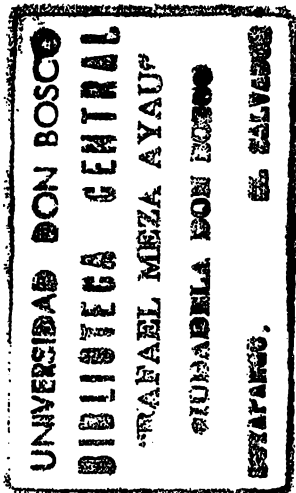


UNIVERSIDAD DON BOSCO



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO Y SU READECUACIÓN PARA EL USO DE LOS REFRIGERANTES HCFC's Y HFC's

**TRABAJO DE GRADUACION PREPARADO PARA LA:
FACULTAD DE INGENIERIA**



PARA OPTAR AL GRADO DE

INGENIERO MECÁNICO

POR

CARLOS ANTONIO CHÉVEZ HIMEDE
JORGE GILBERTO DUQUE FUENTES

JULIO 1997

SOYAPANGO

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

UNIVERSIDAD
DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

PBRO. PEDRO GARCIA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ING. CARLOS ALBERTO GUTIERREZ

ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. MARIO ARNOLDO MOLINA

JURADO EXAMINADOR

ING. FRANCISCO ALFREDO DE LEÓN

ING. MAURICIO HERNÁNDEZ

HOJA DE AGRADECIMIENTO.

**AGREDECEMOS A DIOS TODO PODEROSO.
QUE ES LA FUENTE DE TODA SABIDURÍA, A NUESTROS
PADRES QUE NOS GUIARON EN EL BUEN CAMINO PARA
LLEGAR A LOGRAR EL TRIUNFO DE CULMINAR ESTA CARRERA
A NUESTROS HERMANOS Y FAMILIARES QUE BRINDARON LA AYUDA NECESARIA
A NUESTROS AMIGOS QUE SIN PEDIRLO, NOS APOYARON.**

CARLOS Y JORGE.

EN ESPECIAL A MI FAMILIA QUE SE MANTUVO TODO ESTE TIEMPO
APOYÁNDOME Y TOLERANDO TODOS LOS DISTANCIAMIENTOS
A MI MADRE QUE CON SU GRAN AMOR SIEMPRE ALENTADOR
A MI PADRE CON SU FÉRREA VOLUNTAD DE HACER LAS COSAS
A MI ESPOSA CON SU TERNURA, TODA LA AYUDA QUE ME BRINDÒ
A MI HIJA, UN MOTIVO MAS, PARA SOPORTAR TODOS LOS MOMENTOS DE
PREOCUPACIÓN Y SEGUIR ADELANTE
MUCHAS GRACIA ESTE TRIUNFO ES DE USTEDES.

Jorge G. Duque

AGRADESCO ESPECIALMENTE A MIS PADRES Y A MIS HERMANOS QUE ME
ALENTARON EN EL TRANSCURSO DE MI VIDA COMO UNIVERSITARIO Y QUE
AHORA VEN CORONADO SUS ESFUERZOS CON LA CULMINACIÓN DE ESTE
PROYECTO.

A NUESTRO ASESOR Y AL ING. MARCOS LEIVAS (BURUNDI) QUE
DESINTERESADAMENTE COLABORARON A LA ELABORACION DE NUESTRO
TRABAJO .

GRACIAS Y QUE DIOS LOS BENDIGA

Carlos A. Chévez

CAPITULO I

Página

1.1	INTRODUCCION	
1.2	CONCEPTOS BASICOS.....	1
1.2.1	MATERIA Y MOLECULA	
1.2.1.1	ESTADO DE LA MATERIA	
1.2.1.1.1	ESTADO SOLIDO	
1.2.1.1.2	ESTADO SOLIDO	
1.2.1.1.3	ESTADO GASEOSO	
1.2.1.2	PUNTO DE EBULLICION.....	2
1.2.1.3	CONDICION SATURADA, SUBENFRIADA Y SOBRECALENTADA	
1.2.2	ENERGIA INTERNA.....	3
1.2.3	PRIMERA LEY DE LA TERMODINAMICA	
1.2.4	SEGUNDA LEY DE LA TERMODINAMICA	
1.2.5	TEMPERATURA.....	4
1.2.5.1	MEDICION DE LA TEMPERATURA	
1.2.6	PRESION	
1.2.6.1	PRESION ATMOSFERICA	
1.2.6.2	PRESION MANOMETRICA.....	5
1.2.6.3	PRESION ABSOLUTA	
1.2.6.4	MEDICION DE PRESION	
1.2.6.4.1	INSTALACION DE MEDIDORES.....	7
1.2.7	PSICOMETRIA.....	9
1.2.7.1	ATMOSFERA	
1.2.7.2	TEMPERATURA DE BULBO SECO	
1.2.7.3	TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	
1.2.7.4	TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	

1.2.7.5	HUMEDAD ESPECIFICA	
1.2.7.6	HUMEDAD RELATIVA.....	10
1.2.7.7	CALOR TOTAL	
1.2.8	ENTALPIA.....	13
1.2.9	TRABAJO.....	14
1.2.10	POTENCIA	
1.2.11	CALOR	
1.2.11.1	CANTIDAD DE CALOR	
1.2.11.2	CALOR SENSIBLE.....	15
1.2.11.3	CALOR LATENTE	
1.2.12	TRANSFERENCIA DE CALOR	
1.2.13	FRIO.....	16
1.2.14	ELECTRICIDAD BASICA	
1.2.14.1	TEORIA ELECTRONICA	
1.2.14.2	FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA.....	18
1.2.15	INSTRUMENTOS PARA PRUEBAS ELECTRICAS	
1.2.15.1	VOLTIMETRO	
1.2.15.2	AMPERIMETRO.....	20
1.2.15.3	OHMETRO.....	21
1.2.15.4	MEGGER.....	22
1.2.16	LEY DE OHM	
1.2.16.1	CIRCUITOS EN SERIE.....	23
1.2.16.2	CIRCUITO EN PARALELO.....	24
1.2.16.3	COMPARACION DE CIRCUITO SERIE-PARALELO.....	25
1.2.16.4	FACTOR DE POTENCIA	
1.2.17	ACCION DE CONMUTACION.....	26
1.2.18	SIMBOLOS ELECTRICOS.....	27
1.3	EL SISTEMA DE REFRIGERACION.....	28
1.3.1	CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACION	

1.3.1.1	EL SISTEMA DE REFRIGERACION POR COMPRESION DE VAPOR	
1.3.1.2	EL EFECTO DE REFRIGERACION.....	31
1.3.1.3	EL LADO DE ALTA Y EL LADO DE BAJA.	
1.3.2	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DE LOS COMPONENTES	
1.3.2.1	EVAPORADORES	
1.3.2.1.1	DE EXPANSION SECA E INUNDADOS.	
1.3.2.1.2	TIPOS DE SUPERFICIE.....	32
1.3.2.1.3	SERPENTIN DE EVAPORACION DIRECTA (DE).....	34
1.3.2.1.4	DE VENTILACION FORZADA.....	35
1.3.2.2	FUNCIÓN Y OPERACIÓN DEL CONDENSADOR.....	36
1.3.2.3	COMPRESORES.....	37
1.3.2.3.1	COMPRESORES RECIPROCANTES	
1.3.2.3.2	COMPRESORES ABIERTOS.....	38
1.3.2.3.3	COMPRESORES HERMETICOS.....	40
1.3.2.3.4	COMPRESORES ROTATORIOS.....	41
1.3.2.3.5	COMPRESORES ROTATORIOS HELICOIDALES.....	42
1.3.2.4	DISPOSITIVO DE CONTROL DE FLUJO	
1.3.2.4.1	VALVULA DE EXPANSION MANUAL.....	43
1.3.2.4.2	VALVULA DE EXPANSION TERMOSTATICA..	44
1.3.2.4.3	VALVULA CON IGUALADOR EXTERNO.	
1.3.2.4.4	VALVULAS LIMITADORAS DE PRESION.....	46
1.3.2.4.5	LA VET DE CARGA LIMITADA.	
1.3.2.4.6	VALVULA MECANICA LIMITADORA DE PRESION.....	47
1.3.2.4.7	VALVULA OPERADA POR PILOTO	
1.3.2.4.8	VALVULA DE EXPANSIÓN TERMOELECTRICA.....	48

1.3.2.4.9 VALVULA FLOTADOR	
1.3.2.4.10 VALVULA DE EXPANSION A PRESION CONSTANTE.....	49
1.3.2.4.11 EL TUBO CAPILAR	
1.3.2.4.12 EL ORIFICIO	
1.3.2.5 ACCESORIOS DEL SISTEMA POR COMPRESION.....	50
1.3.2.5.1 LA TUBERIA Y RECIBIDOR DEL SISTEMA.	
1.3.2.5.2 SEPARADOR DE ACEITE.	
1.3.2.5.3 SILENCIADOR.....	52
1.3.2.5.4 INTERCAMBIADOR DE CALOR	
1.3.2.5.5 COLADOR SECADOR	
1.3.2.5.6 ACUMULADOR DE SUCCION	
1.3.2.5.7 CALENTADOR.....	53
1.3.2.5.8 MIRILLA	
1.3.2.5.9 VALVULA SOLENOIDE	54
1.3.2.5.10 VALVULA DE RETENCION	
1.3.2.5.11 REGULADOR DE PRESION DEL EVAPORADOR	
1.3.2.5.12 VALVULA DE ALIVIO	55
1.3.2.5.13 CONEXIONES DE SEGURIDAD.	
1.4 AIRE ACONDICIONADO	
1.4.1 GENERALIDADES.....	56
1.4.2 EQUIPOS PARA AIRE ACONDICIONADO	
1.4.2.1 EQUIPOS DE VENTANA	
1.4.2.2 UNIDADES DE PAQUETE ENFRIADOS POR AIRE.....	58
1.4.2.3 UNIDADES PAQUETES ENFRIADAS POR AGUA.....	62
1.4.2.4 UNIDADES PARA CUARTOS DE COMPUTADORA.....	63
1.4.2.5 SISTEMAS DIVIDIDOS PARA ENFRIAMIENTO	
1.4.2.5.1 UNIDADES DE VENTILACION Y SERPENTIN	64
1.4.2.6 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DIVIDIDOS UNITARIOS.....	65

