.....	67
FIGURA 4. 21 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad.....	67
FIGURA 4. 22 Simulación 3D.....	67
FIGURA 4. 23 Perfil en C 1.....	68
FIGURA 4. 24 Perfil en C 2.....	69
FIGURA 4. 25 Platina estructural 1 .....	69
FIGURA 4. 26 Platina estructural 2.....	69
FIGURA 4. 27 Perfil en L del soporte 1 .....	69
FIGURA 4. 28 Perfil en L del soporte 2 .....	70
FIGURA 4. 29 Soporte de la cabina .....	70
FIGURA 4. 30 Tubo cuadrado 1 .....	71
FIGURA 4. 31 Tubo cuadrado 2.....	71
FIGURA 4. 32 Estructura L del techo.....	71
FIGURA 4. 33 Estructura L del techo 2.....	72

FIGURA 4. 34 Estructura 1.....	72
FIGURA 4. 35 Estructura 2.....	72
FIGURA 4. 36 Unión de los diferentes componentes.....	73
FIGURA 4. 37 Finalización de la estructura 1.....	73
FIGURA 4. 38 Finalización de la estructura 2.....	74
FIGURA 4. 39 Banco de pruebas vista 1 .....	74
FIGURA 4. 40 Banco de pruebas vista 2.....	75
FIGURA 4. 41 Distribución de los componentes.....	75
FIGURA 4. 42 Vista frontal del condensador.....	76
FIGURA 4. 43 Los tres componentes acoplados .....	76
FIGURA 4. 44 Alineación del compresor y motor eléctrico .....	77
FIGURA 4. 45 Colocación de evaporador y motor soplador.....	77
FIGURA 4. 46 Tablero con evaporador incluido 1 .....	78
FIGURA 4. 47 Tablero con evaporador incluido 2.....	78
FIGURA 4. 48 Conexiones de motor soplador 1 .....	78

#### **FIGURAS DEL CAPÍTULO V**

FIGURA 5. 1 Flujo del electro ventilador.....	79
FIGURA 5. 2 Flujo del motor soplador .....	80
FIGURA 5. 3 Temperaturas .....	80
FIGURA 5. 4 Rango de tiempo del compresor.....	81

## LISTA DE ABREVIACIONES

<i>Wheater Eye</i>	(Ojo climático)
ATC	(Control automático de temperatura, por sus siglas en inglés)
CFC	(clorofluorocarbonos, también conocidos como R-12 o freón)
Reciprocante	"hacia atrás y adelante"
TOCEP	sistema que no necesita vaporizar todo el refrigerante en el interior del evaporador.
CO	monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1: DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA CABINA.

ANEXO 2: DESPIESE DE LA CABINA.

ANEXO 3: Práctica 1 “IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE A/C”.

ANEXO 4: Práctica 2 “ FUNCIÓN DE CADA COMPONENTE EN EL SISTEMA”.

ANEXO 5: Práctica 3 “REVISIÓN Y PRUEBAS ANTES DE ENCENDER EL SISTEMA”.

ANEXO 6: Práctica 4 “PRUEBAS DEL SISTEMA ENCENDIDO”.

## RESUMEN

La tesis titulada “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO PARA SISTEMAS AUTOMOTRICES”, se realizo en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

El propósito de este proyecto es el de construir un banco de pruebas para la realización de diagnósticos y pruebas para los estudiantes de Ingeniería Automotriz, este banco de pruebas consta de una cabina con todos los componentes del sistema de aire acondicionado para ensayos de climatización.

Las técnicas aplicadas en la investigación de este proyecto fueron la recopilación de datos necesarios para la simulación del funcionamiento del banco de pruebas, provisto este de un motor eléctrico de 2Hp para remplazar la torsión ejercida por la polea del cigüeñal hacia la polea del compresor y de una cabina que hace las veces de la parte interna de un automotor.

El principio del aire acondicionado automotriz representado en el banco de pruebas comienza cuando el compresor recibe el movimiento del motor eléctrico y este comprime al refrigerante a alta presión, seguidamente pasa este comprimido hacia el condensador donde el gas R134a se condensa, después el refrigerante llega a la botella deshidratante donde se retienen las partículas de humedad y el mismo llega a la válvula de expansión donde es pulverizado y finalmente llega al evaporador y por medio del motor soplador se acondiciona al habitáculo, a continuación se produce una recirculación del aire con la finalidad de enfriarlo y respirar un aire mas puro, para lo cual la cabina debe estar completamente cerrada.

---

ING CELIN PADILLA  
DIRECTOR DE TESIS

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

En este trabajo se dará una breve explicación del aire acondicionado automotor, comenzando por la evolución del mismo, desde que el hombre se dio cuenta de el interior de su nueva máquina, el automóvil, era muy caliente e incómodo, y decidió que debía hacer algo al respecto, hasta la época actual, donde los equipos de aire acondicionado son una opción básica de cualquier automóvil. Luego se dará una definición de las partes básicas de los diferentes sistemas de aire acondicionado, y por último, se hablará del fluido de trabajo del sistema, el refrigerante.

Los sistemas de aire acondicionado automotrices, hoy en día lo poseen la gran mayoría de los automóviles, ya que este sistema brinda comodidad, salud y seguridad a los ocupantes de los automotores, en cuanto al confort ya que el aire a una temperatura y humedad ideal disminuye la fatiga y aumenta la energía, también ayuda a cortar la negligencia ya que el calor produce sueño y por lo tanto puede producir accidentes; con respecto a la salud, puede quitar al aire que respiramos el 99% del polvo, suciedad y microbios que contiene, y en la seguridad con el uso del sistema a/c se logra que se movilen los vehículos con los vidrios cerrados y de esta manera se pueden evitar robos, asaltos o a su vez ingresos de sustancias y objetos extraños hacia el interior del vehículo.

El avance tecnológico y la competencia exhaustiva entre las marcas automotrices han implementado sistemas de aire acondicionado más eficientes los cuales deben ser revisados necesariamente por estudiantes de nuestra escuela con el afán de ver las posibles fallas, comprobaciones y soluciones del mismo, ya que en este banco se encontraran todas las partes que compone un sistema real de acondicionamiento automotriz que posee la mayoría de autos actuales que circulan en nuestro medio.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Hoy en día la mayoría de los autos tienen instalados un sistema de aire acondicionado que ya no viene a ser un lujo si no una necesidad ya que con este sistema se puede lograr algunos beneficios, tales como, respirar un aire puro, al igual que este sistema permite brindar confort a los ocupantes ya que permite bajar la temperatura en el habitáculo cuando en el exterior del mismo son excesivas, además nos brinda seguridad al tener los vidrios cerrados, el aire acondicionado también nos ayuda a disminuir el riesgo de accidentes ya que de alguna u otra forma ayuda a mantenernos despiertos.

En el banco de pruebas que vamos a implementar podremos observar el funcionamiento del sistema, divisando a cada componente que actúa en la función de acondicionar el aire, también podemos encontrar las diferentes fallas que se pueden dar en estos sistemas, de esta manera podemos lograr conseguir un conocimiento mas técnico acerca de los sistemas de aire acondicionado.

En cuanto a las pruebas que podemos realizar en el banco de pruebas serán las mismas que podremos encontrar en un sistema real, ya que este tiene todos los componentes que posee un sistema de aire acondicionado automotriz teniendo como objetivo un mejor conocimiento en esta rama de refrigeración.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y construir un banco de pruebas de aire acondicionado que permita realizar un conjunto de simulaciones y evaluaciones del comportamiento del sistema real de cualquier automóvil en una cabina.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar el funcionamiento del sistema de aire acondicionado y cada uno de los componentes que intervienen en el mismo.
- Selección de los componentes adecuados que intervienen en el sistema.
- Construir el banco de pruebas del sistema a/c para su funcionamiento.
- Realizar un conjunto de pruebas y evaluaciones de sistema prototipo.
- Elaborar los planes de mantenimiento y cuidados del equipo de pruebas.
- Elaborar las guías de prácticas y laboratorio.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### **2.1 PRINCIPIO DEL AIRE ACONDICIONADO AUTOMOTRIZ**

Al comienzo del desarrollo de los autos no había comodidad al ser transportado porque el objetivo era el poder desplazarse. Durante los meses fríos, las personas tenían que abrigarse y en el verano abrir las ventanillas.

Cuando se cerraron las cabinas de los automóviles, ocurrió que el interior se calentaba demasiado, entonces buscaron agregar aberturas pero se filtraba el polvo y la suciedad.

Un antecedente histórico de lo que hoy conocemos por aire acondicionado, es la idea de William Whiteley de colocar hielo en un contenedor y soplarle aire con un ventilador, en el año 1884.

En los autos se usó una cubeta cerca de las aberturas del piso. Posteriormente se desarrolló un sistema de enfriamiento por evaporación llamado "ojo climático" (Wheater Eye), se reducía la temperatura del aire haciéndolo pasar por agua.<sup>1</sup>

##### **2.1.1 MISIÓN DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO**

La misión del aire acondicionado es darnos como resultado un aire limpio saludable y refrescante esto se logra mediante la recirculación del aire.

##### **2.1.2 RESEÑA HISTÓRICA DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO**

Los primeros autos no eran precisamente cómodos; sus neumáticos delgados, interiores alfombrados proporcionaban un paseo muy incómodo. En el invierno los pasajeros se abrigaban, y en verano el aire acondicionado era el resultado de la brisa que soplaba al viajar a 25 km/h. Nada es más caliente que el interior de un auto, por lo que cuando los fabricantes de autos comenzaron a cerrar las cabinas, era obvio que se debía hacer algo con dicho calor; al principio se colocaron aberturas en el piso, pero esto trajo más polvo y sucio que aire acondicionado.

En 1884 William Whiteley tuvo la gran idea de colocar cubos de hielo en un contenedor debajo de la cabina de los carruajes y soplar aire adentro por medio de un ventilador.

Una cubeta cerca de las aberturas del piso fue el equivalente en el automóvil; luego vino un sistema de enfriamiento por evaporación llamado *Wheater Eye* (Ojo climático), en el que se

---

<sup>1</sup> Autor: Diego Medina, mayo2000, El aire acondicionado automotor

producía un efecto de disminución de la temperatura en el aire haciéndolo pasar sobre agua. Este sistema fue inventado por una compañía llamada Nash.

El primer auto con un sistema de refrigeración como los actuales fue el *Packard 1939*, en el que una *espiral enfriadora*, que no era más que un evaporador muy largo que envolvía toda la cabina, y cuyo sistema de control era el interruptor de un ventilador.

Luego vino *Cadillac*, que produjo 300 autos con aire acondicionado en 1941. Estos primeros sistemas de aire acondicionado tenían una gran desventaja, no existía un embrague en el compresor, por lo que éste siempre estaba encendido mientras en auto estaba en funcionamiento, y para apagar el sistema, se tenía que parar el auto, salir de éste, abrir el capó y quitar la correa del compresor. No fue sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial que *Cadillac* promocionó una nueva característica: controles para el aire acondicionado. Estos controles estaban localizados en el asiento trasero, por lo que el conductor debía estirarse hacia el asiento trasero para apagar el sistema, pero aún así era mejor que apagar el carro y desconectar la correa del compresor.

Los sistemas de aire acondicionado fueron por muchos años una opción no muy común. No fue sino hasta 1966 que el *Motor Sevice Manual* publicó que se habían vendido 3 560 000 unidades de aire acondicionado para automóviles que las ventas de autos con la opción de aire acondicionado se dispararon. Para 1987 el número de unidades de aire acondicionado vendidas fue de 19 571 000. En la actualidad se estima que el 80% de los carros y camiones pequeños en uso poseen unidades de aire acondicionado.

El aumento de unidades de aire acondicionado instaladas en los autos en los 70s y los 80s se debió a que a finales de los 70s, en los Estados Unidos las personas comenzaron a mudarse hacia estados más calurosos. Luego las personas que compraban autos deseaban que éstos estuviesen equipados con todas las opciones disponibles. Los vendedores hacían más dinero con estas opciones extras, por lo que comenzaron a incluir equipos de aire acondicionado como una característica básica y no como una opción, a pesar de ser una de las características más caras. Con el tiempo las unidades de aire acondicionado fueron mejorando, por lo que los conductores no tuvieron que preocuparse por el calor que pasaban debido a que sus unidades de aire acondicionado no funcionaban bien.<sup>2</sup>

Hoy día, las unidades de aire acondicionado son muy eficientes, con sistemas modernos como el ATC (Control automático de temperatura, por sus siglas en inglés), que es más confiable

---

<sup>2</sup> Autor: Diego Medina, mayo2000, El aire acondicionado automotor

que los viejos termostatos. Las computadoras a bordo también se aseguran que tanto el conductor como los pasajeros se sientan cómodos.

Las unidades de aire acondicionado automotoras están evolucionando continuamente, ahora hay más diseños de compresores y nuevos componentes electrónicos que mejoran la eficiencias de estos equipos; y no solo los componentes están evolucionando, por parte de los refrigerantes, los CFC (clorofluorocarbonos, también conocidos como R-12 o freón) están siendo reemplazados por otros gases refrigerantes como el R-134, que no contiene cloro, debido a que son contaminantes, especialmente dañinos para la capa de ozono.

### **2.1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO ACTUAL**

- Compresor
- Condensador
- Evaporador
- Dispositivos reguladores de presión
- Tubo orificio
- Válvula de expansión térmica
- Depósito – secador (filtro secador o botella)
- Acumulador
- Refrigerantes R-12 y 134 A

### **2.1.4 COMPONENTES BÁSICOS DEL SISTEMA A/C**

#### **2.1.4.1 COMPRESOR**



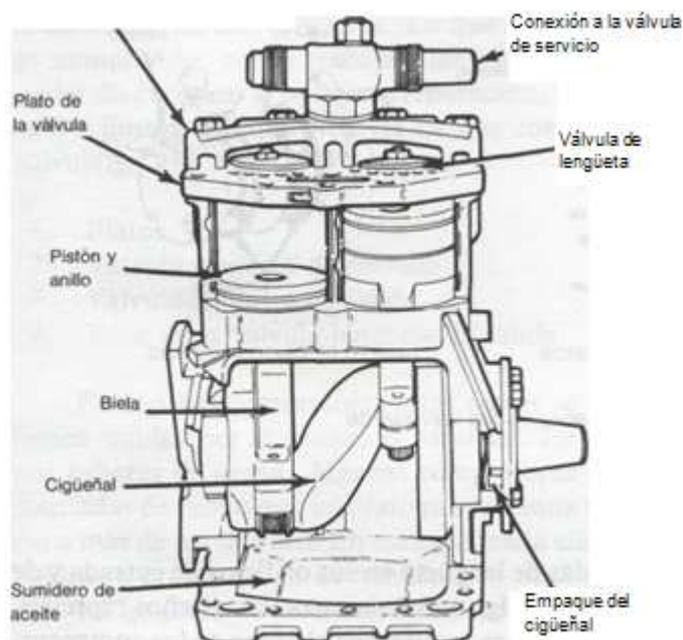
**FIGURA 2. 1 Compresor**

El compresor es la línea divisoria que separa los lados de alta y baja presión del sistema. Dentro del evaporador el R-134a absorbe una gran cantidad de calor. Este hierve y sale en forma de vapor. Aunque la manguera de succión se sienta fría, la temperatura del refrigerante es mucho más alta que la correspondiente a su punto de ebullición, o sea  $-29.8^{\circ}\text{C}$  ( $-21.6^{\circ}\text{F}$ ).

El refrigerante penetra al compresor donde será comprimido a un volumen cada vez más pequeño. A medida que esto ocurre, las moléculas del refrigerante son apretadas unas contra otras, haciendo que se eleve la temperatura. Algo parecido a lo que ocurre con una bomba de aire que se calienta cuando se inflan las llantas de una bicicleta.

Cuando aumentan la presión y la temperatura, aumenta también el punto de ebullición. Se estudió la forma en que puede cambiar el punto de ebullición de un líquido en la presión que se aplica sobre su superficie. A continuación, el refrigerante pasa al condensador. La función del compresor es elevar la presión, temperatura y punto de ebullición del refrigerante, por encima de los del aire circundante.

#### 2.1.4.1.1 COMPRESORES RECIPROCANTES



**FIGURA 2. 2 Vista de un corte transversal de un compresor con dos cilindros en línea**

Se emplea el compresor recíprocante. La palabra "recíprocante" significa "hacia atrás y adelante". Un pistón dentro de un cilindro se mueve de forma alternada hacia atrás y adelante

mediante un mecanismo de eje cigüeñal y biela. En la parte superior de la cámara del cilindro hay dos orificios: uno de entrada, conectado a la línea de succión, y uno de salida, que se conecta a la manguera de alta presión. Cada una de estas compuertas posee una válvula de lengüeta.



**FIGURA 2. 3 Compresor Diesel kiki**

Cuando el pistón se mueve hacia la parte inferior del cilindro se genera un vacío o succión por descenso de la presión. Esta baja de presión actúa sobre ambas válvulas de lengüeta, manteniendo cerrada la de salida y tirando de la de entrada para abrirla. A través de la válvula de entrada abierta penetra el vapor del refrigerante para llenar la zona de baja presión.

El pistón alcanza el punto extremo de su desplazamiento hacia abajo, y en seguida se mueve hacia arriba, para incrementar la presión dentro del cilindro. Esta presión, así aumentada, actúa una vez más sobre ambas válvulas, cerrando la de entrada. Cuando la presión dentro del cilindro alcanza un valor suficientemente grande, se abre la válvula de salida, y el vapor penetra con fuerza en el interior de la manguera de alta presión.



**FIGURA 2. 4 Compresor rotatorio Mitsubishi sin embrague**

Todos los compresores reciprocantes de los sistemas de aire acondicionado automotriz utilizan válvulas de lengüeta en sus orificios de entrada y de salida. No todos los compresores tienen

válvulas susceptibles de reparación; esto quiere decir que, cuando una válvula está mala; hay que remplazar todo el compresor. Si la válvula es reparable o hay que remplazar todo el compresor, es algo que por el momento no nos concierne. Lo que necesitamos es comprender cómo trabajan las válvulas para poder diagnosticar si necesitan reparación. Las cuatro partes de que consta una válvula:

1. Plato.
2. Válvula lengüeta de entrada.
3. Válvula lengüeta de salida.
4. Tope de la válvula lengüeta de salida.

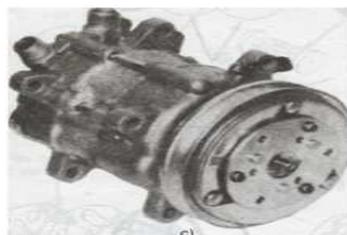
En algunos compresores estas partes se mantienen unidas por remaches o tornillos. En otras por cabezas de perno. Algunos compresores están diseñados de modo que un plato proporciona servicio a más de un cilindro. En ese caso, cada cilindro tendrá su propio juego de válvulas.

La lengüeta de salida tiene un tope o gancho situado por encima de la válvula. Cuando el pistón se dirige hacia arriba, la fuerza ejercida contra la lengüeta de salida es muy intensa. El tope evita que la lengüeta sea forzada y se abra demasiado. La deflexión exagerada de la lengüeta puede producir fatiga y romperla.

El calor que genera la compresión del R134a es demasiado. El compresor depende del refrigerante frío que penetra para evitar el sobrecalentamiento. Una válvula en mal estado de entrada o de salida puede generar sobrecalentamiento en el compresor. Por ejemplo:

Si la válvula de entrada funciona mal puede dejar pasar vapor caliente de regreso hacia la línea de succión cuando el pistón se desplaza hacia arriba y comprime el refrigerante. En el siguiente viaje del pistón hacia abajo, el cilindro se volverá a llenar con vapor caliente no con el necesario vapor frío. Esto dará como resultado, que se genere calor dentro del compresor.

Si la válvula de salida está defectuosa, cuando el pistón se desplace hacia abajo, entrará de nuevo vapor caliente hacia el cilindro. La presión elevada que persiste dentro del cilindro evitará que el vapor se enfríe, y otra vez la situación dará lugar a que se eleve la temperatura del compresor.



**FIGURA 2. 5 Compresor rotatorio Oqura OW- 135**

En cualquier caso, sea que la válvula de salida o de entrada estén rotas o torcidas, la capacidad del compresor se verá reducida. Esto dará como resultado que la presión en el lado de alta o la presión de la cabeza sea muy baja, y el acondicionador de aire tendrá poca capacidad de enfriamiento. Otro síntoma importante del mal funcionamiento de las válvulas del compresor es el *calor exagerado en la parte del compresor que aloja las válvulas*. Esto se puede verificar con la máquina trabajando y el sistema de aire acondicionado operando al máximo. Una válvula deficiente puede producir tanto calor que se llega a quemar la pintura de la cabeza del compresor. Hay más síntomas que indican el mal funcionamiento de las válvulas.

#### **2.1.4.1.2 ACEITE DEL COMPRESOR**

Un compresor es un aparato mecánico que tiene muchas partes que giran y se deslizan. Es necesario lubricarlo con aceite para reducir la fricción generada por el movimiento de dichas partes. El aceite ayuda también a enfriar los pistones; la pared del cilindro actúa como un elemento que sella los anillos del pistón y el cierre del cigüeñal. El aceite sirve para satisfacer las necesidades de lubricación del compresor, casi en la misma forma que el aceite de un motor satisface las necesidades del mismo. No obstante, aquí termina la comparación. No es posible cambiar el aceite del compresor por aceite de motor, porque no son iguales.

El aceite refrigerante tiene tres características muy distintas:

El aceite refrigerante no contiene parafina, esto quiere decir que está hecho a base de petróleo libre de ceras parafínicas.

El aceite refrigerante es muy viscoso, en otras palabras, no se hace más fluido cuando se calienta.

El aceite refrigerante está *deshidratado*, esto significa que no contiene agua.

Además, hay otras razones importantes por las que no se debe utilizar, nunca, aceite de motor en un sistema acondicionador de aire.

1. Los aditivos y detergentes que contiene el aceite de motor pueden actuar químicamente con el refrigerante.
2. La viscosidad del aceite de motor es de 10 a 50, en tanto que la del aceite refrigerante es de 300 a 525.

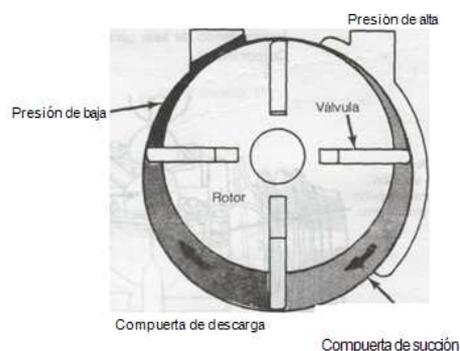
### 2.1.4.1.3 COMPRESOR ROTATORIO



**FIGURA 2. 6 Compresor rotatorio Seiko - Seiki**

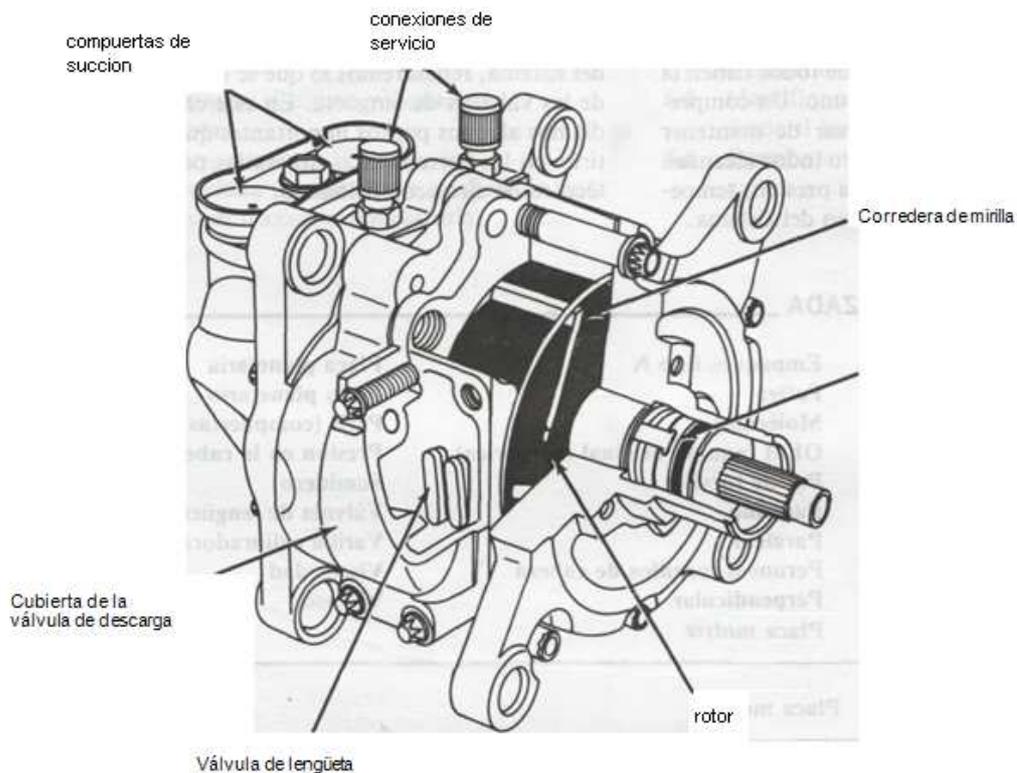
Hasta ahora la regla en las aplicaciones automotrices había sido el uso de compresores reciprocantes. Los sistemas de aire acondicionado comerciales (diferentes de los automotrices) utilizan compresores de tipo diferente, por ejemplo rotatorio o de tornillo.

Se ha comenzado a utilizar un compresor rotatorio en campo automotriz semejante en cuanto a su operación a una bomba de emisión de aire (smog). Un compresor giratorio tiene un rotor que gira dentro de una cámara. El rotor es excéntrico dentro de la cámara, de modo que sus bordes están más próximos a un lado. Las paletas giran junto con el rotor; al seguirlo, sellan el contorno de la cámara. A medida que la paleta pasa por la compuerta de succión, la acción de barrido atrapa al refrigerante, lo conduce a un área sellada más allá de la compuerta de succión. Cuando el rotor gira, el refrigerante atrapado pasa a través de un área cada vez menor hasta que es expulsado hacia el exterior por la compuerta de descarga. Este proceso comprime el refrigerante, lo que obliga a acumular aceite en este punto. El aceite se utiliza para sellar el espacio situado entre el rotor y la cámara. Este tipo de compresor utiliza válvulas de lengüeta semejante a las que emplea un compresor reciprocante pero sólo en el lado de descarga.



**FIGURA 2. 7 . Sección transversal de un compresor de turbina rotatoria**

En aplicaciones por cuenta del usuario se emplea un compresor de hélices rotatorias de tipo York. Este compresor no puede repararse, hay que remplazado como unidad. El nivel de aceite en este compresor se comprueba retirando ambas mangueras, la de succión y la de escape. Consultar el manual de servicio.



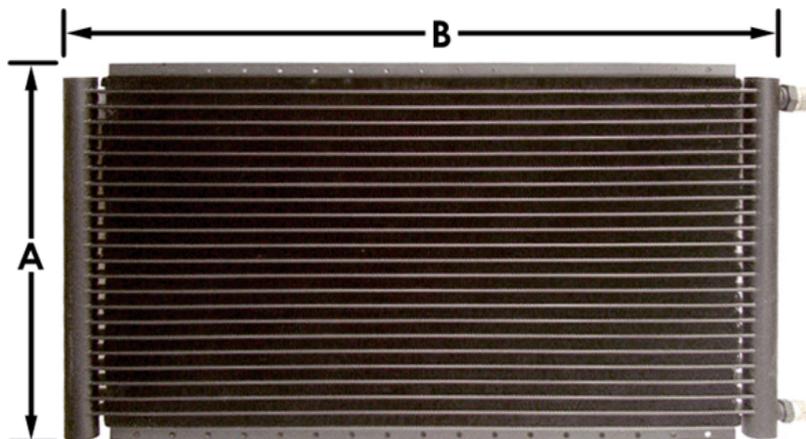
**FIGURA 2. 8 Partes de un Compresor**

Se han estudiado compresores de diferentes tipos y formas y la conclusión es que todos tienen la misma función con excepción de uno. Un compresor puede variar su salida a pesar de mantener constante la velocidad del eje. Pero todos alcanzan el mismo objetivo; incrementar la presión, temperatura y punto de ebullición dentro del sistema.

Cuando estudiemos la sección de diagnóstico del sistema, repasaremos lo que se dijo aquí acerca de las válvulas de lengüeta. En este capítulo estudiamos algunos puntos importantes que se convertirán en las herramientas necesarias para un buen técnico de aire acondicionado.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 66 hasta PP 87

### 2.1.4.2 CONDENSADOR



**FIGURA 2. 9 Condensador**

El propósito del lado de alta en el sistema es cambiar el refrigerante de vapor a líquido. El compresor incrementa la temperatura del refrigerante de manera considerable. Siguiendo el orden natural de las cosas, el calor debe desplazarse desde el refrigerante caliente hacia el aire del ambiente más frío. El calor que se encuentra dentro del sistema debe transferirse a los tubos del condensador mediante conducción (por contacto), y a continuación debe irradiarse hacia el aire. Debido a que el proceso de radiación es mucho más lento que el de conducción, hay que exponer una mayor superficie al aire, que al refrigerante. El condensador sirve para cumplir con ese propósito. El condensador es un tubo largo que corre hacia atrás y adelante a través de muchas aletas. Se le llama serpentín (está enrollado como serpiente).

#### 2.1.4.2.1 UBICACIÓN DEL CONDENSADOR

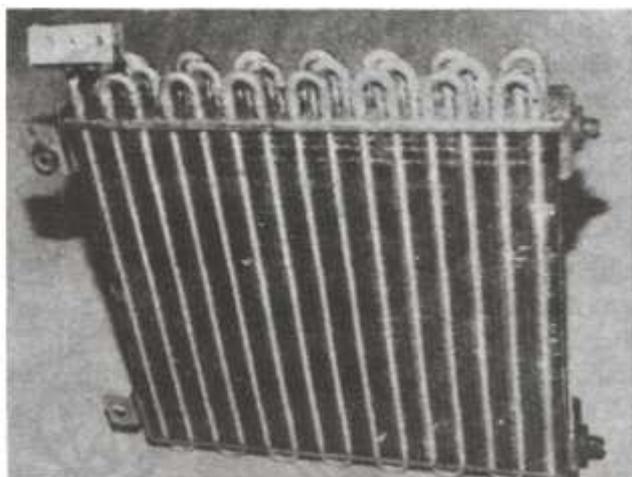
En general, el condensador se instala enfrente del radiador del motor para aprovechar el efecto del golpe de aire que se produce al moverse el vehículo hacia delante. En algunos camiones pesados el condensador se monta encima de la cabina. Casi siempre este es el caso cuando la temperatura de enfriamiento del motor es controlada por radiador de persiana en vez de flujo de refrigerante controlado por termostato. Se elimina el efecto de golpe de aire si las persianas están cerradas.

Algunos vehículos tienen muy baja la cubierta (cofre) del motor por lo que se dificulta instalar un condensador de tamaño suficiente para satisfacer las necesidades del sistema. En tales casos hay que utilizar dos condensadores en serie, para el sistema de aire acondicionado (la salida de uno está conectada a la entrada del otro).

### 2.1.4.2.2 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONDENSADOR

El refrigerante penetra siempre en forma de vapor en la parte superior del condensador. A medida que el refrigerante se desplaza hacia abajo por los tubos del condensador transmite calor hacia el aire ambiente. El calor que abandona el refrigerante permite que éste cambie de estado y se convierta en líquido. A este calor se le denomina calor latente de condensación. Mientras el vapor sufre el proceso de cambio de estado no es posible medir con un termómetro el intercambio de calor.

Para abreviar este ejemplo se puede asumir que el condensador tiene el tamaño adecuado. Todo el refrigerante que penetra al condensador en forma de vapor, se condensa al instante de abandonarlo. En este ejemplo la temperatura sensible (que puede medirse con un termómetro) tanto del vapor como del líquido, serán exactamente iguales.



**FIGURA 2. 10 Estructura de un serpentín**

En realidad, el proceso de condensación termina antes que el refrigerante salga del condensador. En tanto que el líquido refrigerante continúa atravesando el último tramo del condensador, se irradiará un poco de calor adicional hacia el aire exterior. Este es calor sensible, o sea, que la temperatura del líquido de salida será un poco más fría que la del líquido de entrada.

La cantidad de calor sensible que se irradia hacia fuera del condensador está definida por la carga del acondicionador de aire y la temperatura ambiente.

Cuando los ingenieros diseñan un sistema de aire acondicionado tratan de imaginar las condiciones más adversas posibles de su funcionamiento. Por tanto, el condensador se diseña de un tamaño suficiente para que funcione en condiciones razonablemente buenas en los días más calurosos y bajo la carga más pesada del motor. La carga pesada sobre el motor y la transmisión, producirá incremento de la temperatura del refrigerante, lo que afecta de manera directa la temperatura del radiador y del condensador.

El calor latente retirado del refrigerante genera un cambio de estado pero no cambia la temperatura sensible del mismo. El aire que fluye a través del condensador absorbe el calor del refrigerante y se calienta.

Se puede afirmar que el refrigerante entra al condensador en forma de vapor y lo abandona convertido en líquido sin cambiar de temperatura. El aire pasa a través del condensador e incrementa su temperatura sin cambiar de estado.<sup>4</sup>

### **2.1.4.3 EVAPORADOR**



**FIGURA 2. 11 Evaporador**

Igual que el condensador, el evaporador es un dispositivo que intercambia calor; está instalado en el compartimiento de los pasajeros. Casi siempre el evaporador se ubica detrás del tablero de instrumentos. Un ventilador o impulsor hace circular el aire hacia el exterior o recircula el aire interior a través del evaporador para enfriarlo.

En vehículos con compartimiento de pasajeros muy amplio (por ejemplo, limosinas) se pueden utilizar dos evaporadores, uno delante y otro detrás. Con dos evaporadores, el frío del interior es más homogéneo, que con uno solo. Cada evaporador tiene su propio tubo calibrado (o válvula de expansión) y su deshidratador acumulado (si se trata de un sistema TOCEP).

#### **2.1.4.3.1 ESTRUCTURA DE UN EVAPORADOR**

Los evaporadores pueden tener estructura de serpentín (tubo y aleta) o celular (placas y aletas). El tubo interno se divide en cuatro tubos más pequeños antes de pasar a través de las aletas. Los cuatro tubos pequeños se conectan a tubos más grandes que rodean, por detrás y delante, a las

<sup>4</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 100 hasta PP 106

aletas. El propósito de empezar con tubos pequeños, y después aumentar gradualmente el calibre, es permitir un mejor control de la expansión del refrigerante.



**FIGURA 2. 12 Estructura de un evaporador**

En un evaporador con estructura celular cada celda está formada por dos placas unidas entre sí. Estas celdas a su vez se apilan una sobre otra y se unen mediante aletas. En cada extremo se moldean las celdas para darles una forma parecida a la del tanque de un radiador. En la parte inferior del tanque se conecta un tubo interno y en la superior se instala un tubo terminal (el tubo que conduce el vapor del refrigerante que llega del evaporador). El líquido refrigerante penetra por la parte inferior del tanque expandiéndose hacia arriba a través de las celdas hasta la parte superior. Los evaporadores instalados de fábrica son de aluminio, en tanto que las unidades que se comercializan, pueden tener tubos de cobre con aletas de aluminio.

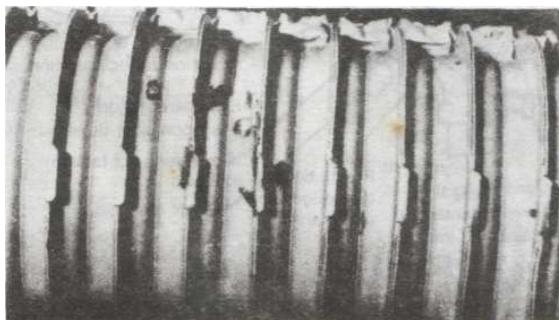
#### **2.1.4.3.2 POSIBILIDAD DE REPARAR EL EVAPORADOR**

Se considera que los evaporadores de aluminio no son reparables. El tubo de cobre se puede soldar en caso que tenga agujeros. Los daños producidos al evaporador casi siempre son debidos a causas externas, pero también son de origen interno. La humedad que se desprende del refrigerante R-12 reacciona para producir ácidos: carbónico, clorhídrico, fluorhídrico y también hidróxidos de hierro y aluminio. Un evaporador corroído en su interior, no debe repararse, aunque fuera posible, los ácidos que dañan el sistema deben lavarse.

#### **2.1.4.3.3 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DEL EVAPORADOR**

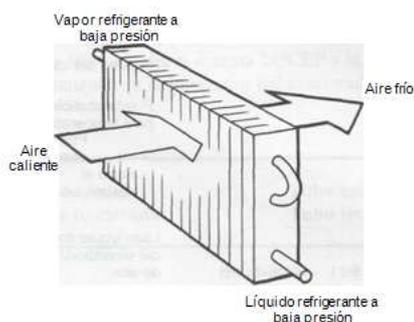
En este punto dedicaremos algún tiempo para definir el término *atomizar*, la palabra "átomo" proviene de la palabra griega *átomos*, que significa indivisible, o también la cantidad más pequeña que se puede tener de algo. Atomizar un líquido significa reducirle a gotas del tamaño más pequeño posible. No obstante, aún conserva su estado líquido, y todavía no es vapor. Un buen ejemplo de esto es el

vapor de agua que está en el aire. No puede verse hasta que se condensa en gotas de agua para formar nubes.



**FIGURA 2. 13 Evaporador celular corroído**

El refrigerante que procede del tubo calibrado reduce su presión tan rápidamente que se atomiza de manera instantánea. La tendencia natural es convertirse en vapor.



**FIGURA 2. 14 Funcionamiento del evaporador**

Sin embargo, un líquido no puede cambiar a vapor mientras no absorba calor latente (el refrigerante R-12 tiene 71 Btu por libra o 39 calorías por gramo de calor latente). A medida que el refrigerante atomizado pasa a través del evaporador, absorbe calor del aire que proviene del compartimiento de los pasajeros, lo que permite que el refrigerante se vaporice.

Un sistema TOCEP se construye de tal modo que no se necesita vaporizar todo el refrigerante en el interior del evaporador, una parte del líquido refrigerante permanece dentro del acumulador.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 111 hasta PP 115

#### **2.1.4.4 VÁLVULA DE EXPANSIÓN TÉRMICA**



**FIGURA 2. 15 Válvula de expansión**

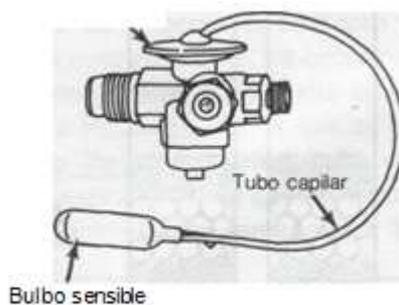
En todo sistema de refrigeración se necesita un método para reducir la presión del refrigerante en el evaporador. Los fabricantes de aire acondicionado automotriz utilizan un tubo calibrado, o una válvula de expansión.

Entre los diferentes tipos de válvula de expansión que se utilizan sólo la válvula de expansión termostática se utiliza en las unidades automotrices. Una válvula de expansión controla el flujo de refrigerante hacia el interior del evaporador según la temperatura del refrigerante que abandona el evaporador. Este flujo es crítico en un sistema con válvula de expansión debido a que todo refrigerante debe vaporizarse antes de abandonar el evaporador. El refrigerante atomizado que sale por la manguera de succión puede dañar el compresor. El diseño y la calibración de la válvula de expansión están relacionados con el tamaño del evaporador. Un evaporador con superficie muy grande en las aletas necesita mayor cantidad de refrigerante que el que tiene menor área en las mismas. La válvula de expansión y el evaporador deben operar conjuntamente. Si alguno de los dos trabaja en forma incorrecta afectará todo el equilibrio del sistema.

##### **2.1.4.4.1 TEORÍA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN**

Se puede comprender mejor el proceso de evaporación en una válvula de expansión. El diagrama responde a dos tipos de presión:

- La presión interna del refrigerante en el lado de baja que intenta cerrar la válvula a través de la vía ecualizadora.