	1.4.2.6.1 SISTEMAS COMERCIALES DIVIDIDOS	
1.5	REFRIGERANTES EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION.....	70
1.5.1	REFRIGERANTES QUE SE EMPLEARON ANTERIORMENTE.	
1.5.2	DESARROLLO DE LOS FLUOROCARBONOS.....	71
1.5.3	NOMENCLATURA DE LOS FRIGORIGENOS	
1.5.4	CARACTERISTICAS IMPORATANTE DE LOS REFRIGERANTES.....	72
1.5.4.1	ESTABILIDAD TERMICA	
1.5.4.2	EFFECTOS DE LOS COMPUESTOS CFC's.....	74
1.5.4.3	PROBLEMAS CAUSADOS POR LOS CFC's	77
	1.5.4.3.1REQUERIMIENTOS	
	1.5.4.3.1.1EL EFECTO INVERNADERO	
1.5.5	MANEJO SEGURO DE LOS CFC's.....	78
1.5.5.1	PRESION.....	79
1.5.5.2	OLOR MUY SUAVE	
1.5.5.3	VAPOR MAS DENSO QUE EL AIRE	
1.5.5.4	DESCOMPOSICION DEL CAPOR DE CFC's	
1.5.5.5	CONCENTRACION MAXIMA PERMISIBLE	
1.5.5.6	PRECAUSIONES.....	80
	1.5.5.6.1 CONCENTRACIONES EXCESIVAS	
	1.5.5.6.2 ALEJAR DE LAS LLAMAS Y SUPERFICIE CALIENTES	
	1.5.5.6.3 PROTEGER MANOS Y PIEL DEL CONTACTO CON REFRIGERANTES.....	81
	1.5.5.6.4 PROTEGER LOS OJOS	
	1.5.5.6.5 NO SOBRECALENTAR LOS CILINDROS.	
	1.5.5.6.6 NO SOBRELLENAR LOS CILINDROS.	
	1.5.5.6.7 EVITAR CAUSAR DAÑOS A LOS CILINDROS	
	1.5.5.6.8 EL ACEITE	

	1.5.5.6.9 PURGADO DE TUBERIA CON NITROGENO.....	82
	1.5.5.6.10 REDUCIR LA PRESION	
	1.5.5.6.11 NUNCA SE DEBE UTILIZAR OXIGENO	
1.5.6	CARACTERISTICAS FISICAS Y APLICACIONES DE LOS REFRIGERANTES	
	1.5.6.1 CFC- 11	
	1.5.6.2 CFC- 12	
	1.5.6.3 CFC13.....	83
	1.5.6.4 CFC- 13B1	
	1.5.6.5 CFC- 14	
	1.5.6.6 CFC- 22	
	1.5.6.7 CFC-113.....	84
	1.5.6.8 CFC- 114	
	1.5.6.9 CFC- 500	
	1.5.6.10 CFC- 502	
	1.5.6.11 CFC- 503.....	85
	1.5.6.12 AMONIACO	
1.6	EVACUACION.....	86
	1.6.1 BOMBA DE VACIO.....	87
	1.6.2 INDICADORES DE ALTO VACIO.....	88
	1.6.3 METODO DE EVACUACION CON ALTO VACIO.....	89
	1.6.4 EVACUACION TRIPLE.....	91
1.7	PURGADO.....	92
1.8	CARGA DE REFRIGERANTE EL SISTEMA.....	93
	1.8.1 TÉCNICAS DE CARGA.....	95
	1.8.2 COMPROCACION DE LA CARGA.....	98
1.9	LOCALIZACION Y PRUEBAS DE FUGAS	
	1.9.1 FUGAS DE REFRIGERANTES.....	100

	1.9.1.1	USO DE DETECTOR DE FUGA DE HALURO	
	1.9.1.2	DETECTOR DE FUGAS ELECTRONICO	
1.10		LOS ACEITES EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION.....	103
	1.10.1	CALIDAD DEL ACEITE	
	1.10.1.1	VISCOSIDAD EL ACEITE.....	104
1.11		PROCESOS AUXILIARES PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACION.....	106
	1.11.1	CORTE, ACODAMIENTO Y ABOCINAMIENTO DE TUBERIA	
	1.11.1.1	TUBOS	
	1.11.1.2	CORTE.....	107
	1.11.1.3	COMO CORTAR, ACODAR Y ABOCINAR TUBOS DE COBRE.....	108
	1.11.1.3.1	HERRAMIENTAS Y MATERIALES	
	1.11.1.3.2	PROCEDIMIENTOS.....	109
	1.11.2	SOLDADURA BLANDA.....	111
	1.11.2.1	OBJETIVOS	
	1.11.2.2	COMO SOLDAR.....	112
	1.11.2.2.1	PREPARACION PARA SOLDAR	
	1.11.2.3	EQUIPO DE CALENTAMIENTO	
	1.11.2.3.1	COMO ENCENDER UN SOPLETE DE ACETILENO.....	113
	1.11.2.4	ESTAMPADO DE TUBERIAS	
	1.11.2.4.1	COMO ESTAMPAR TUBERIAS	
	1.11.2.5	COMO SOLDAR CON ESTAÑO.....	114
	1.11.3	CAMBIO DE COMPRESORES.....	115
1.12		REGULACIONES SOBRE LAS PRODUCCIONES Y USO DE LOS REFRIGERANTES.....	116
	1.12.1	PROTOCOLO DE MONTREAL	
	1.12.2	EL PRINCIPAL DAÑO CAUSADO POR LOS REFRIGERANTES Y CONSECUENCIAS.....	122

1.12.2.1	LA CIENCIA DEL AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO.	
1.12.2.2	REGLAMENTACION	
1.13	CONVERSION A REFRIGERANTES ALTERNATIVOS.....	126
1.13.1	ALCANCE DE LA CONVERSION	
1.13.2	DESVENTAJAS Y VENTAJAS DE LA CONVERSION	
1.13.3	REFRIGERANTES ALTERNATIVOS	
1.13.4	ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA CONVERSION.....	128
1.13.5	PROCEDIMIENTOS DE ACTUALIZACION DE LOS REFRIGERANTES SUSTITUTOS	
1.13.6	ASPECTOS DEL ACEITE LUBRICANTE.....	133
1.13.7	INFLAMABILIDAD.....	134
1.13.8	ESTABILIDAD Y COMPATIBILIDAD CON LOS MATERIALES	
1.13.9	TOXICIDAD	
1.13.10	ESTABILIDAD ATMOSFERICA	
1.13.11	OTRO ESQUEMA PARA LA CONVERSIÓN DE REFRIGERANTES.....	136
1.13.12	ROTULACION.....	137
1.13.13	REACONDICIONAMIENTO PARA AC MOVILES	
1.13.13.1	PROPIEDADES DEL HFC-134a.....	138
1.13.13.2	CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD	
1.13.13.3	CAMBIOS EN EL SISTEMA.....	139
1.13.14	REACONDICIONAMIENTO ESPECIFICO DE EQUIPOS CON MP39 Y MP66.....	140
1.13.14.1	PROPIEDADES.....	141
1.13.15	REFRIGERANTE HP62.....	142
1.13.15.1	PROPIEDADES	
1.13.15.2	MODIFICACIONES DEL SISTEMA.....	143
1.13.16	REFRIGERANTE HP80 (R-402A)	

1.13.16.1 PROPIEDADES DEL SISTEMA.....	144
1.13.17 REFRIGERANTE HP81	
1.13.17.1 PROPIEDADES AZEOTROPICAS.....	146
1.13.18 REFRIGERANTE 404A	
1.13.19 REFRIGERANTE HFC-23 PARA MUY BAJAS TEMPERATURA..	147
1.13.19.1 PROPIDADE FISICAS Y AMBIENTALES	
1.13.20 CONSERVACION Y RECICLAJE DE FRIGORIGENOS.....	148
1.13.21 FLUJOGRAMA DE READECUACION DE EQUIPOS DE REFRIGERACION ESTACIONARIOS Y MOVILES, PARA LA UTILIZACION DE UN REFRIGERANTE ALTERNO.....	149
1.13.21.1 READECUACION PARA EQUIPOS ESTACIONARIOS	
1.13.21.2 READECUACION PARA EQUIPOS MOVILES	
1.13.21.3 EQUIPO Y ACCESORIOS PARA LA CONVERSION.	