**FIGURA 2. 16 Partes de la válvula de expansión**

- Una fuerza en sentido opuesto que responde a la temperatura del de baja que intenta abrir la válvula. Un gas cautivo (CO) en el interior de un bulbo sensible y un tubo capilar conectan el tubo de recolección y la cámara del diafragma.

El sistema está diseñado de modo que el refrigerante que penetra al evaporador se evapore por completo antes de llegar al tubo de recolección, la presión del sistema en el lado de baja indica el punto en el que ocurre esto, reaccionando para cerrar el diafragma de la válvula de expansión.

Se puede decir que este lado del diafragma de la válvula de expansión reacciona al calor latente de evaporación. A medida que el vapor refrigerante sale por el tubo de recolección absorbe más calor haciendo que su temperatura se eleve. Este calor adicional se denomina sobre calor. El sobre calor se debe al calor sensible (calorías) Btu que se absorben después que la evaporación ha terminado. El bulbo sensible detecta la temperatura del tubo de recolección y dilata el CO<sub>2</sub> (gas capturado) a través del tubo capilar, aplicando presión para abrir el diafragma de la válvula de expansión.

La temperatura del tubo de recolección (sobre calor) intenta abrir la válvula de expansión, y la presión del sistema en el lado de baja intenta cerrarla, estas dos fuerzas se equilibran mediante un ajuste de fábrica en el resorte de sobrecalentamiento. Este ajuste es lo que hace que una válvula de expansión trabaje de manera adecuada, en tanto otra lo haga de manera inapropiada, cuando todos los demás factores permanecen iguales, pernos de transmisión conectan el diafragma a la válvula el diafragma mueve la válvula para controlar el flujo del refrigerante. El diámetro del orificio calibrado de una válvula de expansión es aproximadamente de 0.008 pulgadas (0.2 mm).

Al conectar el bulbo sensible al tubo de recolección lo mejor es situarlo en la posición más cercana al extremo superior.

Hay que limpiar el punto de contacto entre el bulbo y el tubo de recolección antes de instalar las pinzas. El aceite refrigerante tiende a seguir el contorno inferior del tubo de recolección pudiendo aislar, en cierto grado, el bulbo sensible del flujo de calor. Es importante proteger con cinta aislante la

región situada entre el bulbo sensible y el tubo recolector. Así se evita que el calor del compartimiento del motor afecte la temperatura del bulbo.

#### **2.1.4.4.2 DIAGNÓSTICO DE VÁLVULA DE EXPANSIÓN DEFECTUOSA**

Los síntomas de válvula de expansión defectuosa son: ausencia o poco frío en el evaporador, el ventilador trabaja en forma normal pero el aire está caliente.

Cuatro son las formas en que se manifiestan los defectos de una válvula de expansión, el principio básico de cada defecto para familiarizarnos con cada uno de los problemas.<sup>6</sup>

#### **2.1.4.5 DEPÓSITO – SECADOR (FILTRO SECADOR O BOTELLA)**



**FIGURA 2. 17 Vista del filtro secador o botella**

El refrigerante que abandona el condensador es muy inestable, casi todo ha sufrido cambio de estado para volverse líquido; no obstante, aún contiene burbujas de vapor saturado (vapor saturado es el que entra en contacto con líquido a la misma temperatura que el vapor)

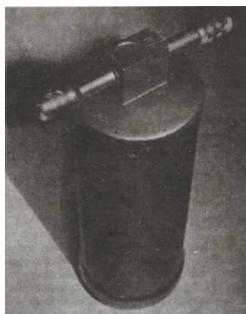
#### **2.1.4.5.1 RECIPIENTE**

El refrigerante fluye hacia un envase denominado recipiente. El recipiente sólo es un tanque de contención para que todos los residuos de vapor saturado se desprendan del líquido, o sea para permitir que se estabilice. Se instala un tubo de recolección de modo que sólo alcance la superficie del

---

<sup>6</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 130 hasta PP 138

líquido refrigerante. Es muy importante en este sistema que por la línea de suministro circule exclusivamente líquido refrigerante.



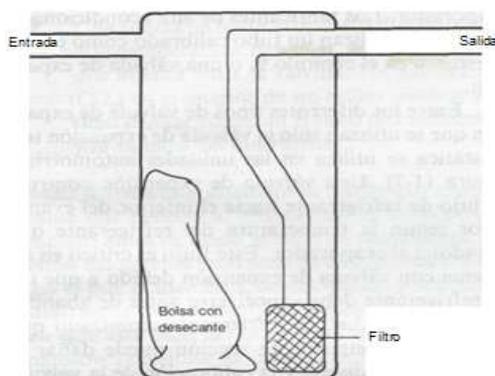
**FIGURA 2. 18 Recipiente secador**

El refrigerante, que penetra al recipiente, viene mezclado con aceite, una parte del aceite queda atrapada permaneciendo en ese sitio, en este lugar el aceite no tiene ninguna función y debe salir una cantidad igual a la que penetra. La primera función, del recipiente secador, es estabilizar el refrigerante que penetra de manera que únicamente salga refrigerante en estado líquido.

#### **2.1.4.5.2 SECADOR**

El recipiente también contiene desecante para absorber todo residuo de humedad que quede después de la reparación. El desecante puede ser granular y encerrado en una bolsa, de esta forma el contacto entre refrigerante y desecante es pasivo, la bolsa permanece entre el líquido refrigerante y aceite acumulados absorbiendo la humedad con la que se ponga en contacto directo.

En la parte inferior del tubo de recolección se encuentra un filtro que sirve para retirar toda partícula de mayor tamaño que llegue con el refrigerante, el desecante también puede estar en forma de esferitas más grandes colocadas entre dos filtros, a esta estructura se le denomina filtro molecular, que desempeña una labor de filtrado mucho más eficiente.



**FIGURA 2. 19 Estructura del recipiente secador con bolsa desecante**

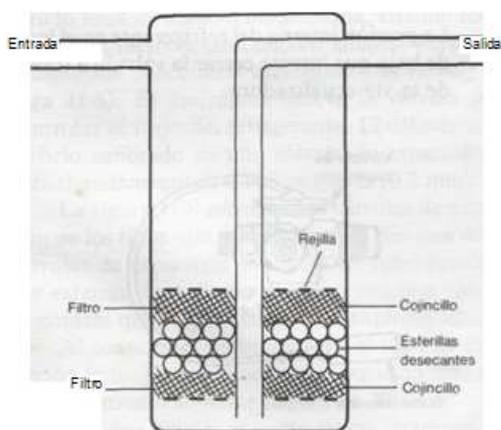
Se puede observar que el refrigerante es forzado a pasar por el filtro, luego a través del desecante, y enseguida por otro filtro en tanto se completa el proceso de estabilización, este sistema es más eficiente porque todo el refrigerante entra en contacto con el desecante. No queda ningún espacio libre.

El par de filtros atrapa residuos arrastrados por el líquido refrigerante, partículas metálicas que se desprenden por el desgaste del compresor, partículas de dióxido de hierro y aluminio también quedarán atrapadas en los filtros, los contaminantes químicos como el ácido clorhídrico (refrigerante y agua) y otros ácidos permanecen en el sistema.

Este método es excelente para filtrar refrigerante, su trabajo es tan bueno que los filtros se obstruyen con desperdicios y eso evita que funcione el sistema, por otro lado, cuando las bolitas de desecante se desgastan (como ocurre con todo desecante), se desprende polvo de ese material que fluye por el sistema generando otros problemas.

Por ahora se puede afirmar que la segunda función del recipiente secador es absorber la humedad que queda después de la reparación, la tercera función es filtrar el refrigerante.

No se puede saber cuál es la estructura de un recipiente secador a menos que se corte por la mitad. Si el sistema trabaja bien, no es importante conocer la estructura del recipiente. Cuando el sistema no trabaja es que resulta importante conocer su estructura.

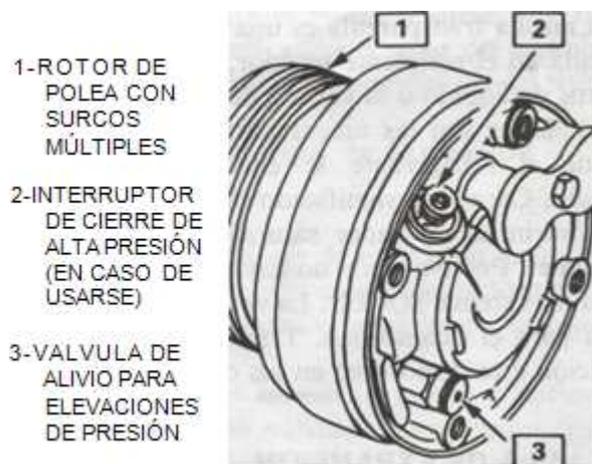


**FIGURA 2. 20 Estructura del recipiente secador con filtro molecular**

<sup>7</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 128 hasta PP 132

### 2.1.4.5.3 VÁLVULA DE ALIVIO PARA ELEVACIONES DE PRESIÓN

Todos los fabricantes de equipo original instalan una válvula de alivio para el caso que la presión suba en el compresor o en el recipiente secador.



**FIGURA 2. 21 Válvula de alivio para elevaciones de presión en el compresor**

Si el sistema se obstruye o bloquea, el compresor podría elevar la presión hasta un punto peligroso, la cual puede expulsar la manguera de alta con violencia o quemar la banda impulsora, para evitar estos daños se instala una válvula que se abre cuando la presión alcanza 450 a 550 lb/pulg<sup>2</sup> (3 103 a 3 792 kPa), según las especificaciones del fabricante.

Al elevarse la presión se abre la válvula de alivio y escapan con fuerza refrigerante y aceite del sistema, si el sistema se utiliza en forma continua hay que verificar los niveles de aceite, algunos fabricantes instalan un interruptor de cierre de baja presión sobre el recipiente secador.



**FIGURA 2. 22 Válvula de alivio para elevaciones de presión en el recipiente**

#### **2.1.4.5.4 MIRILLA TRANSPARENTE**

Una mirilla transparente es una ventana de cristal situada en el recipiente secador, la línea de suministros de líquido o la válvula de expansión. Estas son las únicas partes del sistema en donde el refrigerante se encuentra en estado líquido, carece de significado observar por la mirilla burbujas de vapor saturado en condiciones normales. La ventanilla es muy valiosa para el diagnóstico.<sup>8</sup>

### **2.1.5 COMPONENTES SECUNDARIOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**

#### **2.1.5.1 TUBERÍAS**

Las conexiones entre los cinco elementos de una unidad de aire acondicionado deben ser flexibles, el evaporador se sostiene con firmeza en el cuerpo del acondicionador. El condensador está fijo en el frente del radiador donde las vibraciones del camino producen movimientos, la línea de suministro de líquido que conecta el condensador al evaporador debe ser flexible para que pueda absorber la vibración.

El compresor se flexiona constantemente en su montaje, la manguera de succión conectada al evaporador y la manguera de alta presión que se dirige al condensador, deben absorber los movimientos del compresor.

Las conexiones de las mangueras también deben de absorber la vibración pero sin permitir fugas de refrigerante, a veces las conexiones soportan pesos considerables además de la manguera y quizá un silenciador, en ocasiones, quizá otro técnico en trabajos previos haya instalado mazos de cables u otras mangueras al calentador, y todo ese peso lo único que hace es acortar la vida de la conexión de la tubería

#### **2.1.5.1.1 TUBERIAS DE NEOPRENO**



**FIGURA 2. 23 Tubería de neopreno**

---

<sup>8</sup> <http://www.todomecanica.com/curso-aire-acondicionado.html>

Las mangueras de neopreno se construyen en capas, la capa central de sellamiento, de neopreno es suave, hermética y de calidad para refrigerante denso, el sellamiento es importante para evitar la pérdida de refrigerante.

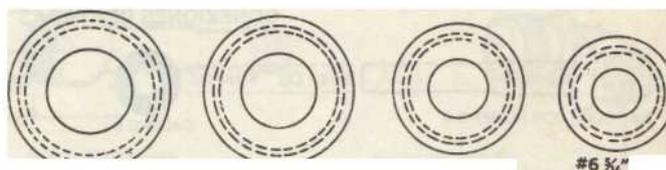
El interior está torneado para alisar su diámetro interior y reducir así la fricción al flujo de refrigerante, la carga promedio de refrigerante en el sistema es de 2 a 5 libras, el calor latente de evaporación por cada libra de refrigerante es de 71 Btu (cerca de 18 calorías grandes).

Es fácil observar la importancia que tiene que el acabado interior quede liso para poder disminuir la fricción, la segunda capa y la cubierta externa son de neopreno duro pero flexible y resistente al calor.

Dos capas (en las mangueras de doble trenzado) de rayón dan a la manguera resistencia y durabilidad, hay mangueras con una sola capa de rayón, esas mangueras sencillas son más baratas pero no tienen la misma duración que las de dos capas.

A lo largo de la cubierta exterior de la manguera hay una serie de diminutos agujeros que sirven para que cualquier fuga de refrigerante escape precisamente en el sitio donde están, si las capas no estuviesen ventiladas de esa manera, el refrigerante que se fuga se desplazaría a lo largo de las capas de rayón y saldría por los extremos de la manguera.

Los orificios evitan también la formación de burbujas, ya que si se formasen, habría que cambiar toda la manguera, cuando en realidad todo lo que se necesita es una reparación local.



**FIGURA 2. 24 Diámetros de mangueras**

En general, las mangueras de neopreno que se utilizan para aplicaciones automotrices son de los números 6, 8, 10 y 12. Mientras más pequeño sea su número menor será el calibre, dos factores determinan el número de la manguera que debe utilizarse en cada sitio.

Primero, todos los sistemas de aire acondicionado utilizan tres calibres diferentes según las condiciones del refrigerante en el interior de la manguera, el refrigerante del interior de la manguera de succión se encuentra en estado de vapor a baja presión, el diámetro de la manguera de succión debe ser el más grande de los tres para garantizar que el compresor no trabajará en vacío.

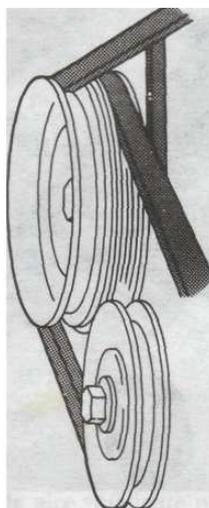
El refrigerante en la manguera de alta presión es un vapor a presión elevada, el diámetro de la manguera de alta presión puede ser más pequeño, y aún así contener el mismo volumen que la línea de succión, en la línea de suministro de líquido se ha condensado para formar un líquido a presión elevada, el diámetro de la manguera de la línea de suministro de líquido es el más pequeño de los tres.

Segundo, el calibre de cada manguera puede variar según el diseño del sistema, un sistema con mucha carga de refrigerante utilizará mangueras más grandes que otro con carga menor.<sup>9</sup>

### 2.1.5.2 BANDAS

Si se tiene un ventilador controlado por embrague o aspas flexibles o de paso fijo, se necesita alguna forma de accionarlo, el método más común es el de transmisión por banda, hay dos métodos básicos para la construcción de una banda impulsora en V.

El primero es un diseño relativamente nuevo que se llama poli-V, es plana pero tiene surcos en su interior *Poli* es una palabra griega que significa "muchos", una banda poli-V tiene muchos surcos en forma de V que encajan en una polea., la ventaja de este tipo de construcción es su capacidad para:



**FIGURA 2. 25 Banda en V**

---

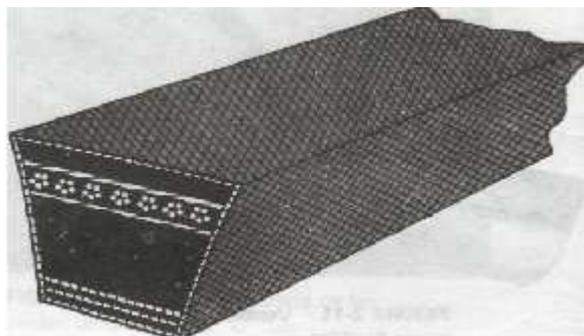
<sup>9</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 154 hasta PP158

- Tener suficiente contacto entre la banda y la polea para manejar cargas pesadas
- Reducir el espesor para disminuir la fricción por flexión cuando se usa en una polea pequeña
- Disminuir el peso, para reducir la pérdida de energía en la banda.

La investigación en ingeniería acerca de bandas sincronizadas para motor permitió construir este tipo de banda.



**FIGURA 2. 26 Polea poli-V**

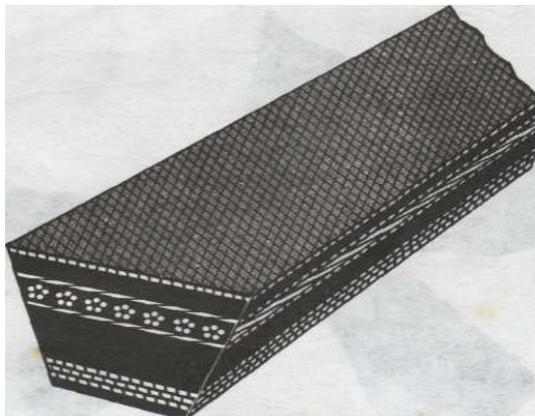


**FIGURA 2. 27 Banda de construcción combada**

El segundo método es el diseño convencional en uso desde hace varios años, hay dos tipos. El primero es la banda cubierta, la estructura de la banda está en contacto con la polea. El segundo tipo de diseño se llama una estructura laminada o en capas, en esta estructura la cara de la banda es neopreno y se agarra mejor a la polea.

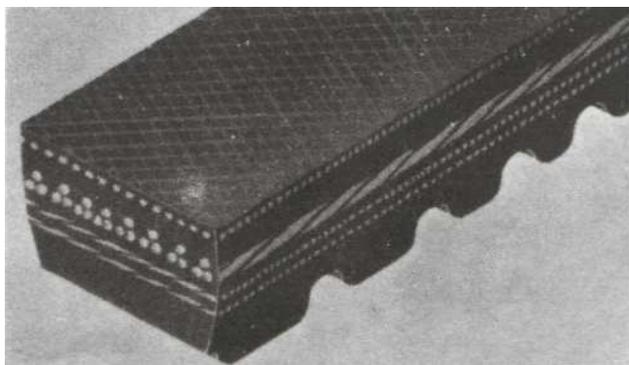
Algunas bandas laminadas tienen dientes en la cara inferior, a veces se le llama banda dentada, este tipo de banda se emplea mejor con poleas de diámetro pequeño como las que usan algunos

alternadores, cuando una banda se dobla sobre una polea de diámetro pequeño pueden ocurrir algunas cosas poco recomendables.



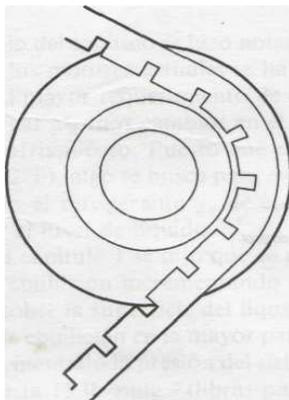
**FIGURA 2. 28 Banda de construcción en capas**

Primero, el arco exterior de la banda se estira mientras que el interior se comprime, esto hace que la banda se comprima y se abulte críticamente en la cara que está en contacto íntimo con la polea.



**FIGURA 2. 29 Banda de construcción dentada**

El estiramiento, compresión y abultamiento producen fricción y calentamiento, acortando la vida de la banda y la polea, el uso de bandas con diseño dentado permite mayor y mejor contacto con las poleas de diámetro pequeño sin flexión y fricción excesivas, que están presentes en otro tipo de banda.



**FIGURA 2. 30 Banda dentada flexionándose sobre una polea**

### **2.1.5.3 GAS DEL SISTEMA**

En el pasado se utilizaron muchas sustancias como refrigerantes. De las primeras que se emplearon se pueden mencionar dióxido de azufre, cloruro de metilo, dióxido de carbono y el amonio, este último aún se emplea en ciertas aplicaciones industriales, pero todos estos refrigerantes dejan mucho que desear, el dióxido de azufre, cloruro de metilo y amonio son letales.

Un escape súbito en el sistema acondicionador de aire, cargado con alguno de estos gases, provocan que el conductor quede inconsciente antes que logre detener el vehículo, además, el amonio y el dióxido de carbón requieren un sistema muy resistente, debido a la presión muy elevada que se necesita para condensarlos.

En 1928, un químico de la General Motors, Thomas Midgley, ideó un refrigerante no tóxico, la Frigidaire División de la General Motors estudió con amplitud este nuevo refrigerante y lo encontró ideal, en 1931, DuPont y General Motors formaron la Kinetic Chemical Company, para producir el nuevo refrigerante bajo el nombre de Freón, registrado por DuPont.

En 1949, DuPont compró las acciones de General Motors que tenía en la Kinetic Chemical.

Al paso de los años se han creado muchas clases de freones cada una con diferente número de identificación, por ejemplo, 11, 12, 22 y 502. Se han utilizado para distintas aplicaciones y con diferentes características. Nos referiremos al tipo llamado Refrigerante-12 o R-12. En terminología química se le conoce por la fórmula  $CCl_2F_2$  y se le denomina di cloro difluorometano, pero los técnicos automotrices lo llaman R-12. También lo fabrican otras compañías químicas diferentes de DuPont con nombres en código como F-12 o G-12. La letra no tiene importancia a condición que el número sea 12, todo

refrigerante que se use en el sistema de aire acondicionado de un automóvil debe ser  $CCl_2 F_2$  y tener una etiqueta con el "12".<sup>10</sup>



**FIGURA 2. 31 Refrigerante**



**FIGURA 2. 32 Refrigerante-134a de diferentes marcas**

El Refrigerante 134a es ideal para usarse en el acondicionador de aire del automóvil, tiene muchas características deseables y (manejado en forma apropiada) pocas desventajas.

La siguiente es una lista de ventajas y desventajas del R-134a. Estudiaremos cada una de las características de esta lista para comprender con claridad la naturaleza del R-134a y la forma de manejarlo.

<sup>10</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 59 hasta PP 61

- R134a no es inflamable ni explosivo, esto significa que no arderá ni explotará si el vapor se expone a la flama, no obstante, en contacto directo con el fuego R134a genera un gas letal: el fosgeno, cualquier cantidad de R134a en contacto con cigarrillos, puros o pipas encendidas producirá gas fosgeno, hay que evitar a toda costa que se fume mientras se trabaja con Freón.
- R134a es inodoro, por lo tanto en caso de fuga no se perciben olores desagradables.
- R134a es de color claro, esto tiene cierto valor en el diagnóstico.
- R134a no es tóxico, ya que los vapores de R134a no producirán ningún daño cuando se respira.
- R134a es más pesado que el aire, de modo que un volumen grande de R134a se deposita en el nivel más bajo y desplaza el oxígeno, puesto que se necesita el oxígeno para vivir, siempre habrá que trabajar en áreas bien ventiladas.
- R-134a no corroer metales ni el isómeros (partes de goma o de neopreno). Los únicos materiales incompatibles con R134a son el nylon y las aleaciones de magnesio. Aun la cantidad más pequeña de agua que penetre al sistema al mezclarse con R134a forma ácido clorhídrico capaz de corroer las partes internas. Una gota de agua es casi tres veces más de la cantidad que puede admitir el sistema. Eliminar la humedad del sistema es uno de los pasos más importantes del servicio.
- R-134 a opera a presiones ideales. Estas presiones son lo bastante bajas como para
  - permitir el uso de sistemas ligeros para contenerlo.
- R-134 a es una sustancia estable y no se descompone cuando se le aplica calor.
- R-134 a cambia de estado con suma rapidez.
- R-134 a tiene punto de ebullición de  $-29.79^{\circ}\text{C}$  ( $-21.6^{\circ}\text{F}$ ). Esto permite que el sistema opere a presiones fáciles de controlar.
- El calor latente de evaporación de R-134a es de 71 Btu por lb. En promedio un sistema tiene de 2.5 a 3 lb de R-134a; hay que imaginar la rapidez con que circula y recircula el gas para enfriar el interior del vehículo.

R-134a se mezcla bien con el aceite, el aceite del sistema sólo sirve para lubricar el compresor, sin otro propósito especial, en condiciones ideales aceite y R134a no deben mezclarse; pero el compresor es un sistema sellado muy difícil de separar del sistema. Lo más sencillo es dejar que circule algo de aceite mezclado con R-134a. Cuando la cantidad de aceite en el sistema no es la correcta, se generan problemas.

Además posee las características ideales para nuestro propósito. Hace la tarea ideal en el momento oportuno. Debe manejarse con cuidado. Si no se tienen las debidas precauciones, puede producir daños.<sup>11</sup>

#### **2.1.5.4 ACOPLES**

Todas las conexiones que aparecen conectan las mangueras en la misma forma, el extremo de la conexión tiene tres pestañas o rebordes que sellan contra la pared interior de la manguera, se coloca una barra indicadora sobre la abrazadera para garantizar que la posición sea la apropiada, para introducir la conexión, primero se gotea aceite refrigerante dentro de la manguera, el aceite se pone en el interior de la manguera, y la conexión lo empuja hacia delante, si se lubrica la conexión en vez de la manguera el aceite será expulsado de la manguera.

La manguera se puede empujar sobre la conexión en forma manual o por medio de una prensa, si se empuja con la mano hay que usar una abrazadera especial, si se utiliza una prensa hidráulica para comprimir la conexión, hay que instalar un collar protector contra arrugas sobre el extremo de la manguera.

Sobre el cascarón protector se instala un juego especial de cubiertas plegadas. A medida que se aplica presión sobre estas cubiertas el cascarón.



**FIGURA 2. 33 Acoples**

##### **2.1.5.4.1 TIPOS DE CONEXIÓN**

Son varios los tipos de conexiones que se utilizan en el equipo de aire acondicionado de un automóvil. La mayor parte de ellas se fabrican de acero o de una aleación de aluminio con una cubierta para reducir la oxidación.

##### **2.1.5.4.2 SELLOS TIPO ANILLO "O"**

Los empaques tipo anillo "O" son de varios tamaños. Por ejemplo: dos empaques que tengan 7/16 pulgadas de DI a veces tienen DE diferente. Los diámetros de los anillos de neopreno son diferentes, pueden ser de corte cuadrado o estar hechos de teflón en vez de neopreno.

<sup>11</sup> [http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Refrigerant\\_Gas.html?](http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Refrigerant_Gas.html?)

Una pestaña situada en la unión oprime el anillo contra el sitio de conexión. El sellamiento conseguido sólo permite pérdidas de refrigerante cercanas a una libra en 40 años, esta conexión no es afectada por las vibraciones del vehículo.

Algunos fabricantes utilizan un anillo "O" cautivo, que es más simple de instalar porque necesita menos aire que una conexión no cautiva. El no cautivo puede salirse de su sitio durante la instalación a menos que se tomen precauciones especiales. Hay que utilizar aceite refrigerante para humedecer los empaques antes de instalarlo. El aceite refrigerante puede emplearse en todo tipo de conexión, pero en este caso es totalmente indispensable, al ser instalado en seco siempre se daña.<sup>12</sup>



**FIGURA 2. 34 Aceitado de un anillo "O"**

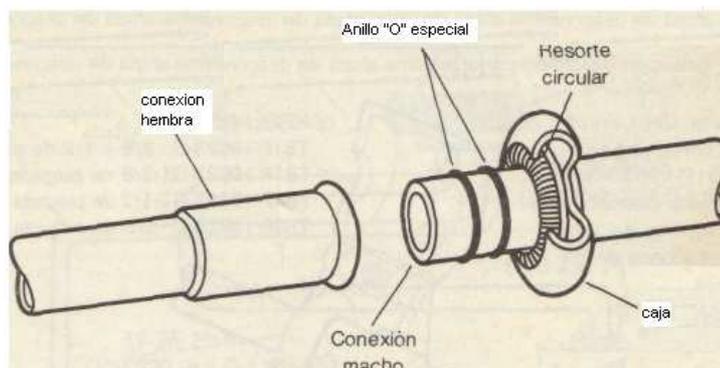
#### **2.1.5.4.3 ACOPLAMIENTO CON CIERRE DE RESORTE**

En algunos modelos Ford el acoplamiento de mangueras se realiza mediante un cierre de resorte, sobre todo en mangueras conectadas al condensador. Los extremos macho y hembra del acoplamiento se mantienen unidos mediante un resorte circular situado en una caja. Los dos anillos "O" que forman el sello son de neopreno especial y sólo se deben utilizar una vez. Cada vez que se desmonten hay que cambiarlos.

Para desconectar el acoplamiento se requiere una herramienta especial. Dicha herramienta se gira y adapta alrededor de la unión cerrada. Se utiliza una herramienta diferente para cada tamaño de unión. La herramienta cerrada se empuja al interior de la caja en contra del resorte circular. Con esto se estira el resorte para abrirlo y liberar la pestaña de la conexión situada sobre el extremo hembra. Al sostener la herramienta contra el resorte la presión se aplica sobre ambos

<sup>12</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 159 hasta PP 161

extremos de la conexión para tratar de separarlos. Las conexiones se separan un poco y se puede retirar la herramienta.



**FIGURA 2. 35 Acoplamiento con cierre de resorte**

La forma de la herramienta no permite separar la unión por completo. Esta es una medida de seguridad en el diseño de la herramienta. Si las conexiones se pudieran separar sin control se pueden imaginar los resultados cuando todavía hay refrigerante dentro del sistema.

Para volver a conectar una conexión con cierre de resorte primero inspecciónese y lávese ambos extremos: macho y hembra. A continuación quítense los dos anillos "O" y deséchense.

Revísese el resorte circular. Los espacios entre cada vuelta deben ser iguales. El resorte también debe estar apretado contra el tubo macho. Si el resorte está en malas condiciones extráigase por medio de un gancho de alambre, lávese la caja e instálase un resorte nuevo Humedézcase el extremo macho de la conexión con aceite refrigerante e instale dos anillos "O" nuevos. Hay que emplear el anillo "O" apropiado, puesto que el material es diferente del que se usa en otros anillos. Con todo cuidado colóquese el extremo macho de la conexión dentro del extremo hembra y presiónese, al mismo tiempo que se gira, para unirlos. Una vez reunidas las dos conexiones, revísese con todo cuidado el resorte circular verificando que esté en contacto con la conexión hembra.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Mitchell, Manual de Reparación de Sistemas de Aire Acondicionado Automotrices TOMO 1, 1991, PP desde PP 164 hasta PP 165

## 2.1.6 CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA AIRE ACONDICIONADO

### 2.1.6.1 SISTEMA BÁSICO CON VÁLVULA TXV.-

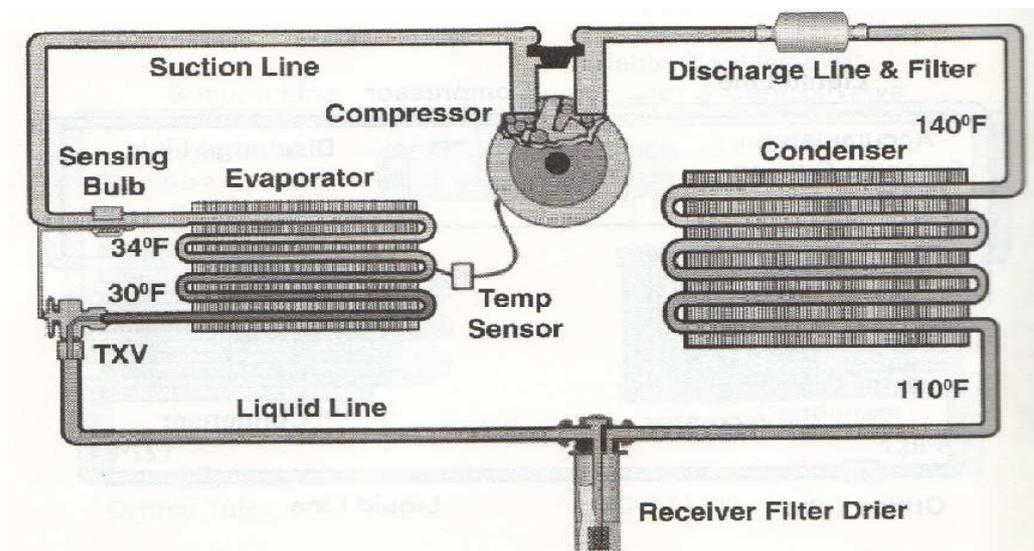


FIGURA 2. 36 Sistema básico con válvula TXT

#### 2.1.6.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA UNIVERSAL TXV

- Compresor
- Filtro
- Condensador
- Filtro o botella deshidratante
- Válvula de expansión TXV
- Evaporador
- Bulbo sensible

La válvula TXV tiene un bulbo capilar que contiene  $\text{CO}_2$  el cual regula a un diafragma en la válvula, permitiendo que ingrese mayor cantidad de refrigerante en estado gaseoso y una mínima cantidad en estado líquido. Esta función se cumple con la presencia de un tubo venturi que es accionado por el diafragma en la válvula. Este sistema posee un sensor de presión y otro de temperatura los cuales cortan la señal de corriente a la bobina del compresor cuando exista una sobrepresión principalmente

### 2.1.6.2 SISTEMA CON TUBO CALIBRADO

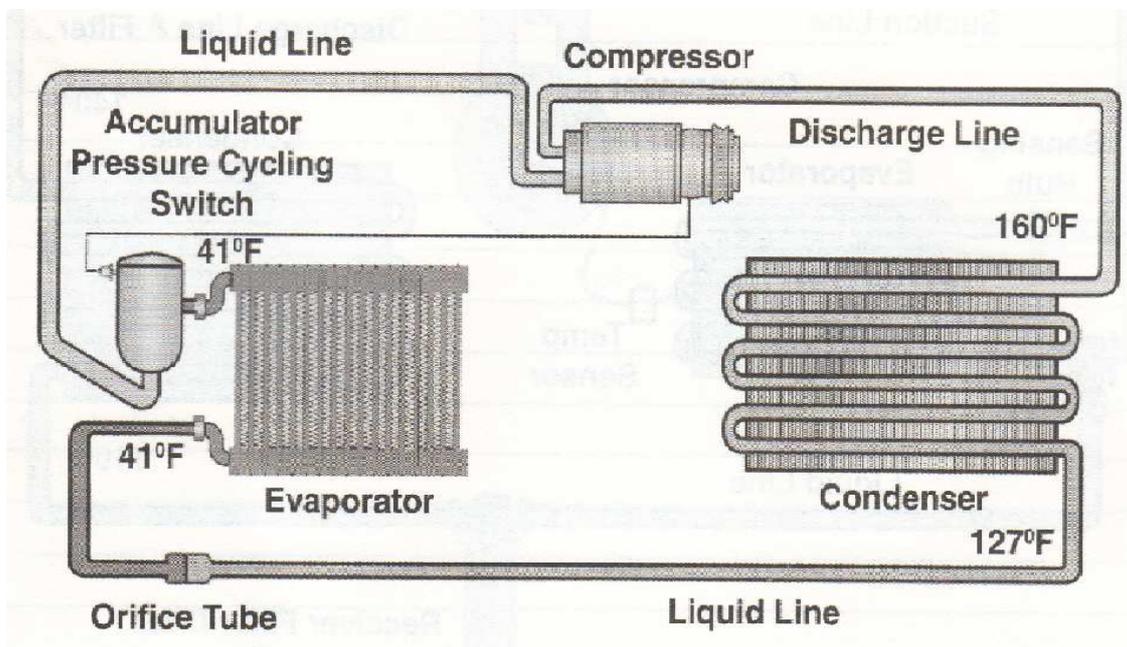


FIGURA 2. 37 Sistema con tubo calibrado

#### 2.1.6.2.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON TUBO CALIBRADO

- Compresor
- Condensador
- Tubo de orificio
- Evaporador
- Acumulador
- Sensor de presión de baja

El refrigerante llega en estado líquido y se pulveriza a un mismo rango no hay componente alguno que lo regule, no importa a las revoluciones con las que esté trabajando el compresor, el condensador siempre va a condensar al mismo nivel.

Un sistema con válvula plástica siempre tiene un acumulador en la línea de baja donde se termina de evaporar el líquido refrigerante que salga del evaporador, va ubicado entre el evaporador y el compresor, este sistema también posee un sensor de presión de baja que se ubica en

el acumulador o en la línea de baja que corta la señal del compresor a cierto rango de presión (20-25psi)

### 2.1.6.3 SISTEMA CON VÁLVULA POA

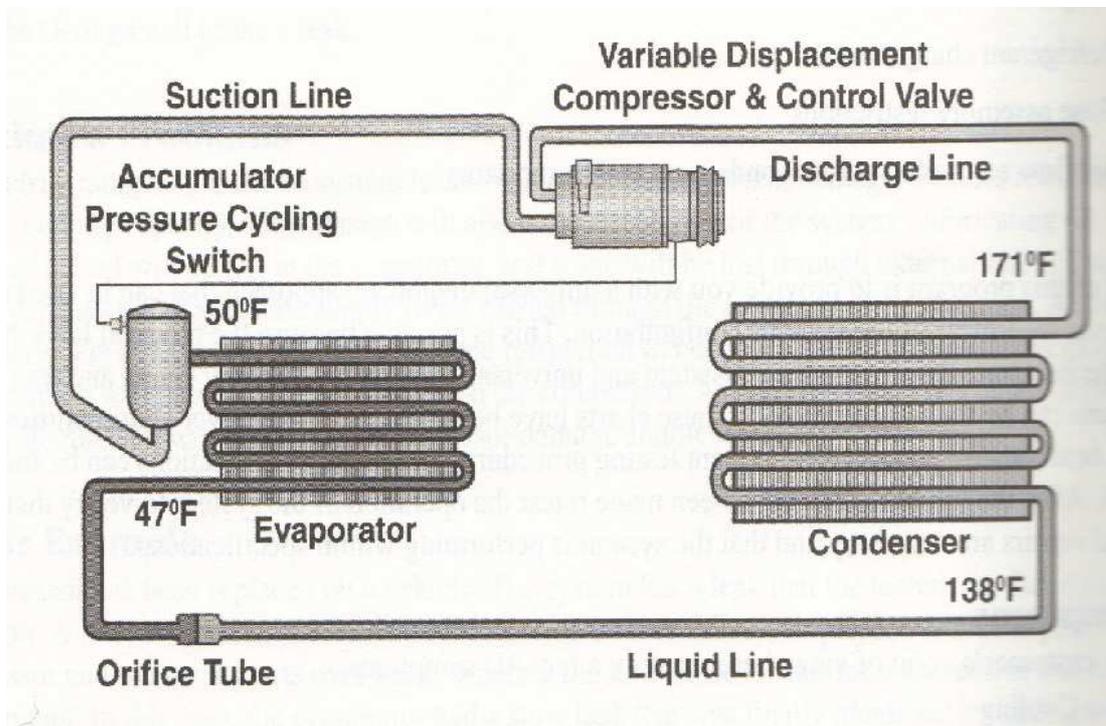


FIGURA 2. 38 Sistema con válvula POA

#### 2.1.6.3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA CON VÁLVULA DE CONTROL VARIABLE

- Compresor
- Válvula de expansión variable
- Condensador
- Tubo de orificio
- Evaporador
- Acumulador

En este sistema la válvula de desplazamiento variable se ubica en algunos casos en el exterior del compresor y en otros casos va internamente alojada al compresor, este sistema trabaja con cualquiera de las válvulas de expansión.

La principal función de la válvula de desplazamiento es que el compresor no tenga que apagar, es la encargada de regular la presión de alta y baja para evitar un congelamiento en la línea de baja o una sobre presión en la línea de alta<sup>14</sup>

## **2.2 CONCEPTOS BÁSICOS**

### **2.2.1 CONCEPTOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES**

#### **2.2.1.1 COMPRESOR**

El motor es movido por la caja de cigüeñal vía una polea y correa. Este comprime el refrigerante causando llegue a calentarse y tenga una gran presión.

#### **2.2.1.2 CONDENSADOR**

El condensador es montado enfrente del radiador. La alta temperatura, la alta presión del refrigerante desde el compresor es pasada a través del condensador donde es enfriado\_ y licuado. Tanque Receptor El refrigerante licuado en el condensador es luego almacenado en este tanque para suministrarlo al evaporador.