CAPITULO II

	Página
2.1 INTRODUCCION	151
2.2 LOCALIZACION DE FALLAS EN REFRIGERACION.....	151
2.2.1 BAJA PRESION EN LA SUCCIÓN	
2.2.2 ALTA PRESION EN LA SUCCIÓN.....	153
2.2.3 ALTA DIFERNCIA DE PRESIONES	
2.2.4 BAJA DIFERNCIA DE PRESIONES.....	154
2.2.5 CARGA INADECUADA EN EL EVAPORADRO.....	155
2.2.6 AIRE EN EL SISTEMA DE REMOCION DE CALOR	
2.2.7 MALA DISTRIBUCION DE LA CARGA	
2.2.7.1 EN SISTEMAS DE TUBO CAPILAR	
2.2.8 SERPENTINES TAPONADOS.....	156
2.2.9 FALTA DE REFRIGERANTE.....	157
2.2.10 SOBRECARGA DE REFRIGERANTE	
2.2.11 CONDENSADOR OBSTRUIDO.....	158
2.2.12 AIRE EN EL SISTEMA	
2.3 DEFECTOS ELECTRICOS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACION.....	159
2.3.1 PRINCIPALES COMPONENTES ELECTRICOS	
2.3.1.1 MOTOR	
2.3.1.2 RELAY DE ARRANQUE.....	161
2.3.1.3 CAPACITOR DE PARTIDA.....	162
2.3.1.4 PROTECTOR TERMICO	
2.3.2 DESCRIPCION DE LOS DEFECTOS Y	
PROCESOS PARA SU CORRECCION.....	163
2.3.2.1 EL COMPRESOR NO ARRANCA Y EL PROTECTOR.	
TERMICO ACTUA	
2.3.2.2 EL COMPRESOR TRATA DE ARRANCAR,	
MAS EL PROTECOTR TERMICO ACTUA	
2.3.2.2.1 ROTOR BLOQUEADO	

2.3.2.2.2 BOBINA DE PARTIDA NO TRABAJA.....	164
2.3.2.3 EL COMPRESOR ARRANCA, MAS EL PROTECTOR TERMICO ACTUA.	
2.3.2.3.1 SOBRECARGA EN EL MOTOR	
2.3.2.3.2 OPERACION ANORMAL DEL RELAY O PROTECTOR TERMICO.....	165
2.3.2.4 PROTECTOR TERMICO DESCONECTA DURANTE EL COMPRESOR FUNCIONA.....	166
2.3.2.4.1 EXTREMA SOBRE-TENSION	
2.3.3 PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR DEFECTOS.....	167
2.3.3.1 COMPRESOR NO ARRANCA , EL PROTECTOR NO ACTUA	
2.3.3.2 EL PROTECTOR TERMICO ACTUA DESPUES DEL ARRANQUE O DURANTE LA OPERACION	
2.3.3.3 TEMPERATURAS Y PERIODOS DE OPERACION INSATISFACTORIOS	
2.3.3.3.1 ESTA EL TERMOSTATO CORRECTAMENTE AJUSTADO ?.....	168
2.3.3.4 FUE LLENADO RECIENTEMENTE, CON PRODUCTO CALIENTE ?	
2.3.3.5 ENFRIA EL SISTEMA.	
2.3.3.5.1 FALTA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA....	170
2.3.3.5.2 TUBO CAPILAR BLOQUEADO O RESISTENCIA MUY ELEVADA	

CAPITULO III

	Pagina
3.1 INTRODUCCIÓN.....	172
3.2 LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN AIRES ACONDICIONADO	
3.2.1 ARRANQUE INICIAL, PRUEBAS Y OPERACIÓN	
3.2.1.1 PRUEBAS ANTES DEL ARRANQUE DE LA UNIDAD.....	173
3.2.1.2 PRUEBA AL ARRANCAR LA UNIDAD.....	174
3.2.1.3 FLUJO DE AIRE POR EL SERPENTÍN DE ENFRIAMIENTO.....	175
3.2.1.3.1 UNIDADES CON TUBO CAPILAR.....	177
3.2.1.3.2 UNIDADES CON VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA	
3.2.1.4 CONCLUSIONES.....	180
3.2.2 GUÍAS PARA EL SERVICIO DE UNIDADES	
3.2.2.1 UNIDAD NO ARRANCA Y TERMOSTATO EN POSICIÓN DE TRABAJO	
3.2.2.2 UNIDAD ARRANCA Y LUEGO SE DESCONECTA.	
3.2.2.3 UNIDAD NO ARRANCA Y DESCONECTA CONSTANTEMENTE	
3.2.2.4 UNIDAD TRABAJA, ES DEL TAMAÑO, NO ENFRÍA ADECUADAMENTE.	
3.2.3 INDICADOR DE PROBLEMAS.....	181
3.2.3.1 LA UNIDAD NO ARRANCA	
3.2.3.2 CONTACTOR O ARRANCADOR ABIERTOS, NO HAY ZUMBIDO	
3.2.3.3 INTERRUPTOR DE BAJA PRESIÓN ABIERTO.....	184
3.2.3.4 BAJA PRESIÓN DE SUCCIÓN	
3.2.3.5 INTERRUPTOR DE ALTA PRESIÓN ABIERTO	
3.2.3.6 EXCESIVA PRESIÓN DE DESCARGA	

3.2.3.7	TERMOSTATO INTERNO DEL COMPRESOR ABRE Y CIERRA	
3.2.3.8	CONTACTOR O ARRANCADOR ABIERTO..... Y ZUMBANDO	185
3.2.3.9	BOBINA CON VOLTAJE NORMAL	
3.2.3.10	BOBINA CON VOLTAJE POR DEBAJO DE LO NORMAL	
3.2.3.11	RELE DE ARRANQUE DEFECTUOSO	
3.2.3.12	CAPACITOR DEFECTUOSO.....	186
3.2.3.13	COMPRESORES FRENADO, ATASCADO, QUEMADO O CON EL EMBOBINADO ABIERTO	
3.2.3.14	LOS DIAFRAGMAS DE CONEXIÓN RÁPIDA NO ESTÁN PERFORADOS.....	188
3.2.3.15	INTERRUPTOR DE SOBRECARGA ABIERTO	
3.2.3.16	CONTACTOS QUEMADOS.....	189
3.2.3.17	EL BULBO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN PERDIÓ LA CARGA	
3.2.3.18	TUBO CAPILAR O DISTRIBUCIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN RESTRINGIDO	
3.2.3.19	DEMASIADO SOBRECALENTAMIENTO	
3.2.3.20	SECADOR OBSTRUIDO.....	190
3.2.3.21	ALTO AMPERAJE.....	191
3.2.3.22	CARGA DE REFRIGERANTE EXCESIVA	
3.2.3.23	ALTA PRESIÓN DE SUCCIÓN	
3.2.3.24	MALA INSTALACIÓN DEL BULBO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN	
3.2.3.25	MALA COLOCACIÓN DEL VENTILADOR CON RESPECTO AL VÉNTURI	
3.2.3.26	AIRE EN EL CIRCUITO REFRIGERANTE	
3.2.3.27	EMBOBINADO DEL MOTOR RECALENTADO.....	192

3.2.3.28	ALTO O BAJO VOLTAJE	
3.2.3.29	DEMASIADO AIRE PASANDO POR EL SERPENTÍN DE EVAPORACIÓN	
3.2.3.30	ENFRIAMIENTO INICIAL	
3.2.3.31	LÍNEA DE IGUALACIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN RESTRINGIDA	
3.2.3.32	DEMASIADA HUMEDAD EN EL ESPACIO ACONDICIONADO	
3.2.3.33	COMPRESOR CON VÁLVULAS DEFECTUOSAS.....	193
3.2.3.34	CONCLUSIONES.	
3.2.4	LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS	
3.2.4.1	AVERÍAS EN EL CONDENSADOR	
3.2.4.2	LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN EL EVAPORADOR.....	195
3.2.4.3	PROBLEMAS EN LOS COMPRESORES.....	197
3.2.4.4	CONTROLES DE REFRIGERANTES.....	200
3.2.5	COMPONENTES ELÉCTRICOS PRUEBAS Y OPERACIÓN.....	204
3.2.5.1	CONSTRUCCIÓN DE UN CIRCUITO DE PRUEBA	
3.2.5.2	IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DE COMPRESOR.....	205
3.2.5.3	IDENTIFICACIÓN DE ALAMBRADO MEDIANTE LECTURAS DE RESISTENCIAS.....	208
3.2.5.4	CHEQUEANDO CONTINUIDAD	
3.2.5.5	CHEQUEO DE CAPACITOR.....	210
3.2.5.6	CHEQUEO DE COMPRESOR	
3.2.5.6.1	CON CORDÓN DE PRUEBA.....	211
3.2.5.7	SWITCH DE SELECCIÓN.....	213

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo, muestra los conceptos y procesos básicos que el lector deberá conocer para el mantenimiento de los sistemas de refrigeración. La clasificación de los equipos, de acuerdo a su capacidad de aplicación o utilidad de cada uno de ellos . También cuenta con la descripción de los principales tipos de sistemas de refrigeración, detallando las partes que los integran. Asimismo proporciona la información necesaria sobre los fluidos refrigerantes que están en uso y la readecuación de los equipos para la utilización de los refrigerantes sustitutos, mencionando las consecuencias que estos generan al medio ambiente, a la vez que muestra regulaciones que están en vigencia para el control de los daños que producen dichos refrigerantes.

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS

1.2.1 **Materia y molécula**

Todo lo que en el universo tiene un peso u ocupa un lugar en el espacio , es materia y está compuesta por moléculas. La molécula es la partícula más pequeña de la materia en que se puede dividir una sustancia en particular, conservando siempre la identidad de la sustancia original.

Comunmente se considera que las moléculas están en un estado de vibración o movimiento rápido, constante y que el régimen y extensión de vibración o movimiento, puede determinarse por la cantidad de energía que poseen.

1.2.1.1 Estado de la materia.

Toda materia conocida se presenta en tres formas o estados; sólido, líquido o gaseoso (vapor), entre estos estados se encuentran las siguientes características:

a) El Estado Sólido.

Un material en estado sólido tiene una cantidad relativamente pequeña de energía potencial interna. Las moléculas del material se encuentran unida de una manera bastante compacta por las fuerzas de atracción recíprocas y por la gravedad.

Por tanto, un material en el estado sólido tiene una estructura molecular comparativamente rígida, en la cual la posición de cada molécula se encuentra más o menos fija, limitándose el movimiento

de las moléculas a un movimiento del tipo vibratorio, que depende de la cantidad de energía cinética que poseen las moléculas, pudiendo éste movimiento ser lento o rápido.

Debida a la rígida estructura molecular, un sólido tiende a mantener tanto sus dimensiones como su forma. El sólido es prácticamente incompresible, ofreciendo una resistencia considerable cualquier esfuerzo que se haga para modificar su forma.

b) El Estado Líquido.

Las moléculas de un material en estado líquido poseen más energía que las de un material en estado sólido, no estando dispuestas en una forma más compacta. Esta mayor energía permite a las moléculas vencer las fuerzas recíprocas de atracción hasta cierto grado, con lo que tiene mayor libertad de movimiento. Pueden moverse libremente unas con respecto a las otras, de tal manera, que se puede decir que el material oscila. Aunque un líquido sea prácticamente incompresible y mantenga su tamaño, debido a su estructura molecular fluida, no mantendrá su forma, sino que adoptará la forma del recipiente que lo contenga.

c) El Estado Gaseoso o de Vapor.

Las moléculas de un material en estado gaseoso, poseen una cantidad de energía aún mayor, que la de un material en estado líquido. Poseen energías suficientes para vencer todas las fuerzas de atracción.

Las moléculas no se encuentran sujetas por las fuerzas de atracción interna ni por la gravedad. Consecuentemente se mueven a velocidades elevadas, chocando entre sí y con las paredes del recipiente. Por la razón anterior, un gas no mantiene su tamaño ni su forma: Es fácilmente comprimible dentro del recipiente que lo contiene, independientemente del tamaño. Además de eso, si el gas no fuera almacenado en un recipiente sellado, éste escapará, difundiéndose en el aire que lo rodea.

1.2.1.2 Punto de ebullición.

Se define como punto de ebullición, la temperatura a la cual un líquido pasa a vapor, o un vapor se condensa a un líquido.

1.2.1.3 Condición saturada, subenfriada, y sobrecalentada de una sustancia.

Una sustancia puede encontrarse en cualquiera de estas tres condiciones, dependiendo a la temperatura y presión a la que está expuesta, así por ejemplo a la condición de presión y temperatura a la que tiene lugar la ebullición, se conoce como la condición saturada, y el punto de

ebullición se conoce como la temperatura de saturación, y como la presión de saturación . En este punto puede haber líquido y vapor en diferentes proporciones, o bien sólo líquido o sólo vapor.

El vapor saturado: Es vapor a la temperatura de ebullición.

El Líquido saturado: Es líquido a la temperatura de ebullición.

Cuando la temperatura del vapor es superior a su temperatura de saturación (punto de ebullición), se llama vapor sobrecalentado. Cuando la temperatura del líquido es inferior a su temperatura de saturación , se llama líquido subenfriado.

1.2.2 Energía interna

Un cuerpo tiene energía interna, como resultado de la velocidad, posición y configuración de las moléculas que forman un cuerpo.

La energía cinética interna es debida a la velocidad molecular, y la energía potencial interna es debido a la separación molecular o configuración , entre mayor sea la separación molecular mayor será su energía potencial interna. La energía total interna es igual a la suma de la energía cinética y potencial interna.

1.2.3 Primera ley de la termodinámica

La termodinámica es la rama de la física que trata de la transformación entre el calor y el trabajo. La primera ley de la termodinámica es un principio que puede ser enunciado de muchas maneras, por ejemplo: “la energía no puede ser creada ni destruida” , o “la energía se conserva en cualquier proceso”, esta ley se utiliza mucho en los procesos de refrigeración , cuando se enuncia de la siguiente manera: La energía agregada a un sistema , menos la energía removida del sistema, es igual al cambio de energía en el sistema.

$$(Ec.1) \quad E_{\text{camb}} = E_{\text{ent}} - E_{\text{sal}}$$

1.2.4 Segunda ley de la termodinámica

La segunda ley de la termodinámica establece que para hacer que cambie de lugar la energía térmica, se debe establecer y mantener una diferencia de temperaturas.

1.2.5 Temperatura

La temperatura es una propiedad de la sustancia que depende de la velocidad de las moléculas del cuerpo o sustancia. Mientras mayor sea la velocidad de las moléculas, más alta es la temperatura. Sin embargo, no es práctico medir la temperatura con base a la velocidad de las moléculas. El sentido del tacto da una sensación subjetiva de las temperaturas, y se habla de cuerpos fríos o calientes según sean las reacciones.

1.2.5.1 Medición de la temperatura.

La cantidad de energía térmica en una sustancia depende de la cantidad de sustancia y de la intensidad o nivel de energía en ella. El nivel de energía térmica se mide en base a comparaciones, por medio de un termómetro. El termómetro fue desarrollado empleando el principio de expansión y contracción de un líquido, como por ejemplo el mercurio, en un tubo de diámetro interior pequeño conectado a un recipiente del líquido. Al sujetar el líquido a un cambio de temperatura (intensidad de calor), subirá hasta determinada marca al aumentar la temperatura, o bajara si la temperatura disminuye.

Las dos normas de temperatura para la medición de temperatura, son las escalas Fahrenheit y Celcius (también llamada centígrada). A continuación se detalla la conversión de estas dos escalas de temperatura:

$$(Ec. 1.2) \text{ } ^\circ\text{F} = 1.8 \text{ } ^\circ\text{C} + 32, (Ec. 1.3) \text{ } ^\circ\text{C} = (\text{ } ^\circ\text{F} - 32) \times 5/9$$

1.2.6 Presión

La presión se define como la fuerza ejercida por unidad de área.

$$(Ec. 1.4) \quad \mathbf{P = F/A}$$

P: presión

F: fuerza

A: área

1.2.6.1 Presión atmosférica (Patm.)

La tierra está rodeada de una capa de aire, llamada atmósfera, que alcanza una altura de 50 millas sobre la superficie de la tierra. El aire tiene peso y también ejerce una presión, que se llama presión atmosférica.

1.2.6.2 Presión manométrica ($P_{manomet}$)

La presión medida por encima de la presión atmosférica, es la presión manométrica. Los instrumentos medidores de presión se construyen por lo general para medir la diferencia entre la presión de un fluido y la presión atmosférica, y no la presión absoluta.

1.2.6.3 Presión absoluta ($P_{abs.}$)

La presión absoluta se define como la suma de la presión medida con un instrumento (manómetro), más la presión atmosférica.

$$(Ec. 1.5) \quad P_{abs} = P_{manomet} + P_{atm}$$

1.2.6.4 MEDICIÓN DE PRESIÓN

Para la medición de presiones se utiliza un cabezal como el de la figura 1.1, el cual consiste en un cabezal con tres válvulas de servicio. A la izquierda se encuentra colocado el manómetro compuesto (succión) y a la derecha el de alta presión (descarga). En la parte inferior del cabezal se encuentra mangueras que llevan la válvula de servicio de succión en el equipo, la del recipiente del refrigerante (parte media) y la de la válvula de descarga del equipo, o del tubo del líquido (derecha). Muchos fabricantes de equipo identifican con colores el manómetro y la manguera de baja, de azul, el manómetro y la manguera de alta de rojo. La manguera del centro o del refrigerante tiene color blanco. Este sistema ayuda mucho para evitar cruzamientos de mangueras y daños a los manómetros.

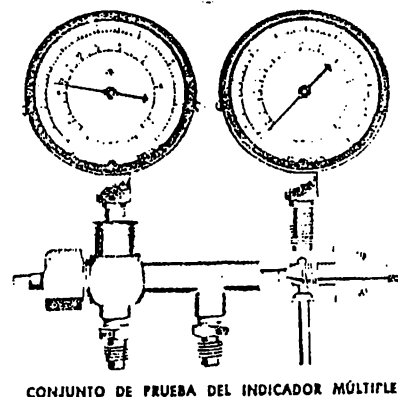


Fig. 1.1

Al abrir y cerrar las válvulas de refrigerante A y B en el cabezal de manómetro podemos obtener varias trayectorias de flujo del refrigerante. Las válvulas están instaladas de tal manera que cuando se cierran (asientos delanteros) la conexión central del múltiple cierra los manómetros (figura 1.2). Cuando las válvulas están cerradas las conexiones 1 y 2 quedan abiertas hacia ellos, permitiendo que indiquen las presiones en el sistema.