#### **2.2.1.3 VÁLVULA DE EXPANSIÓN**

El refrigerante licuado es enviado desde el tanque receptor y es luego atomizado por esta válvula e inyectado dentro del evaporador.

#### **2.2.1.4 EVAPORADOR**

El refrigerante atomizado es vaporizado en el evaporador y este es enfriado por el calor de vaporización. El aire que pasa a través del evaporador es además enfriado y es soplado hacia fuera como aire frío.

---

• <sup>14</sup> STANDARD MOTOR PRODUCTS, AIR CONDITIONING TIPS & TECHIQUES.

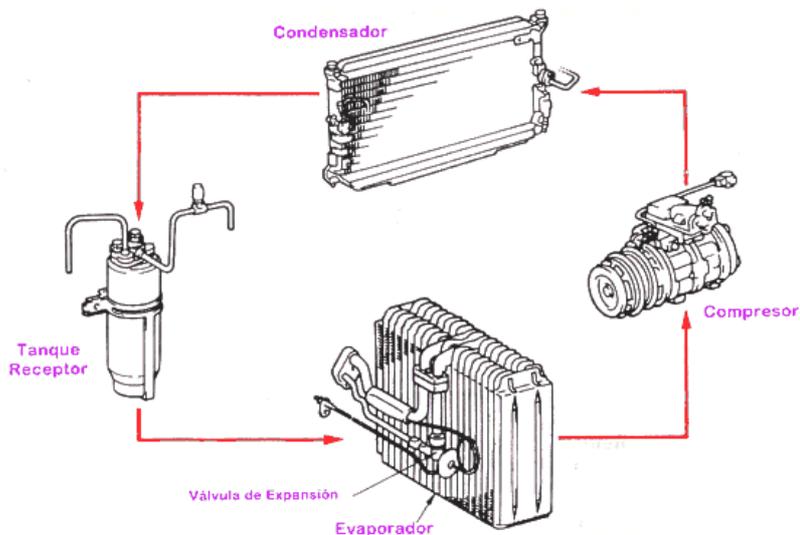


FIGURA 2. 39 Configuración del enfriador y flujo del refrigerante

### 2.2.1.5 CONSTRUCCIÓN DEL ACONDICIONADOR DE AIRE

El aire que es tomado pasando a través del evaporador y es separado por un regulador, es mezclado con el aire que está pasando a través del núcleo del calentador. Las dos corrientes de aire son luego combinadas y sopladas hacia afuera. Para ajustar la temperatura, la cantidad de aire que pasa a través del núcleo del calentador es ajustada por el regulador mezclador de aire, cambiando las proporciones de aire frío y aire caliente.<sup>15</sup>

### 2.2.1.6 FLUJO DEL AIRE

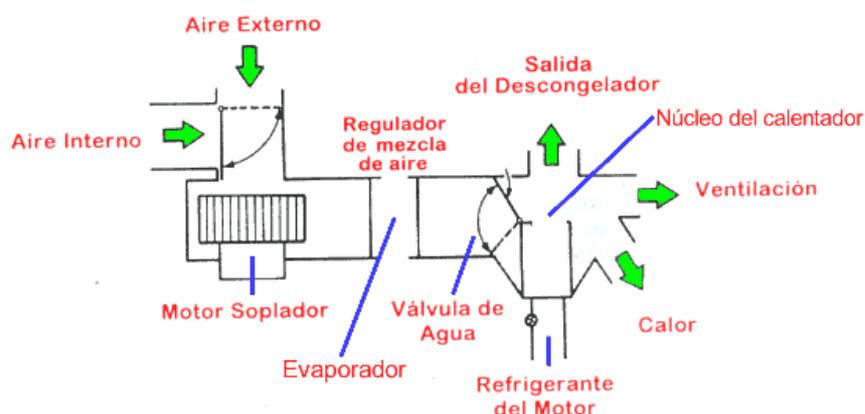


FIGURA 2. 40 Flujo de aire del A/C

<sup>15</sup> <http://www.autocosmos.com.mx/noticias/14951/como-funciona-el-aire-acondicionado-de-tu-auto.aspx>

## CAPÍTULO III

### DISPOSICIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL BANCO DE PRUEBAS

#### 3.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DEL MOTOR

El compresor cumple la misión de, aspirar, comprimir el gas refrigerante e imprimir la circulación de este en el circuito frigorífico. El motor del automóvil a partir del carburante utilizado crea una potencia que servirá para obtener el movimiento deseado del vehículo. El compresor consume aproximadamente un 20% de la potencia del motor del automóvil en producir una compresión de un gas refrigerante que servirá para obtener una potencia frigorífica.

Las características técnicas de algunos compresores son las siguientes:  
Compresores marca Sanden y Seltec Valeo.

Sanden 510, Seltec TM 16 = 160 c.c. Por vuelta

508, TM 15 = 150 c.c.

5H 14 = 150 c.c.

505 TM 13 = 130 c.c.

TM 21 = 210 c.c.

TM 31 = 310 c.c.

**Tabla 3. 1 MOTORES WEG**

HP = 1.5	HP = 2
V = 110/220	V = 110/220
DUTY = CONTINUO	DUTY = CONTINUO
FR = F56H	FR = F56H
Hz = 60	HZ = 60
RPM = 1730	RPM = 3525
AMB = 40°C	AMB = 40° C

El torque que posee el compresor Sanden 505 es de 10ft.lbs

## 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.

### 3.2.1 COMPRESOR SANDEN 505



**FIGURA 3. 1 Compresor SANDEN**

compresor Sanden, compresores diesel-Kiki, compresores Denso, 505, 507, 508, 5H09, 5H11, 5H14, 5H16, 706, 7B10, 7H13, 7H15 709, 10PA15, 10PA17, 10P08, 10H17C, serie 10S, V5, V6, 7V16, FS10, etc.

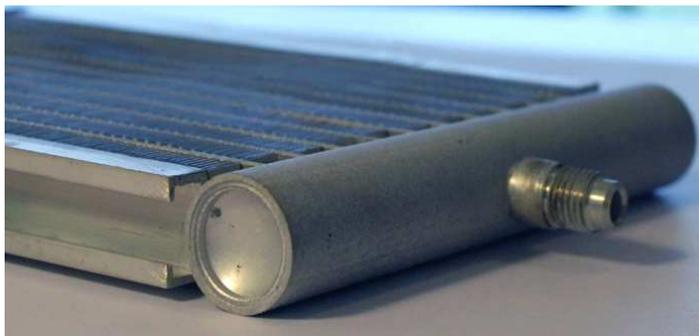
### 3.2.2 DATOS TECNICOS DE UN COMPRESOR SANDEN 505

**Tabla 3. 2 Datos técnicos del compresor**

Desplazamiento (cc)	87
Tipo de Surco	A2
Diámetro del embrague (mm)	125
Tensión (DC.V)	12
Número de cilindros	5
Culata-Type	V de enderezamiento
Refrigerante	R-12
Lubricantes de tipo	5GS
Lubricante (cc)	100
Max.Allowable RPM	7500
Max.Continuous RPM	6500
Dimensión del embalaje (mm)	285X210X205
NW (kg)	5.6

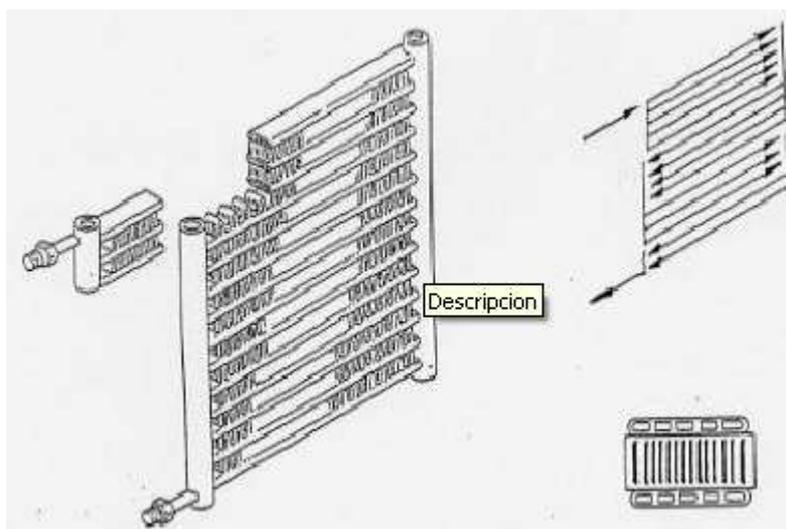
El compresor es movido a través de una polea y correa. por la caja de cigüeñal. Este succiona el gas refrigerante desde el evaporador comprimiéndolo, causando que aumente su presión y proporcionalmente su temperatura. Es importante que solamente el gas entre en el compresor, si entrase líquido, causaría un bloqueo hidrostático en el compresor y se dañaría. El gas succionado es comprimido a más de  $14.1\text{kg/cm}^2$  (201psi, 1.383 kpa).

### 3.2.3 CONDENSADOR DE ALTO RENDIMIENTO



**FIGURA 3. 2 Condensador de alto rendimiento**

El condensador por lo general es montado frente del radiador. La alta presión y la alta temperatura del refrigerante que proviene desde el compresor pasa a través del condensador donde es enfriado y licuado. Cuando funciona normalmente, la parte superior del condensador está llena de gas caliente y la parte inferior de líquido caliente.



**FIGURA 3. 3 Condensador por secciones**

**Tabla 3. 3 Características del condensador**

RESULTADOS		CuAl	25 mm MCT	MEJORA	VENTAJAS
Profundidad	mm	89	25	72,0%	Armario más pequeño
Peso	kg	76	29	61,8%	Coste de transporte reducido • manejo fácil
Caída de presión lado del aire	Pa	98	78	20,4%	Menos ventiladores o más pequeños • velocidad de ventilador reducida (menos ruido) • consumo de energía reducido
Caída de presión del refrigerante	kPa	55	27	51,9%	Más rendimiento • más eficacia
Volumen interno	Litros	23,0	4,3	81,3%	Menor carga de refrigerante – fuerte perfil medioambiental

### 3.2.4 TANQUE RECEPTOR/SECADOR



**FIGURA 3. 4 Tanque receptor**

Se sitúa entre el condensador y la válvula de expansión, en el compartimento motor en la parte frontal del banco de pruebas. El filtro deshidratante es un depósito de fluido frigorífico en estado líquido. Contiene además, un desecante que sirve para retener el agua que pudiera circular en el circuito de climatización, presenta también filtros para retener posibles impurezas.

La capacidad de adsorción de un filtro deshidratante es función de la cantidad de desecante presente en el filtro, de 50 a 60 gramos de media. Los mejores desecantes (Zeolita) permiten adsorber agua en un 15% de su peso en seco (7,5 g), lo que equivale a 10 gotas de agua aproximadamente.

### **3.2.4.1 CARACTERÍSTICAS NECESARIAS DEL FILTRO DESHIDRATANTE**

- Un filtro de marca conocida, homologado y con una calidad al menos equivalente a origen
- De aluminio : resiste mejor a las vibraciones, corrosión
- De acero : debe recibir un tratamiento interno, y su peso debe ser de 500 g como máximo
- Que contenga como mínimo 50 g de desecante con capacidad de retención en agua de un 15% (7.5 g de agua)
- Filtros almacenados y entregados con tapones estancos.

### **3.2.5 VÁLVULA DE EXPANSIÓN**



**FIGURA 3. 5 Válvula de expansión**

El refrigerante licuado es enviado desde el tanque receptor y es luego atomizado por esta válvula e inyectado dentro del evaporador. Es controlada por un sensor de temperatura en la salida del evaporador. Si la temperatura de salida es demasiado alta significa que no hay suficiente refrigerante hacia el evaporador y el resultado será un enfriamiento inadecuado. Si la temperatura de salida es demasiado fría, significa que hay demasiado refrigerante y las aletas del evaporador se pueden cargar de hielo probablemente. En cualquier caso, el sensor de temperatura de retroalimentación abre y cierra la abertura de la válvula de expansión para lograr la capacidad de flujo y la temperatura de salida del evaporador sea la correcta.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> <http://geo.ya.com/kwang4x4/aa/pages6.html>

### 3.2.6 EVAPORADOR



**FIGURA 3. 6 Evaporador**

El refrigerante atomizado es vaporizado en el evaporador y este es enfriado por el calor de vaporización. El aire que pasa a través del evaporador es además enfriado y es soplado hacia fuera como aire frío.

### 3.3 FASE MECÁNICA



**FIGURA 3. 7 Fase mecánica del a/c**

La fase mecánica comprende el movimiento que da el cigüeñal del motor de combustión interna hacia la polea del compresor por medio de una banda.

Para nuestro sistema se empleo un motor eléctrico de 2Hp el cual da movimiento al compresor y de esta manera simulamos las veces del motor de combustión interna.

Otra fase mecánica se da por medio del compresor que comprime el refrigerante y de esta manera hace que circule el gas por el sistema.

### 3.4 PARTE ELÉCTRICA

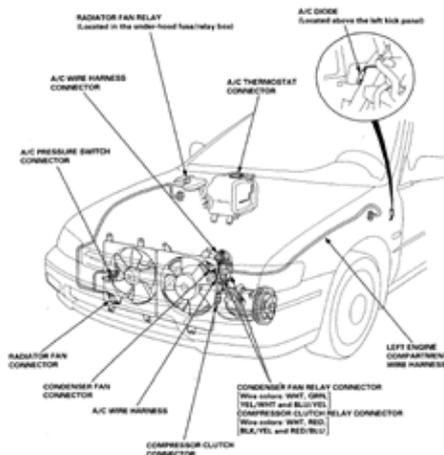


FIGURA 3. 8 Parte eléctrica del sistema de a/c

En el aire acondicionado, el sistema de cableado consiste en relé de ventilador del radiador, conector de cables del arnés, conector del interruptor de presión, conector del termostato, A / C del diodo (que se encuentra encima del panel inferior izquierdo), conector del ventilador del radiador, el ventilador del condensador conector, A / C del mazo de cables, conector del embrague del compresor, del ventilador del condensador conector relé, el embrague del compresor conector relé y el arnés a la izquierda del compartimento del motor de alambre.

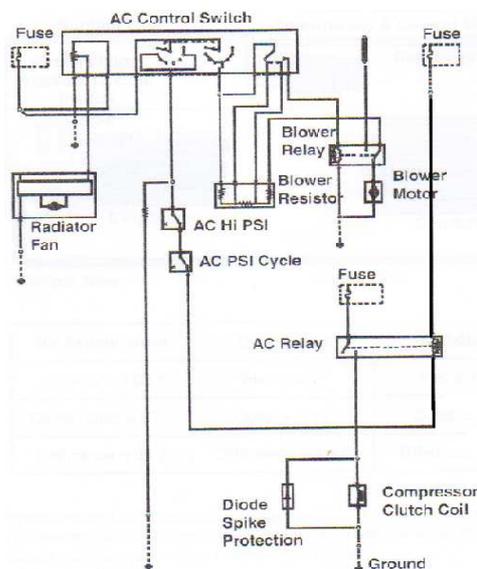


FIGURA 3. 9 Esquema eléctrico del a/c

### **3.4.1 SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS**

Los elementos utilizados en la parte eléctrica del banco de pruebas son:

- 2 relés.- Estos relés nos permiten controlar con intensidad pequeña de corriente una mas grande para lo cual será utilizado el uno para el electro ventilador y la bobina del compresor, y el otro para el motor soplador, los cuales son los que utilizan mas corriente y se hace necesario los relés.
- 3 fusibles con sus respectivos porta fusibles.- estos tienen la finalidad de proteger en este caso a nuestro sistema de sobrecargas ocasionados por corto circuitos, en este caso tenemos 3 para evitar que se quemara cualquiera de los principales componentes que son el electro ventilador, bobina de accionamiento del compresor, y motor soplador.
- Bornes de la batería.- son importantes en nuestro banco de pruebas en cuanto al sistema eléctrico ya que de esta forma se mantienen en fijos los contactos de la batería y de esta manera no hay peligro que en cualquier momento se desconecte nuestro sistema creándonos más confianza al momento de ejecutar el mismo.
- Cables eléctricos.- mediante estos podemos unir los distintos componentes eléctricos en conjunto con los relés y fusibles antes mencionados atribuyendo de esta forma en el funcionamiento eléctrico del sistema, es importante mencionar que el color de los cables es importante ya que nos sirve para distinguir un positivo de un negativo, cabe tomar en cuenta también que los cables que requiere el motor eléctrico son algo gruesos por lo que recibe corriente alterna, y al mismo tiempo la intensidad de corriente es alta.
- Termostato.- va por lo general junto al evaporador, la función de este es que funciona como un switch cumpliendo la función de un sensor de temperatura que cuando el evaporador se congela este corta la señal de corriente al compresor y se apaga el sistema.

### **3.4.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES**

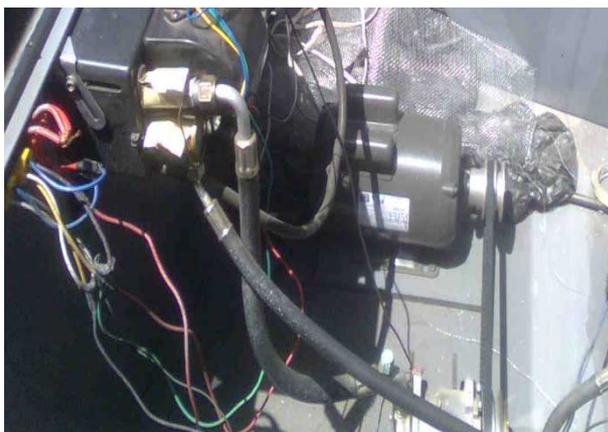
La distribución de los componentes eléctricos del sistema de aire acondicionado en el banco de pruebas se la realizo de la siguiente manera:

- Tomando en cuenta lo que es el cableado, por que partes va a pasar sin que tope o exista rozamiento con algún componente en movimiento.



**FIGURA 3. 10 ubicación de los cables**

- Conectar de forma correcta los componentes principales como electro ventilador, motor soplador, y bobina del compresor, valiéndose de un relé y un fusible, uno de los relés es compartido en nuestro sistema es entre el electro ventilador y la bobina de accionamiento del embregue del compresor, en cuanto a los fusible todos son individuales de estos tres elementos.



**FIGURA 3. 11 conexión de los componentes eléctricos de a/c**

- Los relés irán con su respectivo conector, y los fusibles con sus portafusiles con esto aseguramos una mejor conexión de la misma.



**FIGURA 3. 12 relés y fusibles**

- Una vez hechas todas las conexiones eléctricas hacemos un positivo de todo el sistema que sería pasando los tres fusibles para de esta forma evitar que alguno de nuestros componentes se quemen en un cortocircuito.



**FIGURA 3. 13 conexión del positivo general**

- Hacemos un negativo a la carrocería, pero antes unimos todos los negativos mediante un cable, se hace estas disposiciones para una rápida conexión de estos cables a la batería.



**FIGURA 3. 14 Negativo en el compresor**

- En cuanto a la ubicación de las diferentes partes de este sistema tenemos los cables, en una parte que no tengan riegos, los cables tienen que estar aislados para evitar cortocircuitos, los relés, y los fusibles van en la parte lateral derecha del tablero de control.



**FIGURA 3. 15 Ubicación de los porta fusibles y relés**

- En tanto el termostato va en la parte interior del conjunto cerrado que viene, evaporador, motor soplador, tablero de mandos, rejillas.



**FIGURA 3. 16 ubicación termostato**

### **3.5 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE A/C**

Terminada el área donde se va a poner todos los componentes del aire acondicionado procedemos a colocar todos los componentes, para lo cual cada componente tiene su lugar en la cabina, primeramente observamos la estructura en donde irán ubicados todos los componentes del aire acondicionado en cuanto al compresor, motor eléctrico, condensador, y rejillas junto al evaporador tendrán su propia estructura como podemos observar en la figura 3.17.



**FIGURA 3. 17 Estructura de elementos de a/c**

Luego procedemos a asegurar cada uno de los componentes mencionados anteriormente ya que estos tienen que estar fijos para que no se muevan, teniendo como prioridad el motor eléctrico y el compresor quedando de la siguiente forma.



**FIGURA 3. 18 Fajamiento de los elementos**

El compresor tiene que ir en forma paralela con el motor de acuerdo con nuestra estructura tomando en cuenta que las poleas del compresor y el motor eléctrico tienen que quedar de una forma perfectamente alineada para que en el momento de encender el motor la correa que se encuentra entre estos dos componentes no salga despedida así como se observa en la figura 3.19.



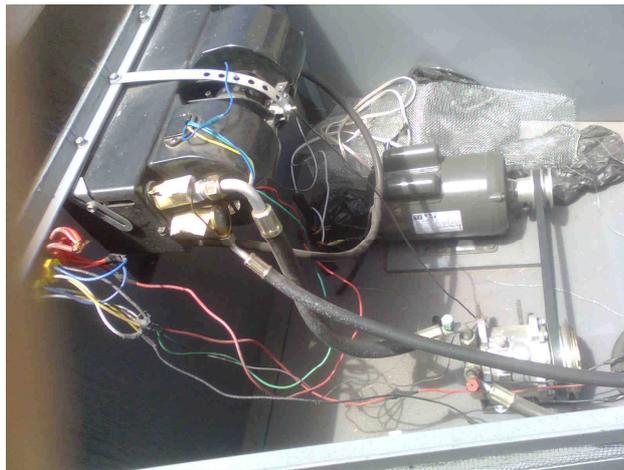
**FIGURA 3. 19 Alineamiento de motor y compresor**

Una vez asegurado estos elementos mencionados anteriormente procedemos a asegurar lo que es el electro ventilador con la botella deshidratante, las cuales según nuestra distribución de elementos irán sostenidos junto al condensador el cual como ya se explico anteriormente tiene una estructura propia.



**FIGURA 3. 20 Electro ventilador y botella deshidratante**

Finalmente una vez asegurado todos los componentes de nuestro sistema vamos a proceder a las conexiones respectivas mediante cables para todo lo que es el sistema eléctrico, y las mangueras para que fluya el gas de nuestro sistema, terminada la conexión de cables, fusibles, relés, y mangueras nuestro sistema queda de la siguiente forma.



**FIGURA 3. 21 uniones eléctricas**

Luego que todo este en su respectivo orden y lugar procedemos a encender nuestro sistema de aire acondicionado pero antes se realiza una verificación del mismo como veremos a continuación.

### **3.6 VERIFICACION DEL SISTEMA DE A/C**

Para un buen funcionamiento de nuestro banco de pruebas antes de encenderlo tenemos que hacer las siguientes verificaciones:

- En cuanto el sistema eléctrico, se debe supervisar que los cables no estén cerca de ningún componente que este en movimiento tales como el compresor, motor eléctrico, o correa que se encuentra entre estos dos componentes mencionados anteriormente, de lo contrario estos se pueden lascar o cortar en algún movimiento que tenga la cabina provocando un mal funcionamiento de nuestro sistema o la que es peor que este se dañe por algún corto circuito.



**FIGURA 3. 22 chequeo de cables**

- Las conexiones de mangueras que son las que transportan el gas refrigerante tienen que estar retiradas de los componentes en movimiento, de lo contrario pueden existir fugas en el sistema provocando que el interior del banco de pruebas no enfrié, por un mal funcionamiento del mismo.



**FIGURA 3. 23 chequeo de mangueras**

- Se debe verificar la cantidad de gas que hay en el sistema esto se lo hace mediante la medida de presión en las conexiones de alta y baja del compresor, de esta manera se determina si nuestro sistema necesita una cantidad extra de refrigerante.



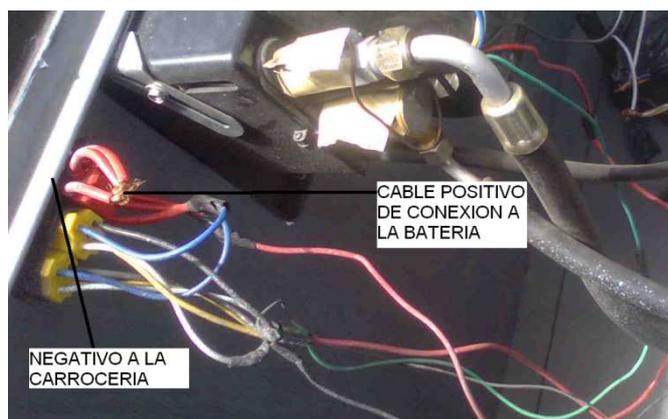
**FIGURA 3. 24 Cantidad de gas refrigerante**

- Se debe hacer un chequeo de lo que es el aceite del compresor para que no sufra daños ya que este viene hacer el corazón de nuestro sistema.



**FIGURA 3. 25 medida de aceite**

- Tener sumo cuidado en lo que se refiere a conexión de la batería es decir saber exactamente cual es el cable positivo y cual el negativo, de lo contrario si conectamos al revés podremos producir daños en el sistema.



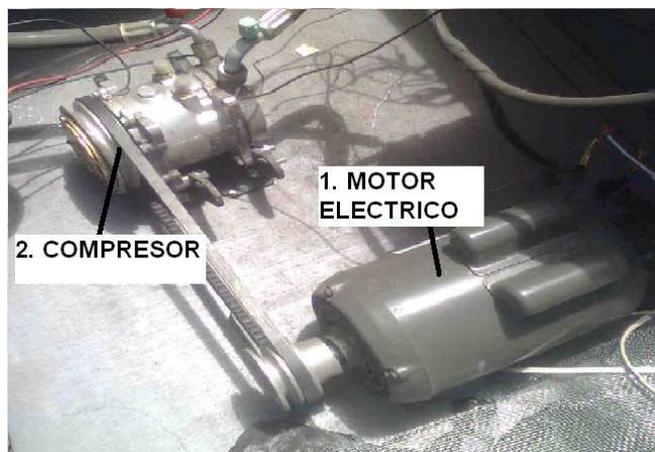
**FIGURA 3. 26 Precaución con positivo y negativo de la batería**

- Para un mejor enfriamiento de nuestra cabina antes de encender el aire acondicionado debemos verificar que las puertas estén cerradas para que así se concentre el gas refrigerante en el interior del habitáculo y de esta manera que la enfrié en forma mas rápida.



**FIGURA 3. 27 Hermeticidad del interior**

- Al momento de encender el aire acondicionado como orden de encendido podemos agregar que primero se encienda el motor eléctrico que funciona con corriente eléctrica y luego proceder a encender el sistema ya que el compresor al enclavarse el embrague del mismo necesita una fuerza superior a cuando no esta encendido el sistema.



**FIGURA 3. 28 Orden de encendido**

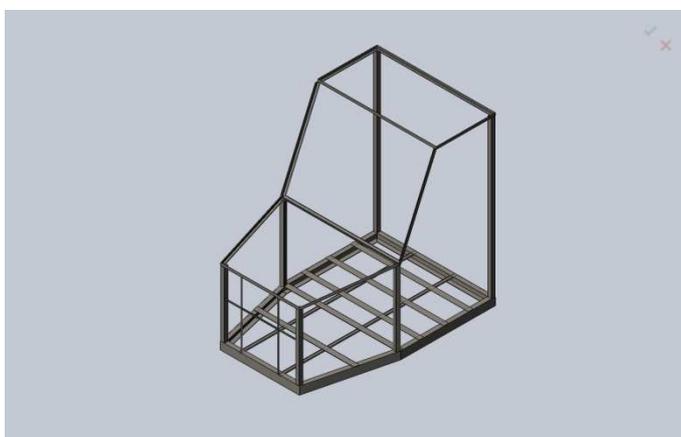
## CAPÍTULO IV

### DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA.

#### 4.1 DISEÑO DE LA CABINA PARA EL MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

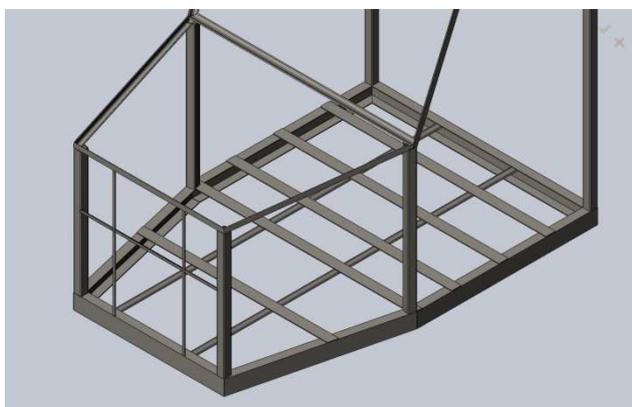
##### 4.1.2 INFORMACIÓN DE MODELO

Nos basamos principalmente en la forma de un móvil ya que, el banco de pruebas presentado es para nuestra área, en la parte delantera tendremos todo lo que son los componentes del sistema al igual que en un móvil, y en la segunda parte un habitáculo para dos personas teniendo nuestro diseño de la siguiente forma.

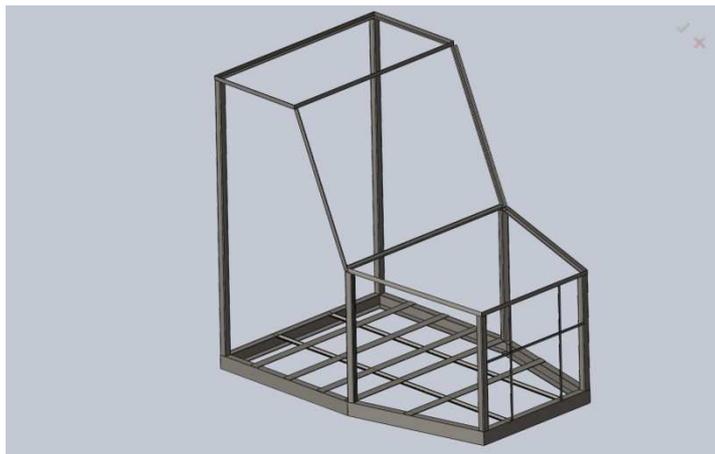


**FIGURA 4. 1** Diseño del modelo.

Como se observa en la figura 4.1, esta la estructura con los respectivos apoyos para los componentes del aire acondicionado ya que cada componente tiene un lugar determinado en la cabina como se explicara en el capitulo cuatro.



**FIGURA 4. 2** Diseño del modelo segunda vista



**FIGURA 4. 3 Diseño del modelo vista lateral**

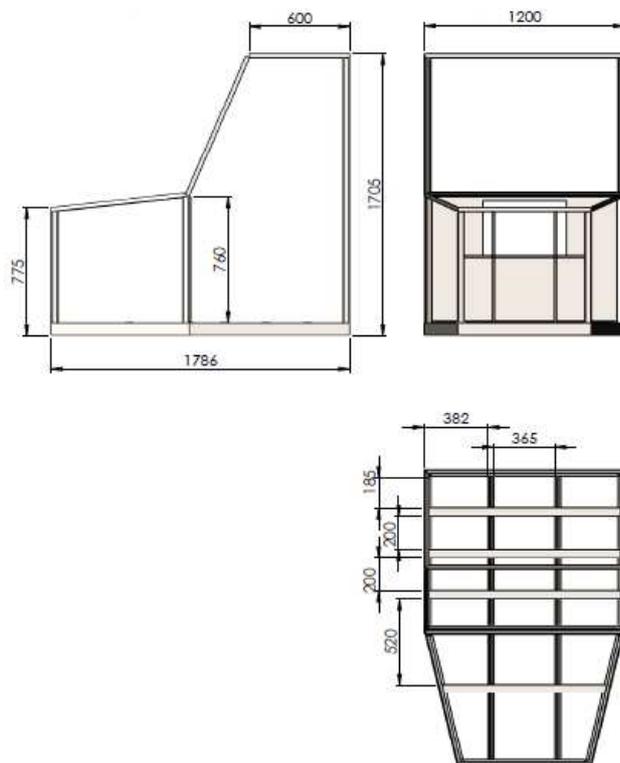


**FIGURA 4. 4 Estructura semi terminada**

#### **4.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN LA CABINA.**

##### **4.1.1.2 MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA**

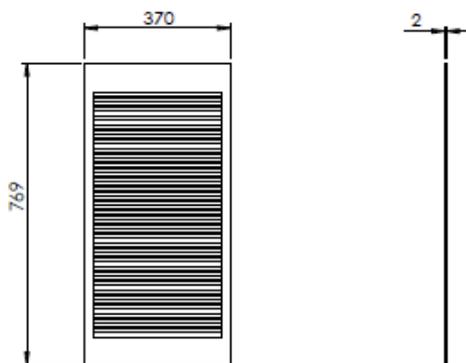
Las medidas se realizaron tomando en cuenta la capacidad de la misma ya que en la cabina caben dos personas, también se tomo en cuenta la altura para que asta personas asta de 1900mm puedan entrar en ella teniendo así las siguientes medidas.



**FIGURA 4. 5 Medidas de estructura**

#### **4.1.1.3 MALLA FRONTAL**

Lo encontramos en la parte frontal de la estructura y esta diseñada principalmente para observar el condensador, también para dar una apariencia de un móvil, y principalmente para que tenga salida el aire generado por el electro ventilador.



**FIGURA 4. 6 Medida malla frontal**

#### 4.1.1.4 PARABRISA FRONTAL

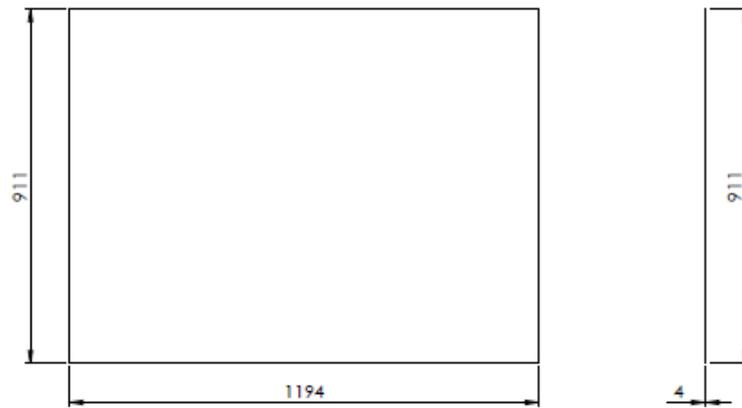


FIGURA 4. 7 Dimensión del parabrisas

#### 4.1.1.5 CAPOT

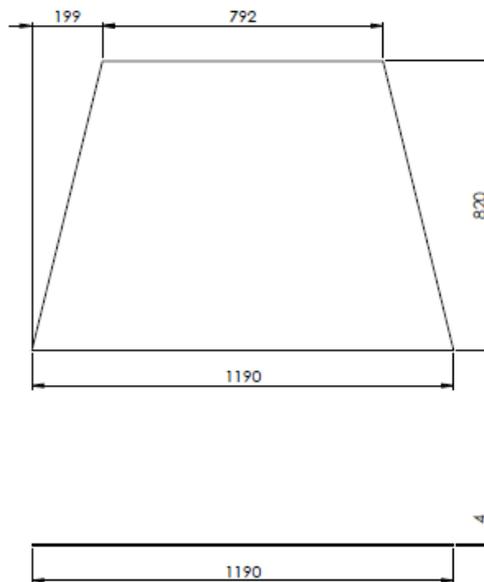


FIGURA 4. 8 Capot

#### 4.1.1.6 LATERAL DELANTERO

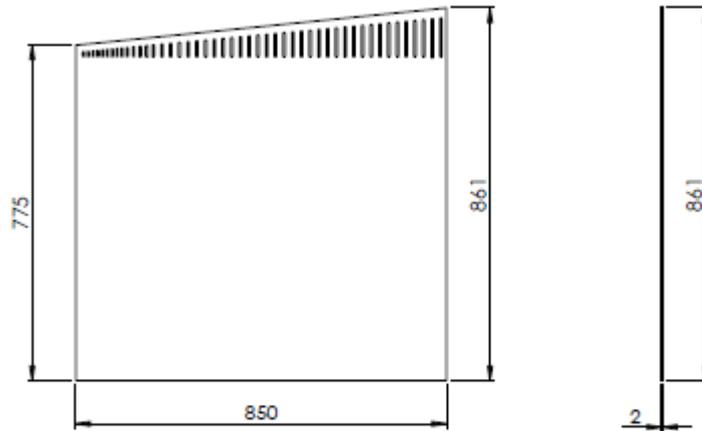


FIGURA 4. 9 Laterales delanteros

#### 4.1.1.7 PUERTA

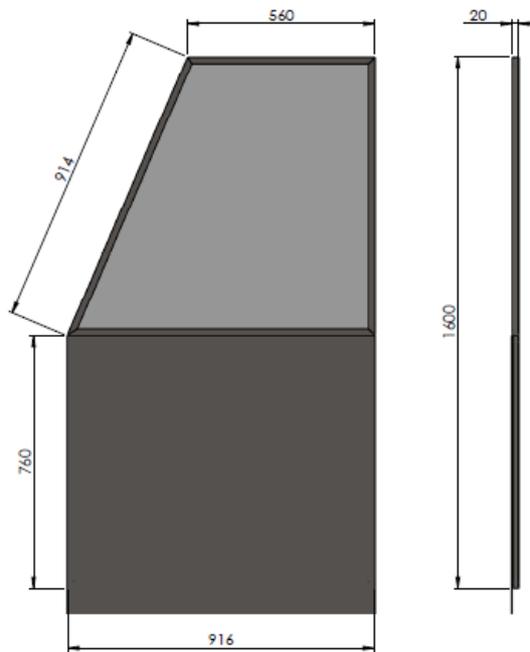


FIGURA 4. 10 Medida de puertas

#### 4.1.1.8 PARTE POSTERIOR

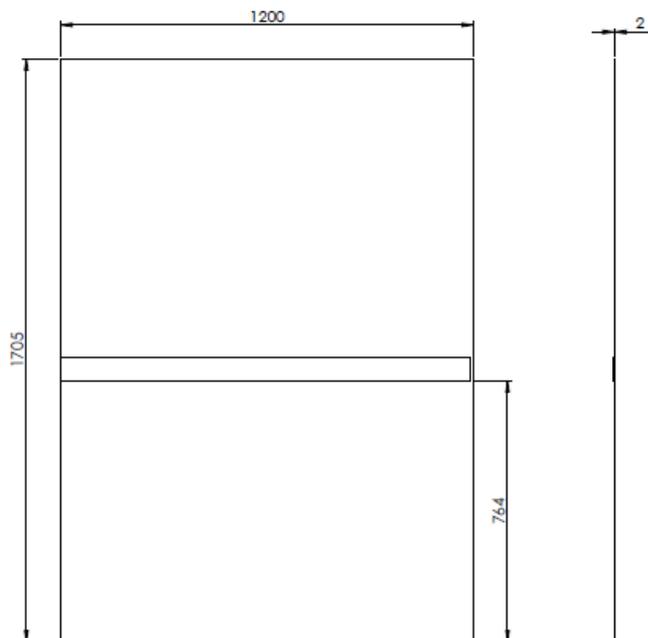


FIGURA 4. 11 Parte posterior

#### 4.1.1.9 TECHO

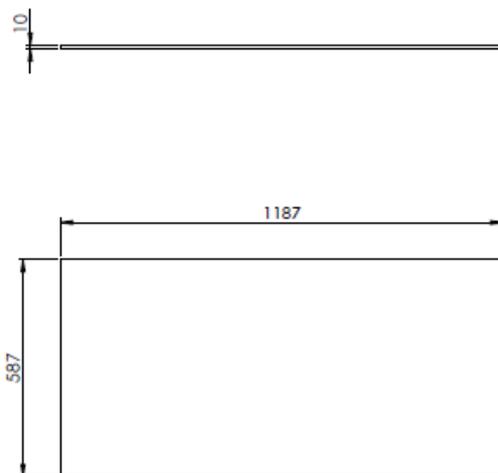


FIGURA 4. 12 Medida del techo

#### 4.1.1.10 SILLA

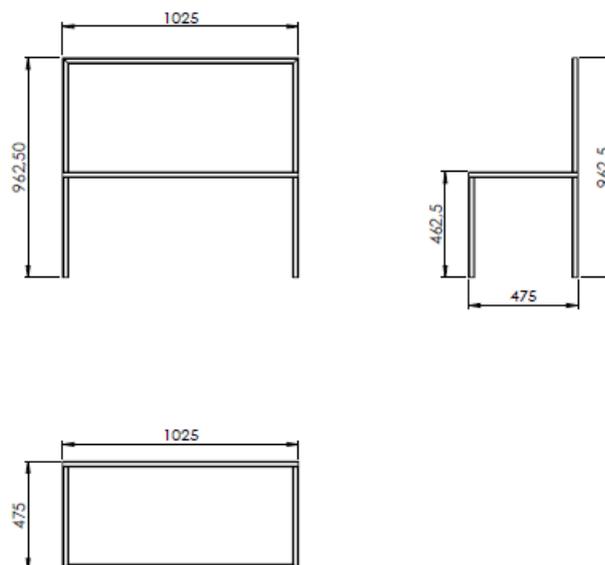


FIGURA 4. 13 Dimensiones de la silla

#### 4.1.2 DISEÑO DE LOS PLANOS DE LA CABINA

El diseño del banco de pruebas se baso en la forma automotriz de tal forma que en la parte interior debe ser herméticamente cerrada y con una capacidad de dos personas, y en la parte frontal o delante se pondrá todo lo que es nuestro sistema, se tomo encuentra las medidas de personas altas para que de esta forma entraran personas de cualquier estatura como se vera en el **anexo numero 1**.