Cuando la válvula 1) del lado de baja esta abierta y la del lado de alta 2) cerrada, se permite que pase el refrigerante a través del lado de baja del cabezal y la conexión central. Este arreglo se podría emplear cuando se agregan al sistema refrigerante o aceite.

La figura 1.2 muestra el procedimiento para que hacer que pase refrigerante del lado de alta al de baja sin pasar por el compresor o reductor de presión. Se abren ambas válvulas y se tapa la conexión central. El refrigerante siempre pasa de las zona de alta presión a la de menor presión.

En esa figura se indica el arreglo de válvulas para purgar o sacar refrigerante. La válvula del lado de baja se cierra. La conexión central se conecta a un tambor vacío de refrigerante. Se abre la válvula de alta con la que se permite el flujo de alta presión, y que salga por la conexión central. **Nota: No se recomienda la purga de frigorígenos a la atmósfera a menos que sea absolutamente necesario.**

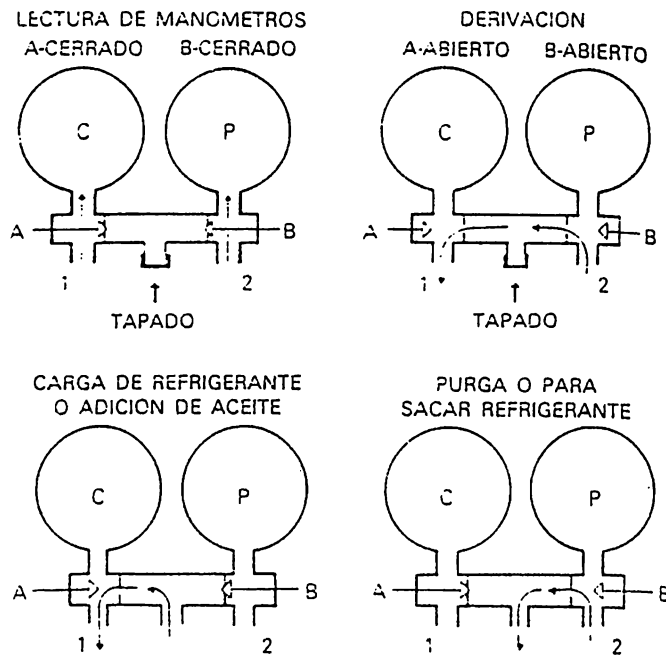


Fig. 1.2

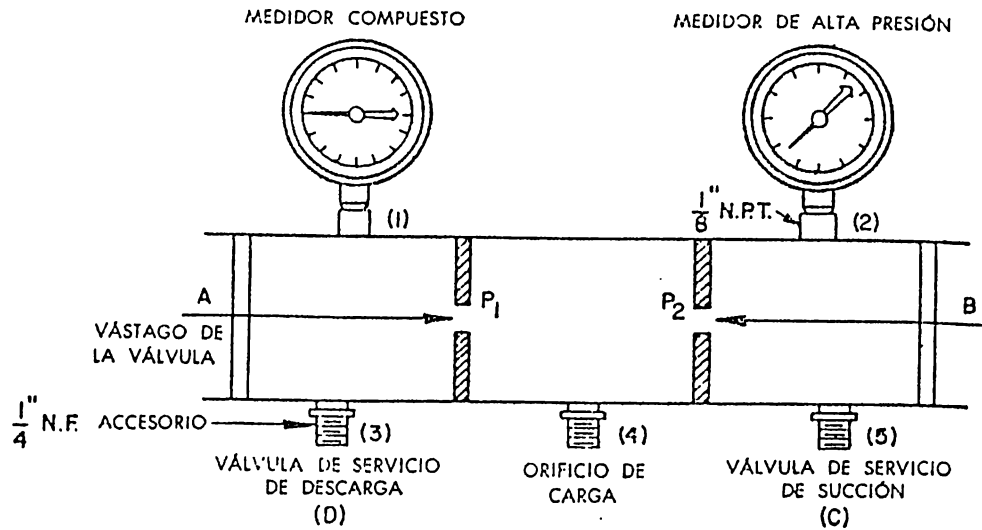


Fig. 1.3

1.2.6.4.1 INSTALACIÓN DE MEDIDORES.

HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

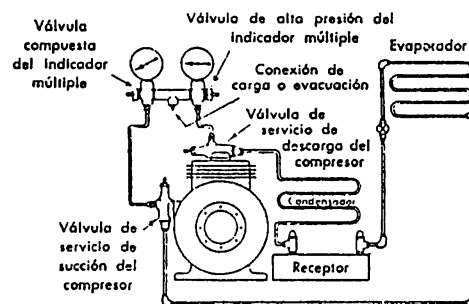
- 1) Medidor compuesto.
- 2) Manómetro.
- 3) Sistema de refrigeración.
- 4) Indicador múltiple.
- 5) Dos trozos de tubería de cobre, de $\frac{1}{4}$ de pulgada y treinta centímetros. De longitud.
- 6) 4 tuercas abocinadas SAE de $\frac{1}{4}$ de pulgada
- 7) Llave ajustable de 8 pulgadas

El primer paso es purgar el múltiple de manómetros para sacarle los contaminantes antes de conectarlo al sistema.

PROCEDIMIENTO

A) Hagan los abocinamientos necesarios en los trozos de tubería de cobre (Asegúrese de que las tuercas abocinadas se fijen antes de concluir el abocinamiento final en cada tubería).

- B) Conecten un trozo de tubería abocinada al orificio 3 del múltiple (ver figura 1.3).
- C) Conecten el segundo trozo de tubería abocinada al orificio 5 del múltiple.
- D) Conecten el medidor compuesto al orificio 1 del múltiple.
- E) Conecten el manómetro al orificio dos del múltiple.
- F) Asienten al fondo las válvulas de servicio de succión y descarga.
- H) Retiren los tapones de los orificios de carga de las dos válvulas de servicio.
- Y) Conecten la tubería del orificio 3 a la válvula de servicio de succión.
- J) Conecten la tubería del orificio 5 a la válvula de servicio de descarga.
- K) Asegúrense de que las válvulas del múltiple estén cerradas y que el orificio medio 4 este cerrado o tapado.
- L) Abran la válvula de servicio de descarga hasta que halla presión en el manómetro.
- M) Abran las válvulas A y B del múltiple. Observen que la presión se desplaza al lado inferior.
- N) Cierren las válvulas A y B del múltiple.
- O) Purguen el aire de las líneas en la válvula de servicio de succión (aflojen la tuerca abocinada y dejen escapar la presión).
- P) Aprieten la tuerca abocinada sobre la válvula de servicio de succión.
- Q) Abran la válvula de servicio de succión y la de descarga..(Observar fig. 1.4)



INDICADOR MÚLTIPLE DE SERVICIO INSTALADO EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Fig. 1.4

Como retirar los medidores.

- A) Mientras sigue funcionando el sistema haga girar el vástago en sentido contrario las manecillas del reloj, para asentar a fondo la válvula de servicio de descarga.
- B) Abran las válvulas A y B del múltiple.
- C) Cuando la presión sea igual en los dos medidores, asienten a fondo la válvula de servicio de succión.
- D) Retiren las líneas D y C de los medidores y vuelvan a poner los tapones de las válvulas.
- E) Conserve el múltiple en un lugar conveniente para uso en el futuro.

1.2.7 PSICOMETRÍA

TÉRMINOS BÁSICOS

1.2.7.1 ATMÓSFERA.

El aire, alrededor de nosotros, se compone de una mezcla de gases secos y vapor de agua. Los gases contienen aproximadamente 77% de nitrógeno y 23% de oxígeno, con otros gases que se utilizan menos del 1%. El vapor de agua, existe en muy poca cantidad, así que es medido en gramos o libras.(una libra contiene 7.000 gramos)

1.2.7.2 TEMPERATURA DE BULBO SECO.

Es la temperatura medida con un termómetro ordinario.

1.2.7.3 TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO.

Es la temperatura que resulta de la evaporación del agua, en una gasa húmeda, colocada sobre un termómetro común.

1.2.7.4 TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCÍO

Es la temperatura de saturación , a la cual tiene lugar la condensación del vapor de agua. Un ejemplo es la humedad sobre un vaso de agua con hielo. El vidrio frío reduce la temperatura del aire por abajo de su punto de rocío y la humedad que se condensa forma gotas sobre la superficie del vidrio.

1.2.7.5 HUMEDAD ESPECIFICA.

Es el peso real del vapor de agua en el aire, se expresa en gramos o libras de agua por libra de aire seco, dependiendo de los datos usados.

1.2.7.6 HUMEDAD RELATIVA

Es la relación del vapor de agua real en el aire, comparando a la máxima cantidad que estaría presente a la misma temperatura, expresada como un porcentaje (%).

1.2.7.7 CALOR TOTAL

El contenido de calor total de la mezcla de aire y vapor de agua, también se conoce como Entalpia. Es la suma de los valores de calor sensible y latente, expresada en BTU por libra de aire. La carta psicometría, es probablemente el mejor modo de mostrar lo que sucede al aire y el vapor de agua, cuando cambian estas propiedades.

Parta hacer esta carta, todo lo que hacemos es partir con la escala de temperatura ordinaria, llamada la temperatura de bulbo seco. Luego se extiende la escala del termómetro. Note sobre la carta real que estas líneas no son exactamente perpendiculares. Esto se hace así para que otras líneas sean rectas en vez de curvas.