#### 4.1.3 DESPIECE DE LA CABINA

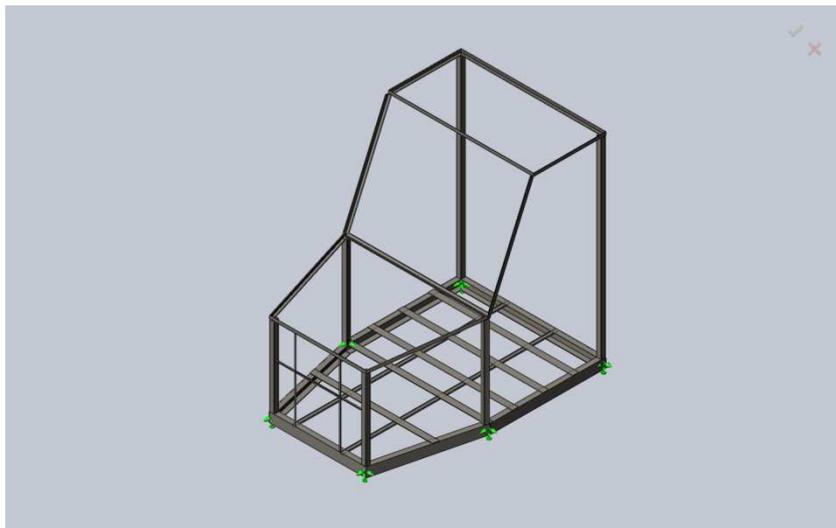
En esta fase encontraremos todos los componentes antes mencionados en la cabina con sus respectivas características, con esto se podrá dar un conocimiento mas claro de en donde se encuentra cada componente tanto de la estética, como del sistema de aire acondicionado como se podrá observar en el **anexo numero 2**.

#### 4.1.4 ANÁLISIS DE ESFUERZOS ACTUANTES EN LA CABINA.

##### 4.1.4.1 CARGAS Y RESTRICCIONES

Tabla 4. 1 Sujeción

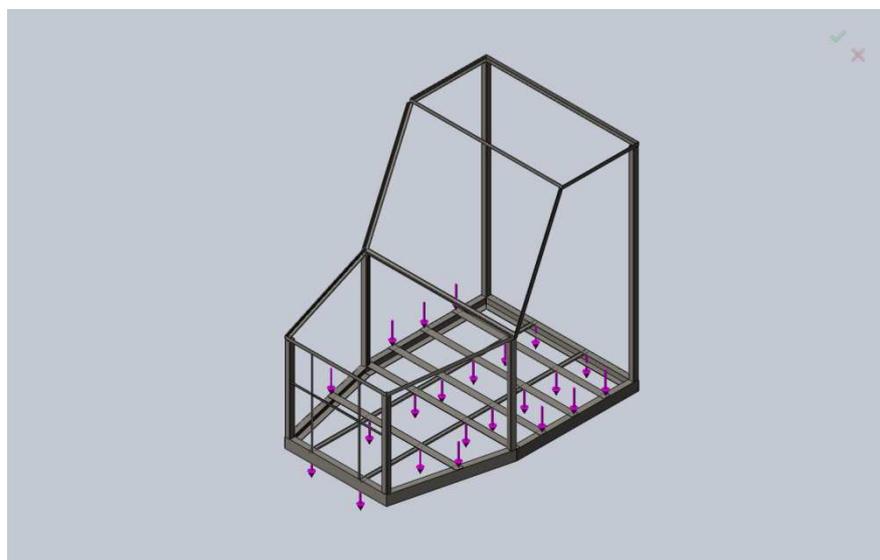
Nombre de restricción	Conjunto de selecciones
Fijo	Activas 6 Juntas fijo.



**FIGURA 4. 14 Imagen de sujeción**

**Tabla 4. 2 Cargas**

Nombre de carga	Conjunto de selecciones
Fuerza	Activas 22 Juntas aplicar fuerza -22.72 lbf .



**FIGURA 4. 15 Imagen de cargas**

**Tabla 4. 3 Fuerzas de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-7.15256e-007	2223.4	3.8147e-006	2223.4

**Tabla 4. 4 Momentos de reacción**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	-6.80984	-0.602989	-10.5087	12.5368

**Tabla 4. 5 Fuerzas de cuerpo libre**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N	-1.90735e-006	0	1.14441e-005	1.16019e-005

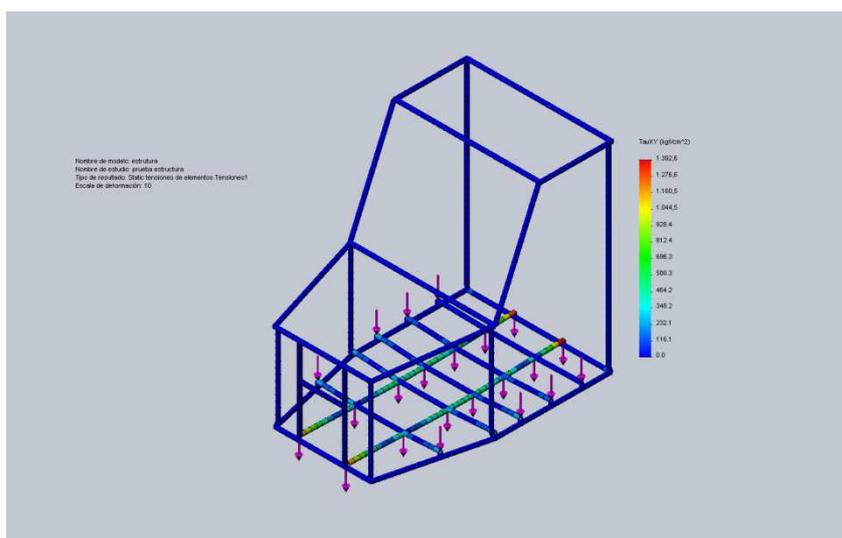
**Tabla 4. 6 Momentos de cuerpo libre**

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el sólido	N-m	-4.41282	-0.812072	-9.62229	10.617

#### 4.1.4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO

**Tabla 4. 7 Resultados predeterminados**

Nombre	Tipo	Mín.	Ubicación	Máx.	Ubicación
Tensiones1	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	0 kgf/cm <sup>2</sup> Elemento: 752	(399.47 mm, -17.2085 mm, 1319.42 mm)	1392.65 kgf/cm <sup>2</sup> Elemento: 614	(799.489 mm, -9.24321 mm, 34.966 mm)
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 56	(1188.89 mm, -40 mm, 11.1104 mm)	2.41486 mm Nodo: 307	(621.751 mm, -0.914808 mm, 959.984 mm)

**FIGURA 4. 16 Estructura-prueba estructura-Tensiones-Tensiones1**

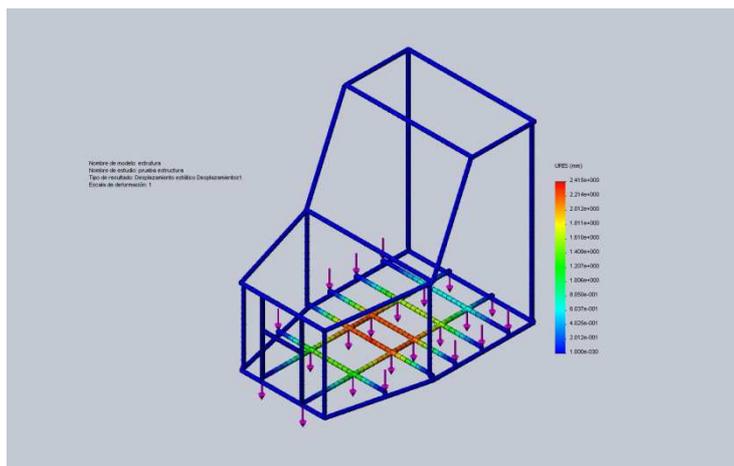


FIGURA 4. 17 Estructura-prueba estructura-Desplazamientos-Desplazamientos1

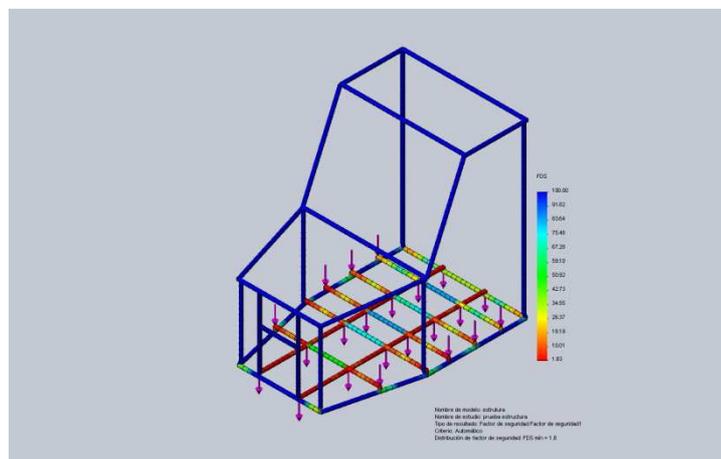


FIGURA 4. 18 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

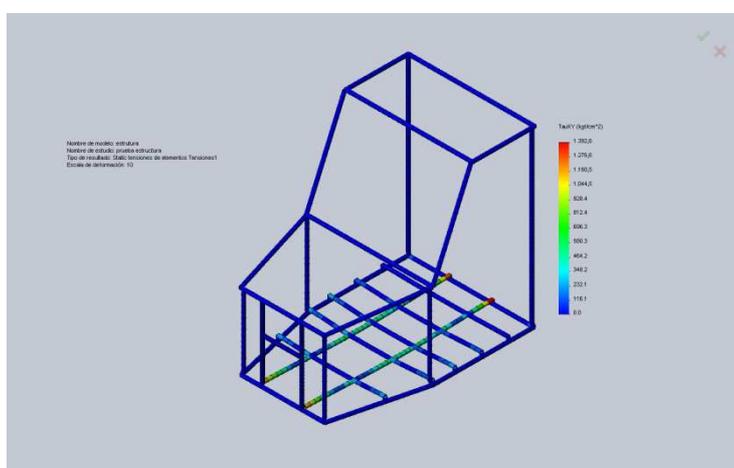


FIGURA 4. 19 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad 2

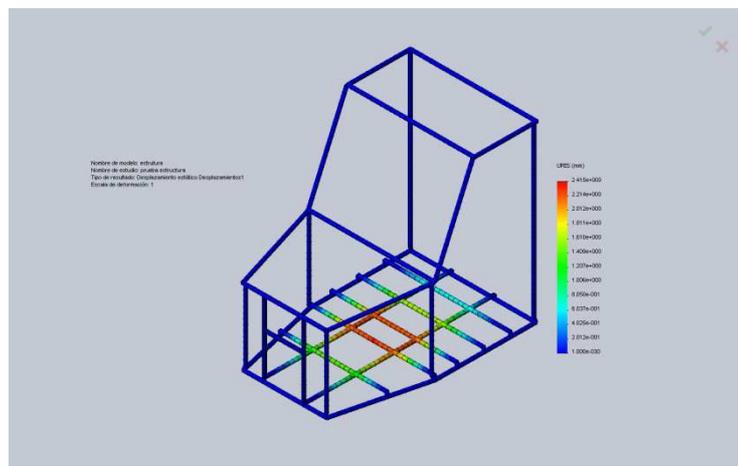


FIGURA 4. 20 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad 3

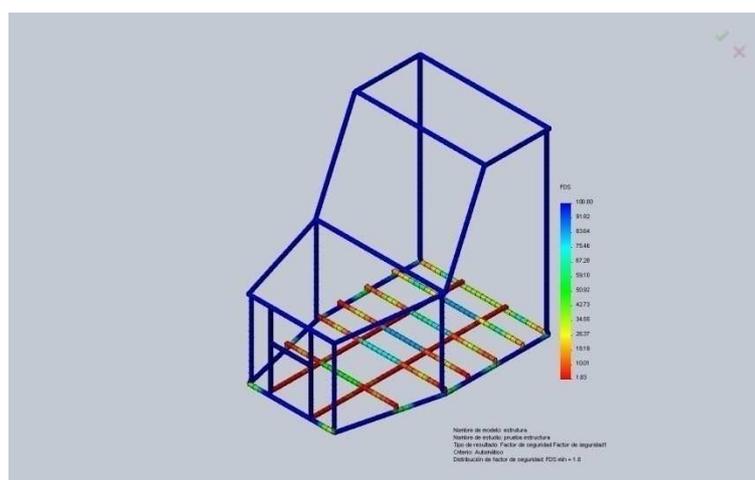


FIGURA 4. 21 Estructura-prueba estructura-Factor de seguridad

#### 4.1.5 SIMULACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CABINA EN SOFTWARE

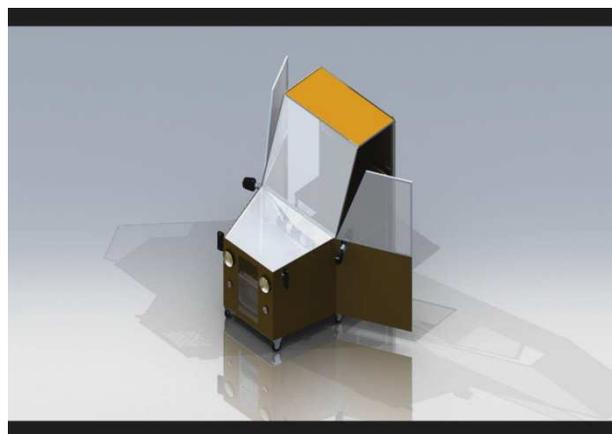


FIGURA 4. 22 Simulación 3D

## 4.2 CONSTRUCCIÓN

### 4.2.1 NOMINA DE LOS ELEMENTOS DE LA CABINA Y ESPECIFICACIÓN DE SUS CARACTERÍSTICAS

Tabla 4. 8 Especificaciones de los materiales

Nombre de material:	ASTM A36 Acero
Descripción:	
Origen del material:	
Tipo de modelo del material:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Tensión máxima de von Mises
Datos de aplicación:	

Tabla 4. 9 Especificación de las propiedades

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m <sup>2</sup>	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m <sup>2</sup>	Constante
Densidad	7850	kg/m <sup>3</sup>	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m <sup>2</sup>	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m <sup>2</sup>	Constante

### 4.2.2 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES DE LOS COMPONENTES

#### 4.2.3 EL SOPORTE

Para el soporte de la estructura se tomaron en cuenta algunos elementos estructurales teniendo preferencialmente, el ángulo estructural en C, que es todo el perímetro del soporte, las platinas que van cruzadas por el mismo y sostenidas en el perfil en C, cuya función es sostener el piso de la estructura, y como soporte extra se ponen dos perfiles en forma perpendicular a las platinas con la finalidad que esta no se pandee.

##### 4.2.3.1 PERFIL ESTRUCTURAL C

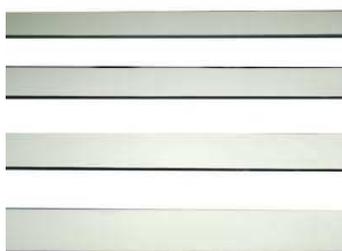


FIGURA 4. 23 Perfil en C 1



**FIGURA 4. 24 Perfil en C 2**

#### **4.2.3.2 PLATINAS ESTRUCTURALES**



**FIGURA 4. 25 Platina estructural 1**



**FIGURA 4. 26 Platina estructural 2**

#### **4.2.3.3 PERFIL ESTRUCTURAL EN L**



**FIGURA 4. 27 Perfil en L del soporte 1**

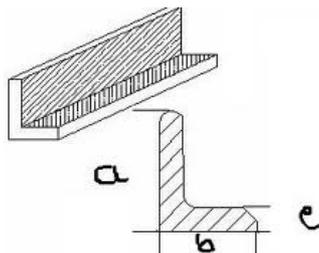


FIGURA 4. 28 Perfil en L del soporte 2

Una vez unidos todos los componentes mediante suelda eléctrica obtenemos el soporte como se muestra en la figura.

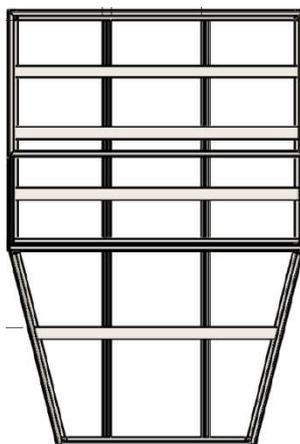


FIGURA 4. 29 Soporte de la cabina

#### 4.2.4 LA ESTRUCTURA

Ya terminado nuestro soporte que es el que sostiene todo el peso y los componentes del sistema de aire acondicionado, procedemos a poner los parantes de la cabina tomando como material principal el tubo cuadrado, y teniendo como materiales de medida un flexo metro, y para cuadrar los parantes o tubos cuadrados una escuadra, con el fin de que el techo, parabrisas y capot tengan un buen asiento la parte de arriba de nuestra cabina ira con un perfil estructural en L, desde la fracción posterior asta el frontal.

#### 4.2.4.1 TUBO CUADRADO



FIGURA 4. 30 Tubo cuadrado 1



FIGURA 4. 31 Tubo cuadrado 2

#### 4.2.4.2 PERFIL L



FIGURA 4. 32 Estructura L del techo

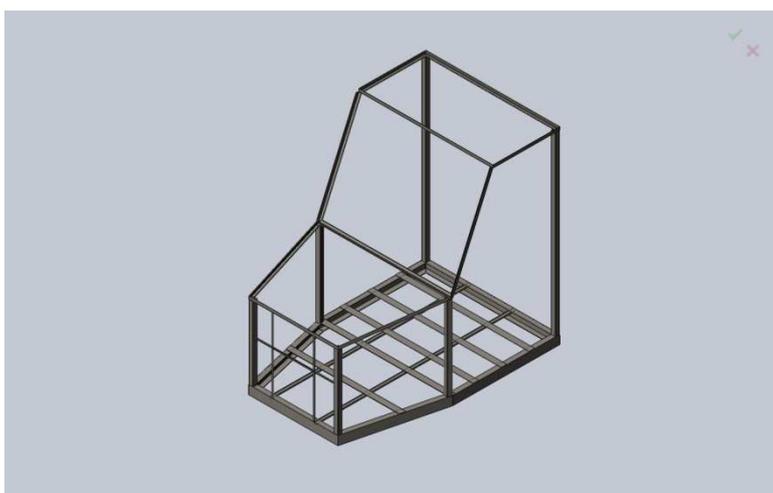


**FIGURA 4. 33 Estructura L del techo 2**

Una vez cuadrados nuestros parantes por medio de la escuadra y luego fijados con suelda, luego cuadramos toda la parte superior con perfil L.



**FIGURA 4. 34 Estructura 1**



**FIGURA 4. 35 Estructura 2**

#### **4.2.5 ENSAMBLAJE TOTAL DE LA CABINA**

Partiendo de los planos se procedió a ensamblar el soporte que está diseñado con perfil C, ángulo L y platinas, estas platinas son parte del soporte de pesos que se aplican en la parte superior de la cabina.