En seguida, se coloca la escala vertical de acuerdo a la cantidad de vapor de agua mezclado con cada libra de aire seco. Esta escala llamada la *razón de humedad*, se expresa en libras de humedad por libras de aire seco. Sabemos que el aire puede contener diferentes cantidades de humedad dependiendo de su temperatura; si contiene toda la humedad que puede(100%), se dice que esta saturado.

Del Guide and Data Book de ASHRAE, podemos encontrar exactamente que tanta humedad puede contener el aire en condiciones saturadas. Hay a continuación una tabla simple tomada de este libro de referencia.:

T.1.1

Temperatura saturada	Razón de humedad
°F BS.	Lb/Lb de asiré seco
70	0.01582
72	0.01697
75	0.01882
78	0.02086
80	0.02233
82	0.023899
85	0.02642

Retornando a la construcción de la carta psicometría, podemos colocar ahora los puntos de saturación , para cada condición de temperatura de bulbo seco y cuando estas se conectan forman una curva o *línea de saturación*.

Asuma una muestra de aire, con una temperatura de BS. de 80°F, que contienen 0.011 Lb de humedad (ver anexo 4). Si fuéramos a calentar el aire sin añadir humedad, el punto se movería a la derecha sobre la línea horizontal, mostrando un incremento en la temperatura de bulbo seco, sin cambiar su contenido de humedad.

Si fuéramos a añadir humedad (humidificar) sin cambiar la temperatura de bulbo seco, el punto se movería verticalmente hacia arriba. Si se redujera la humedad(deshumidificar), se movería verticalmente hacia abajo. Si se añade temperatura y humedad, el punto se movería hacia arriba y hacia la derecha, y si el aire fuera enfriado(sin cambiar su contenido de humedad) el punto se movería horizontalmente a la izquierda.

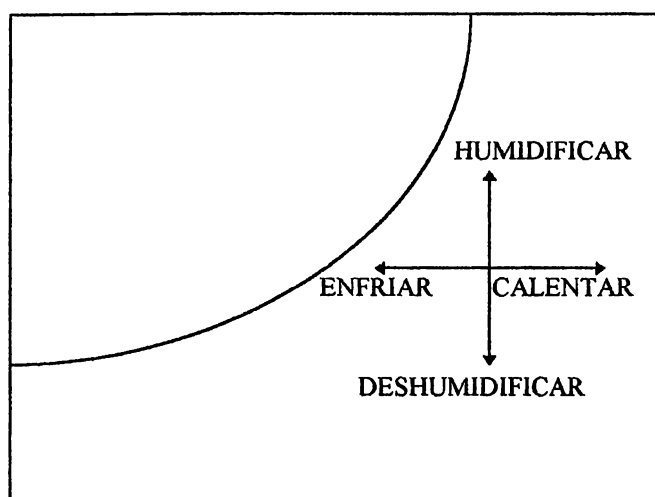


Fig. 1.5

Continuando con el ejemplo, si la muestra de aire se enfría, eventualmente alcanza la línea de saturación, en donde no puede contener mas vapor de agua y con enfriamiento posterior, se empezaría a condensar algo de ese vapor. Esa temperatura es justamente 59.7°F. Esta se conoce como *la temperatura de punto de rocío* de la muestra. Puede leerse en la intersección de la línea

vertical de la temperatura de bulbo seco y la línea de saturación. En resumen, el punto de b, se tiene una temperatura de bulbo seco de 59.7°F, una temperatura de rocío de 59.7°F y un contenido de humedad de 0.011 Lb de agua por libra de aire seco.

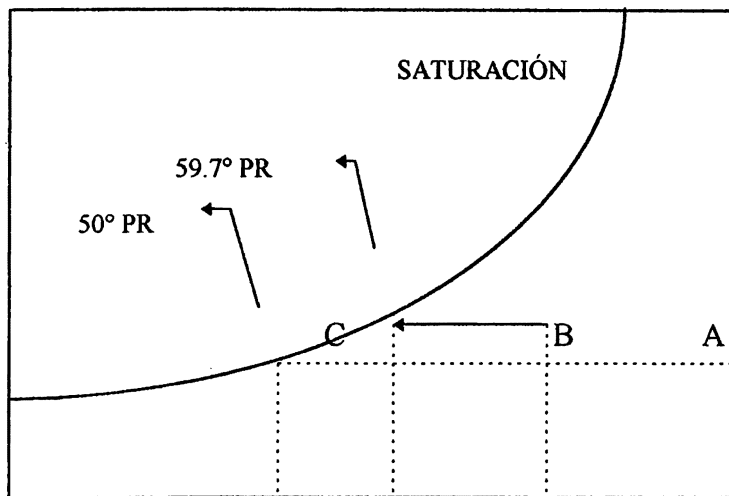


Fig. 1.6

Ahora si la muestra se enfría más, por ejemplo a 50°F de bulbo seco, la humedad se condensará siguiendo la línea de saturación hasta el punto C, en donde se tendrá un punto de rocío de 50°F y una razón de humedad de solo 0.0076. Así la muestra ha perdido 0.0034 Lb de humedad. Se ha enfriado y deshumidificado.

El siguiente elemento en nuestra carta, es la construcción de las líneas de humedad relativa para condiciones parcialmente saturadas. Sabemos que la humedad relativa es 100% en la línea de saturación(punto de rocío)

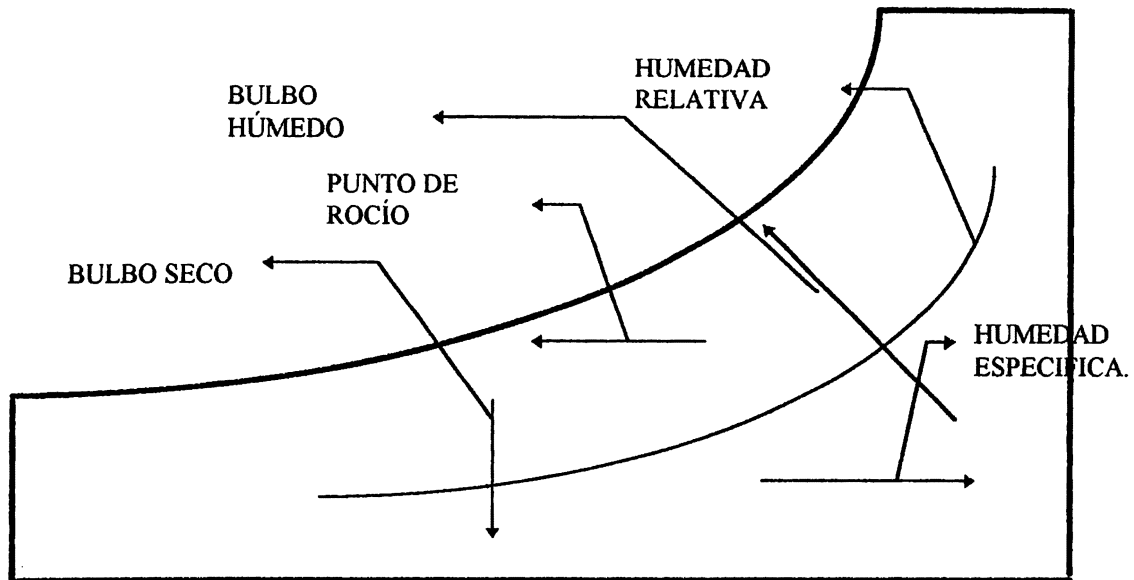


Fig.1.7

Aunque no es un 100% precisa, esta descripción le ayudara a entender las relaciones de las líneas en la carta psicometría.

Recordar que si se conocen dos de las cinco propiedades del aire, las otras tres pueden hallarse de la carta psicometría, localizando el punto de intersección de las líneas que representan las dos condiciones conocidas.

1.2.8 Entalpia

Además de los tipos de energía descritos anteriormente, las sustancias y los cuerpos poseen un tipo de energía adicional por la presión y la temperatura que almacenan, a esta energía almacenada se le llama Entalpia (H).

1.2.9 Trabajo

El trabajo es el efecto creado por una fuerza cuando mueve a un cuerpo . Se define específicamente como el producto de la fuerza por la distancia.

$$(Ec. 1.6) W= F \times D$$

W: Trabajo

F: Fuerza

D: Distancia

1.2.10 Potencia

a potencia se define como la rapidez con la que se realiza un trabajo.

$$(Ec. 1.7) P= W/T$$

P: Potencia

T: Tiempo

1.2.11 CALOR

El calor se puede definir como la forma de energía que es transferida de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura. Las unidades de medida más conocidas para el calor son La unidad térmica británica (BTU) y la caloría (cal).

El calor específico (c) de cualquier sustancia , es la cantidad de energía en Kcal, necesaria para mudar la temperatura de 1 Kg. masa en un grado centígrado. El calor específico de una sustancia, también se define como la cantidad de calor en BTU necesaria para cambiar una libra la sustancia 1 grado Fahrenheit. El calor específico de una sustancia varía en cuanto cambia el estado de la misma. así por ejemplo el agua es un ejemplo de ello, su calor específico es de 1.0 BTU/LB °F, pero como sólido su valor es de 0.5 y 0.48 es en el estado de vapor o gaseoso.

1.2.11.1 Cantidad de calor.

La cantidad de calor es distinta a lo que es intensidad de energía (temperatura), porque tiene en cuenta no sólo la temperatura de la sustancia que se está midiendo, sino también su peso. La unidad de cantidad de calor es la unidad térmica británica; el agua se usa como norma para esta

unidad: Una BTU es la cantidad de calor necesaria para variar la temperatura de 1 Lb. de agua 1 grado Fahrenheit al nivel del mar.

(EC. 1.8) Cambio de calor (BTU)= Peso (en libras) x Diferencia de temperaturas.

1.2.11.2 Calor sensible.

El calor que se puede sentir o medir es el calor sensible. Es el calor que provoca un cambio de temperatura de una sustancia, pero no un cambio de su estado. Las sustancias, al estar en estado sólido, líquido o gaseoso contienen calor sensible hasta cierto grado, siempre que sus temperaturas sean mayores que el cero absoluto.

La sustancia en estado sólido tendrá algo de calor sensible, ya que en ninguna de ellas interviene un cambio de estado.

La cantidad total de calor que se necesita para hacer cambiar una sustancia de estado sólido a estado de vapor depende de: 1) Su temperatura inicial cuando era sólido, 2) la temperatura a la cual cambia de estado sólido a estado líquido, 3) la temperatura a la cual pasa del estado líquido al estado de vapor, 4) la temperatura final como vapor. También se comprende el calor que se necesita para llevar a cabo los dos cambios de estado.

1.2.11.3 Calor latente.

En un cambio de estado, la mayor parte de las sustancias tienen un punto de fusión al cual pasan del estado sólido a líquido sin aumentar su temperatura. En este punto, si la sustancia está en estado líquido y se le quita calor, se solidificará sin cambiar su temperatura. El calor que interviene en ambos procesos: pasar de sólido a líquido o de líquido a sólido, sin cambiar la temperatura, se llama calor latente de fusión.

La palabra latente se deriva del vocablo latino que significa escondido. Se trata de calor escondido, que no lo registra un termómetro ni se puede sentir.

Cuando el calor agregado o removido de una sustancia resulta en un cambio de estado (a temperatura constante), entonces el cambio de Entalpia en la sustancia se llama cambio de calor latente. Al cambio de Entalpia, al efectuarse el cambio de líquido a vapor, se llama calor latente de vaporización. Al efecto opuesto, o sea a la disminución de Entalpia al efectuarse el cambio de vapor a líquido, se llama calor latente de condensación, que es igual al calor latente de vaporización.

1.2.12 Transferencia de calor.

La transferencia de calor es el estudio de la manera como fluye el calor, y de los procedimientos para calcular el régimen de transferencia de calor, lo cual es de vital importancia en la refrigeración.

La transferencia de calor puede tener lugar de tres maneras posibles : conducción, convección y radiación. En la transferencia por conducción, el calor se transfiere a través de una sustancia , sin que exista ningún movimiento de la misma.

La energía se transfiere internamente mediante el movimiento de las moléculas. Esto ocurre por lo general en los sólidos. Como ejemplo se tiene la transferencia de calor a través de las paredes de un almacén refrigerado.

En la transferencia por convección, el calor se transfiere mediante el movimiento de un fluido, ya sea un líquido o un gas. En la convección natural, la circulación del fluido tiene lugar debidos a la diferencia en la densidad del mismo, resultante a asimismo de las diferencias de temperatura. Un fluido a una temperatura más elevada tiene una menor densidad, y por tanto se eleva. Por ejemplo, en un condensador por convección natural enfriado por aire, el refrigerante caliente eleva la temperatura del aire ambiente cercano al condensador. Este aire, que ahora está más caliente que el aire más apartado, se eleva conduciendo calor. Entonces, el aire más frío fluye para ocupar su lugar

La radiación es la forma de transferencia de calor entre los objetos, la cual tiene lugar a través del espacio mediante un movimiento undulatorio, sin que se caliente el espacio intermedio, como en el caso de la radiación del sol a la tierra.

1.2.13 Frío

Frío es un término relativo que describe el nivel de energía , o temperatura, de un objeto o de una área, en comparación con un nivel o temperatura conocido.

1.2.14 ELECTRICIDAD BÁSICA

1.2.14.1 LA TEORÍA ELECTRÓNICA

Toda materia está compuesta de átomos, que son los componentes más pequeños o básicos de las moléculas. A su vez, los átomos están compuestos de un núcleo denso y o pesado que contiene protones y a veces neutrones. El protón lleva una carga eléctrica positiva (+), el electrón lleva carga eléctrica negativa (-) y el neutrón, si los hay no lleva carga.

La atracción entre los protones con carga positiva del núcleo y los electrones con carga negativa que los rodea, tiende a mantenerlos unidos en lo que se llama átomos. El número de protones del núcleo determina el tipo de elemento (fig. 1.8).

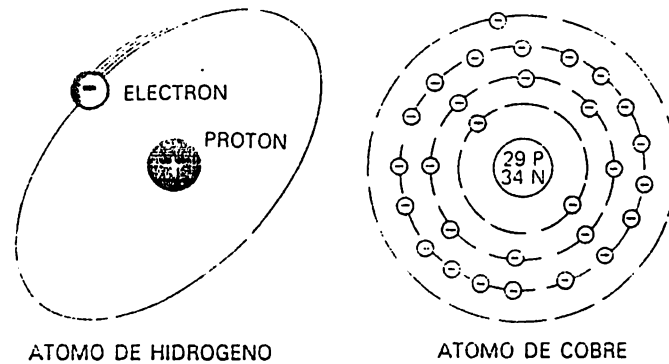


Fig.1.8

Regresando a la diferencia de cargas positivas o negativas, una carga positiva no indica un exceso de protones, indica que hay falta de electrones. Así, los términos negativos y positivos, quieren decir tan solo que intervienen más o menos electrones. Los materiales que se cargan con electricidad estática pueden atraerse o repelerse entre si. La atracción se lleva a cabo entre cargas de signo distinto porque el exceso de electrones de una carga negativa busca carga positiva la cual a su vez tiene una deficiencia de electrones.

Las cargas de signo distinto (+ y -) se atraen entre si, las cargas de signos iguales, - y -, o + y +, se repelen entre si.

La electricidad estática se entiende cuando los electrones están sin movimiento, pero tiene potencial de moverse.

La electricidad dinámica es electrones en movimiento. Al movimiento de electrones se le llama corriente eléctrica.

Antes de que la teoría electrónica fuera aceptada como base del comportamiento eléctrico, se pensaba que la corriente pasaba del positivo a lo negativo. Hoy se ha determinado que la corriente, o flujo de electrones, en realidad va de lo negativo a lo positivo.

1.2.14.2 FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se define la energía como la capacidad de producir trabajo, y como la energía no se puede crear ni destruir, se debe convertir de sus formas en otras. Las fuentes de energía eléctrica pueden ser:

- A) Acción química
- B) Fricción
- C) Calor
- D) Acción de luz
- E) Presión
- F) Acción mecánica
- H) Acción Nuclear
- I) Magnetismo

1.2.15 INSTRUMENTOS PARA PRUEBAS ELÉCTRICAS

La mayor parte de los problemas de servicio en el campo de refrigeración y aire acondicionado se encuentran en los circuitos eléctricos de potencia y de control. El conocer el sistema eléctrico y los instrumentos de prueba permite al técnico de servicio localizar la falla.

Los instrumentos deben de ser tan familiares al técnico de servicio como las herramientas convencionales que tiene en su caja. Estos instrumentos de prueba son de naturaleza delicada y se deben de tener el cuidado adecuado para su manejo y empleo. Si se va a medir voltaje, el instrumento que se debe usar es el voltímetro. Si es corriente eléctrica o flujo de electrones, medido en amperes, se debe usar el amperímetro. Si se han de medir resistencia del sistema, o cortos o discontinuidades del servicio eléctrico, el instrumento que se debe usar es el óhmetro.

1.2.15.1 VOLTÍMETRO

El voltímetro es el medidor básico cuyo principio se usa en los medidores que mencionamos antes. La diferencia es como se obtiene la corriente que acciona el medidor, si directamente de la

fuerza de poder que se va a medir (voltímetro), o la caída de voltaje a través de la resistencia conocida en el circuito (amperímetro), o a la caída de voltaje a través de la resistencia conocida empleando una fuente de poder de voltaje (óhmetro).

Como en realidad el voltímetro es un instrumento indicador de corriente, los valores eléctricos los componentes de sus circuitos deben ser muy exactos. El diseño del circuito del instrumento debe prever todos los rangos del voltaje que vaya a medir el instrumento. El medidor que se ve en la figura 1.9 puede emplearse para medir voltajes de CA (corriente alterna), aumentando un diodo en el circuito se puede cambiar la CA en CD (corriente directa).

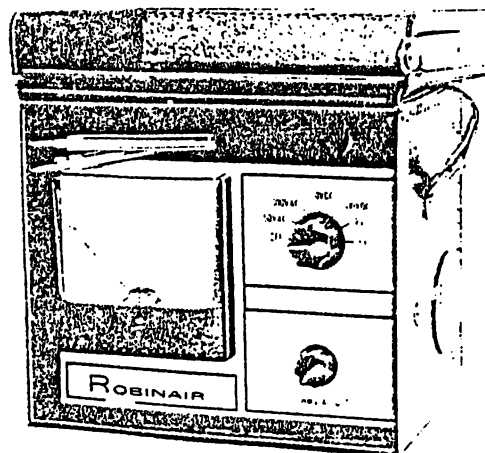
Para ser exactos, la mayor parte de los medidores trabajan con una corriente muy pequeña en la bobina. Este amperaje, llamado sensibilidad de corriente, depende del número de vueltas en la bobina del medidor y de la intensidad del campo del imán permanente. La sensibilidad de la corriente se expresa como el número de miliamperes necesarios para que la aguja indique un valor de toda la escala. Los movimientos normales del medidor tienen una sensibilidad de corriente de 1 mA o de cincuenta micro A.