**FIGURA 4. 36 Unión de los diferentes componentes**

A continuación se completó el resto de la estructura uniéndola con soldadura eléctrica los perfiles en C con un tubo cuadrado, teniendo como material principal los electrodos, una escuadra y un flexo metro para cortar los elementos que conforman la cabina.



**FIGURA 4. 37 Finalización de la estructura 1**



**FIGURA 4. 38 Finalización de la estructura 2**

Ya con la estructura armada se continuo forrando la cabina es decir, empleando playbol en el piso, techo y tablero, sujetando estas mediante tornillos, seguidamente se procedió a armar la estructura de puertas, condensador y compresor, una ves armado todo lo anterior procedimos a forrar con tol toda la estructura, tanto en puertas, parte posterior, laterales, frontal dándonos cada ves una mejor apariencia, continuamente se armo la estructura de la silla al terminarla fue forrada con tabla triplex, una ves terminado esto se puso lo que es vidrio tanto en parabrisas, ventanas de las puertas, y capot, y finalmente la estructura de las ruedas que son 6 distribuidas de la siguiente forma 2 giratorias en la parte delantera, 2 giratorias en la parte intermedia y dos fijas en la parte posterior, quedando listo para los últimos detalles y decoración como focos, guardachoques.



**FIGURA 4. 39 Banco de pruebas vista 1**



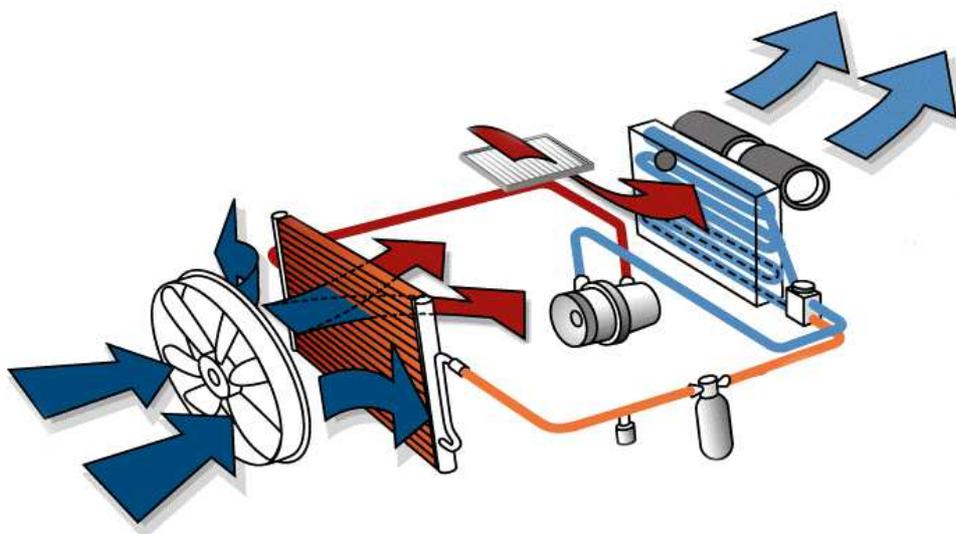
**FIGURA 4. 40 Banco de pruebas vista 2**

Procediendo luego a la instalación de todo el sistema de aire acondicionado como se verá a continuación.

### **4.3 MONTAJE DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA**

#### **4.3.1 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN LA CABINA**

En cuanto a la distribución de los componentes del sistema de aire acondicionado están ubicados como se ve a continuación:



**FIGURA 4. 41 Distribución de los componentes**

Como podemos observar en la figura 4.40 el condensador va en la parte delantera en conjunto con el electro ventilador que va en la parte posterior del mismo, teniendo como finalidad la entrada de aire al sistema que se encuentra en la parte interior de nuestra cabina, al condensador

también se encuentra unido nuestro filtro deshidratante, quedándonos distribuidos estos 3 componentes.

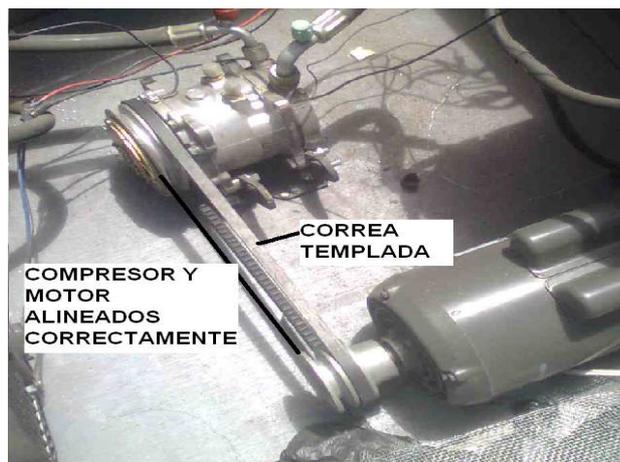


**FIGURA 4. 42 Vista frontal del condensador**



**FIGURA 4. 43 Los tres componentes acoplados**

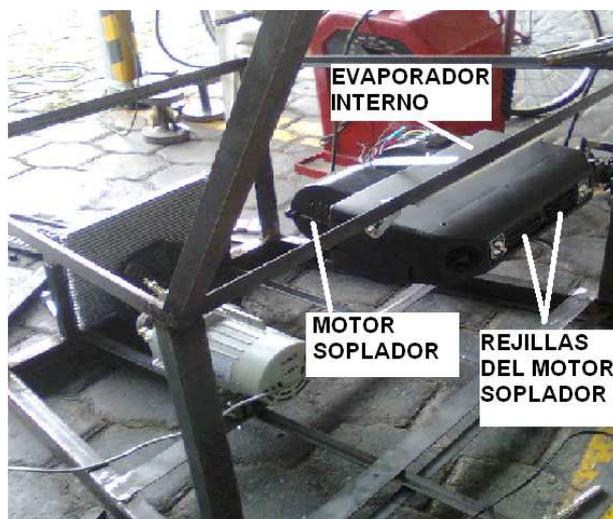
A continuación ubicamos el compresor y el motor eléctrico teniendo en cuenta que tienen que estar las poleas alineadas uno con respecto a otro, de no ser así la banda saldrá de las poleas y no abra una conexión de movimiento entre los dos, una vez alineados estos dos componentes procedemos a templar la banda que esta entre estos dos componentes mencionados.



**FIGURA 4. 44 Alineación del compresor y motor eléctrico**

#### **4.3.2 UBICACIÓN DEL EVAPORADOR Y MOTOR SOPLADOR EN EL TABLERO**

Seguidamente procedemos a ubicar el motor soplador que viene en conjunto con el evaporador, los mandos para encender y apagar el sistema y las rejillas de ventilación, esta ira colocada entre el habitáculo de la cabina y la parte en donde se encuentra el resto de los componentes anteriormente mencionados, así como se observa en la siguiente figura.



**FIGURA 4. 45 Colocación de evaporador y motor soplador**

Una vez forrada y pintada el resto de la cabina con todos los detalles tendremos la ubicación del evaporador en conjunto con el motor soplador.



**FIGURA 4. 46 Tablero con evaporador incluido 1**



**FIGURA 4. 47 Tablero con evaporador incluido 2**

### **4.3.3 CONEXIÓN DE LOS CONDUCTOS HACIA EL MOTOR SOPLADOR**

Para la conexión de las mangueras una en el sistema se procede a las conexiones de las mangueras de alta y baja que van conectadas tanto al condensador, al evaporador y al motor soplador, estas mangueras van con sus respectivas abrazaderas de alta presión para evitar fugas de nuestro gas refrigerante.



**FIGURA 4. 48 Conexiones de motor soplador 1**

## CAPÍTULO V

### PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y COMPARACIONES DEL SISTEMA

#### 5.1 PRUEBAS FLUJO DE AIRE DE LOS VENTILADORES

Tenemos que realizar las siguientes pruebas para comprobar el correcto funcionamiento tanto del electro ventilador del condensador así como también del motor soplador:

- **Electro ventilador del condensador:**

La primera prueba que hacemos al ventilador es que esté funcionando una vez que se ha encendido el sistema de aire acondicionado, verificando sus conexiones. Seguidamente tenemos que observar que el flujo de aire que produce esté en el sentido correcto esto es dirigido hacia el condensador.

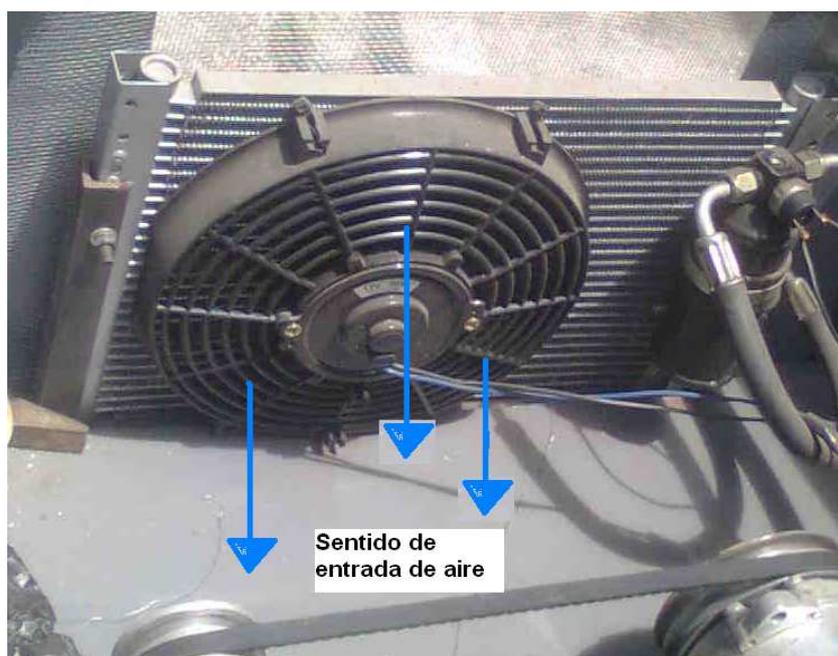
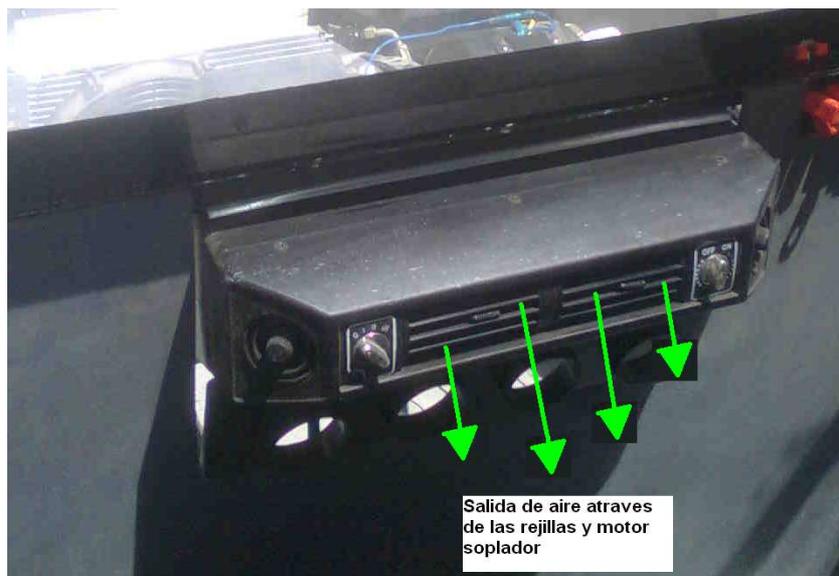


FIGURA 5. 1 Flujo del electro ventilador

- **Motor Soplador**

Se tiene que revisar que este entregando al habitáculo la cantidad suficiente de flujo de aire, como el interruptor del mismo posee tres velocidades tenemos que ver que en cada incremento de velocidad aumente el flujo de aire hacia el interior de la cabina.



**FIGURA 5. 2 Flujo del motor soplador**

### **5.2 MEDICIONES DE TEMPERATURA QUE ALCANZA EL SISTEMA.**



**FIGURA 5. 3 Temperaturas**

Para la realización de estas medidas de temperatura se obtuvieron dos resultados que son los siguientes:

- Con el mando de sensibilidad del termostato (sensor de presión) girado 5° en sentido contrario a las manecillas del reloj con el control de velocidad del motor soplador poniéndola a la velocidad mas alta, y partiendo de la temperatura ambiente en la cabina 19.4°C, hubo una disminución de temperatura al encender el sistema hasta 10.1°C.

- Con el mando de sensibilidad del termostato (sensor de presión) girado 90° en sentido contrario a las manecillas del reloj con el control de velocidad del motor soplador poniéndola a la velocidad mas alta partiendo de la temperatura ambiente de la cabina 20.2°C, hubo una disminución de temperatura al encender el sistema hasta 12.3°C.

### **5.3 RANGOS DE ENCENDIDO Y APAGADO DEL COMPRESOR**

Los rangos de tiempo de encendido y apagado se lo realizo mediante dos posiciones del mando de sensibilidad obteniendo los siguientes resultados:



**FIGURA 5. 4 Rango de tiempo del compresor**

- Con el mando de sensibilidad a 5° en sentido contrario a las manecillas del reloj, se alcanzo 10°C permaneciendo encendido el compresor 24.53 segundos y para que se vuelva a encender permaneció apagado durante 45 segundos.
- Con el mando de sensibilidad a 90° en sentido contrario a las manecillas del reloj se alcanzo 12.3°C, permaneciendo encendido el compresor 18.82 segundos y para que se vuelva a encender permaneció apagado 1 minuto con 4 segundos.

### **5.4 PLAN DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO Y ELEMENTOS EN GENERAL**

En cuanto al plan de mantenimiento se puede dividir en dos partes las cuales son:

Mantenimiento preventivo.-

**Tabla 5. 1 Inspección visual**

- Ver la banda que recibe el movimiento del motor eléctrico al compresor que se encuentre alineada
- Revisar que el evaporador, condensador, válvula de expansión y compresor se encuentren limpios, es decir que no existan fugas en los mismos
- Visualizar que en las tuberías del sistema no existan fugas del refrigerante
- Comprobar que en el instante que se enciende el compresor se encienda el electro ventilador

**Tabla 5. 2 Inspección de funcionamiento (encendido el banco de pruebas de A/C).**

- Ver si el sistema esta totalmente cargado de refrigerante  Alta presión (de 8 a 15 bares)  Baja presión (de 1,7 a 3,3 bares)
- Notar si las temperaturas de alta y baja presión son las adecuadas  (antes de llegar al condensador debe estar la manguera caliente, medianamente caliente desde el condensador asta la válvula de expansión y la manguara debe permanecer fría desde la válvula de expansión asta el evaporador)
- Comprobar si sale aire frio del evaporador

- **Mantenimiento Correctivo**

(Ensayo y diagnostico)

Pruebas sencillas para detectar averías en los equipos de A/C tales como verificar que no exista ruidos en el compresor.

- **Reparación de averías**

Una ves encontrado el desperfecto en el elemento se debe hacer el desmontaje y repararlo es siempre y cuando este lo permita caso contrario sustituirlo.

- (Pruebas de ajuste del sistema)

Pruebas de funcionamiento y realizar los ajustes necesarios

## **5.5 DEFINICIÓN DE PRUEBAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO A IMPLEMENTARSE CON EL SISTEMA**

### **5.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE A/C**

Primero tenemos que partir por la identificación de los principales componentes del sistema; tales como: Compresor, condensador, botella deshidratante, válvula de expansión y evaporador, seguidamente identificar los secundarios los mismo que son: Electro ventilador, sensor de presión, sensor de temperatura, motor soplador, relees, fusibles, tuberías, cables y mandos de encendido y apagado del sistema. **Anexo 3**

### **5.5.2 FUNCIÓN DE CADA COMPONENTE EN EL SISTEMA**

Investigar de cada componente del sistema los tipos existentes y la función que realizan cada uno en el funcionamiento del banco de pruebas. **Anexo 4**

### **5.5.3 REVISIÓN Y PRUEBAS ANTES DE ENCENDER EL SISTEMA**

- Comenzamos verificando que el sistema se encuentre cargado de refrigerante, con ayuda del manómetro comprobamos que la presión del refrigerante entre dentro de los rangos, alta presión (de 220 a 240 psi), baja presión (de 25 a 35 psi).
- Luego de realizar las mediciones de presión observamos a cada componente del sistema que no tengan fugas del refrigerante y que no presenten anomalías que puedan intervenir en su buen funcionamiento.
- Verificar que la banda que conecta al compresor con el motor se encuentre alineada y templada.
- Revisamos que los cables no estén haciendo contacto con los de otros componentes y ver que la batería se encuentre cargada.

**Anexo 5**

#### **5.5.4 PRUEBAS DEL SISTEMA ENCENDIDO.**

Una vez encendido el sistema tenemos que percatarnos que no se emitan sonidos extraños principalmente del compresor y los ventiladores.

- Realizamos las mediciones de presión tanto en baja como en alta presión.
- Verificamos que de las rejillas del panel de acondicionamiento circule flujo de aire proveniente del motor soplador y con la ayuda de un termómetro comprobamos que la temperatura descienda dentro del habitáculo.

#### **Anexo 6**

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 CONCLUSIONES.

- Se investigó el funcionamiento del sistema de aire acondicionado automotriz, y de cada uno de los componentes que intervienen en el mismo, así como el trabajo que realiza cada uno de ellos y sus beneficios que estos brindan.
- Se seleccionó los elementos adecuados que conforman el sistema de aire acondicionado, partiendo del motor eléctrico que da movimiento al compresor y este comprime al refrigerante haciendo circular el refrigerante por todo el sistema.
- Se diseñó y construyó el banco de pruebas con los componentes necesarios, para un buen funcionamiento.
- Se realizó un conjunto de pruebas y evaluaciones del banco de pruebas del sistema para la verificación del correcto funcionamiento del mismo.
- Se elaboró los planes de mantenimiento y cuidados del equipo de pruebas para que de esta manera alargue su vida útil.
- Se formuló guías prácticas y de laboratorio para que de esta manera los estudiantes tengan un mejor aprendizaje tanto teórico como práctico.

#### 6.2 RECOMENDACIONES.

- Para el funcionamiento del banco de pruebas primero se tiene que prender el motor eléctrico, seguidamente acoplar los cables que alimentan al sistema por medio de una batería de 12V.
- Una vez conectado el equipo, deben ingresar un máximo de dos personas al interior de la misma, para que ellos activen los mandos tanto del electroimán como las velocidades del motor soplador.
- Mantener encendido de forma continua al sistema como periodo máximo 20 minutos para salvaguardar al motor eléctrico y evitar fallos futuros.
- Realizar mantenimientos continuos a cada uno de los componentes del sistema a/c.
- Tener cuidado en no mezclar los tipos de refrigerantes ya que en el mercado podemos encontrar dos clases el R 12 y el R 134a el mismo del que está cargado el sistema.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- BEER, Ferbinanb- P JOHNSTON, E. RUSSELL. MECANICA DE MATERIALES TERCERA EDICION.  
Mexico: Mc GRAW-Hill Interamericana 2004.
- RUEDA, Jesus. Tecnico en mecánica electrónica automotriz. Tomo 3  
Colombia: Biseli 2005.
- GRUPO EDITORIAL CEAC S.A. MANUAL CEAC DEL AUTOMOVIL.  
Barcelona-España 2003.
- COELLO Efrén, MULTIMETRO MEDICIONES PARA AUTOMÓVILES.  
Ecuador: Edición 2004
- STANDARD MOTOR PRODUCTS, AIR CONDITIONING TIPS & TECHIQUES.  
Long Island City, New York 2002

## **LINKOGRAFÍA**

- <http://html.rincondelvago.com/circuito-de-aire-acondicionado.html>.
- <http://www.todomecanica.com/curso-aire-acondicionado.html>
- <http://www.cnequipa.com/>
- [http://www.catalogosdorados.com/automotores/aire\\_acondicionado.htm](http://www.catalogosdorados.com/automotores/aire_acondicionado.htm)
- [http://www.pmclimas.com/aire\\_acondicionado\\_automotriz.html](http://www.pmclimas.com/aire_acondicionado_automotriz.html)
- <http://www.todoautos.com.pe/f59/taller-de-aire-acondicionado-automotriz-29261.html>
- <http://www.autocosmos.com.mx/noticias/14951/como-funciona-el-aire-acondicionado-de-tu-auto.aspx>