La sensibilidad del medidor también se puede expresar en "ohms por volt". Es la resistencia total que debe conectarse en serie en el circuito del medidor para obtener una indicación de escala completa cuando se aplica 1 V entre las terminales del medidor. Con la ley de Ohm para calcular la resistencia, el medidor de 1 mA necesitaría 1000 OH /V en el circuito, y el de 50 μ A necesitaría 20,000 OH/V

Si el medidor tuviera que medir entre los límites de voltaje de 0 a 10 V a escala completa, el medidor de 1 mA necesitaría 10,000 en el circuito para producir la desviación completa de la aguja. Si el medidor tuviera que medir de 0 a 250 V, debería haber una resistencia de 250,000 en el circuito. Por lo tanto, para poder emplear el mismo medidor con varias escalas de voltaje, sólo es necesario poder cambiar la cantidad de resistencia en el circuito, para así cambiar sus límites de medición de voltaje.

La figura 1.9 muestra un medidor de combinación, óhmetro y voltímetro, con dos escalas de voltaje: 150 y 300 V. Si el medidor básico tiene una sensibilidad de corriente de 1 mA, para medir 150 V a escala completa se necesitaría una resistencia de circuito de 150,000 OH y para medir 300V una de 300,000 OH . Mediante un interruptor selector, se introducen o se separan del circuito las diversas resistencias para poder usar un solo medidor para varios límites. Cuando se seleccionan los voltajes

de CA, las resistencias para los diversos rangos son las mismas. Tan solo se conecta un diodo al circuito, para convertir la CA en CD, y que pueda trabajar el medidor.



Voltmetro-Ohmetro de combinacion, para ca y cd. (Cortesía de Robinair Manufacturing Corporation.)

Fig.1.9

1.2.15.2 AMPERÍMETRO

Los amperímetros miden la corriente eléctrica que pasa por el circuito (figura 1.10) y usan los mismos principios de funcionamiento que los voltímetros. Las mediciones de corriente obligan a conectar el amperímetro en serie en el circuito que se está midiendo, en lugar de en paralelo, como cuando se usa un voltímetro.

La figura 1.11 muestra un amperímetro de gancho con escala de 0 a 600 A. Este tipo de instrumento no necesita un contacto real con conductores o terminales. Se cierra alrededor de un conductor que lleva la corriente que se va a medir. Esa corriente produce un campo magnético que induce a su vez un efecto magnético en el gancho del instrumento, haciendo que trabaje como un transformador de subida y generando un voltaje en un devanado secundario alrededor de la armadura del medidor. Un voltímetro mide la caída de voltaje a través de una resistencia en serie con el devanado secundario. Recuerde: este instrumento solo trabaja en corriente alterna, porque depende del efecto de transformador.

Para producir el rango múltiple de medida de corriente, se utiliza un arreglo interruptor para variar las resistencias en el circuito.

La figura 1.12 muestra los circuitos internos de un amperímetro normal tipo gancho. El tamaño de las diversas resistencias se debe dimensionar para obtener la sensibilidad del medidor, y se usa un puente de rectificadores para convertir la CA en la CD que pasa por el medidor.

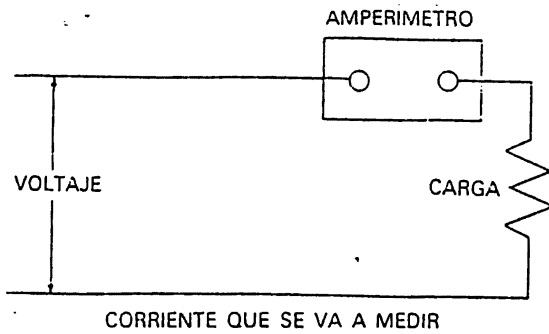
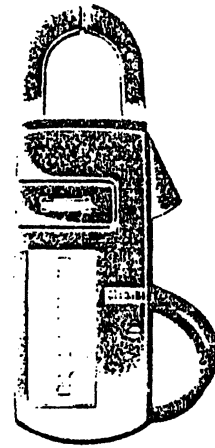


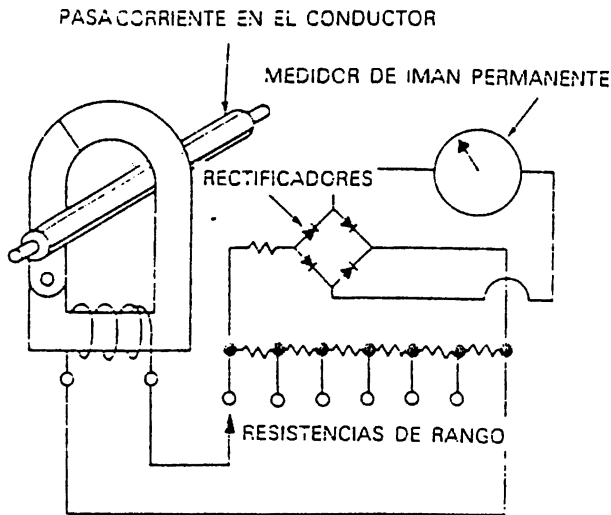
FIGURA R19-6 Medición de corriente en un circuito con un amperímetro. (Cortesía de American Gas Association.)

Fig 1.10



Amperímetro de gancho.

Fig.1.11



Esquema de un amperímetro de gancho de armadura dividida. (Cortesía de American Gas Association.)

Fig. 1.12

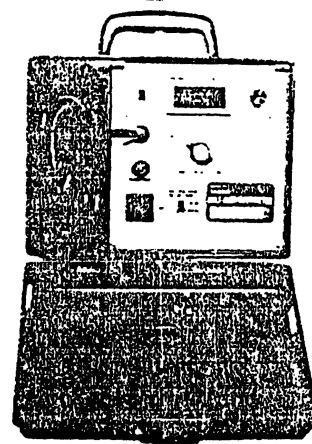


FIGURA R19-8 Voltímetro-wattímetro. (Cortesía de Robinair Manufacturing Corporation.)

Fig.1.13

1.2.15.3 OHMETRO

En el óhmetro, el movimiento básico del medidor de un voltímetro también se usa para medir la resistencia de un componente. Sin embargo, el óhmetro tiene su propia fuente de voltaje dentro del instrumento, que en general es una sola pila, o combinación de pilas, dependiendo de los

limites disponibles en el instrumento. **El óhmetro nunca se debe conectar a ninguna fuente de voltaje. Si se conecta, seguramente se quemará el instrumento.**

El circuito sencillo del óhmetro de la figura 2.5 consiste en una fuente de voltaje, (batería), un medidor básico (R_m), una resistencia variable (r_h) para llevar a cero el medidor, y una resistencia fija para limitar el flujo de corriente a la bobina del medidor. La resistencia desconocida que se va a medir se coloca entre las terminales A y B. Nótese que la escala del óhmetro esta invertida con respecto a la del voltímetro, el 0 está al extremo izquierdo (posición de medición de cero corriente), y el voltaje máximo está al extremo derecho. En el óhmetro el movimiento completo de la aguja de la derecha es una indicaciones de flujo máximo de corriente o cero (0) ohms.

1.2.15.4 MEGGER

Cuando se mide aislamiento para alto voltaje, el óhmetro que se use necesita un voltaje mayor que el de 1.5 V que generalmente se encuentra en el óhmetro normal. En este caso se usa un instrumento de alto voltaje, con un voltaje aproximado de 500 V. Este instrumento que se llama megger, porque está diseñado para trabajar con valores de voltaje de megaohmios.

1.2.16. LEY DE OHM

Enunciada de manera practica, la ley de ohm establece que mientras mayor sea la fem.(fuerza electromotriz), mayor sea la corriente; mientras sea la resistencia, menor será la corriente.

En forma matemática, la relación se enuncia: I es igual a E entre R.

Siendo I el símbolo de corriente en amperes, E el símbolo de fem. en voltios, y R el símbolo de resistencia en ohms.

Es obvio que mientras mayor sea la resistencia, a un voltaje dado, mayor será la corriente que pasa. Teóricamente, cuando la resistencia tiende a cero , la corriente tiende a infinito.

Si, en un circuito sencillo se hace un corto para sacar la resistencia y punteamos la fuente, la acción del voltaje será casi contra cero resistencia, y pasaran cientos de amperios hasta que un fusible o un conductor quemado abran el circuito.

Hablando de términos eléctricos, el voltaje que se usa en cada resistencia en un circuito se llama *caída de voltaje* o caída IR a través de esa resistencia.

Entonces como la ley de ohm nos permite determinar matemáticamente el tercer factor cuando se conocen dos cuales quiera, ya sea midiendo o por referencia a una hoja de especificaciones.

Aunque es teóricamente posible obtener un numero mayor y hasta ilimitado de amperes para cualquier fuente de voltaje, a medida que la resistencia tienda a cero las consideraciones practicas, como por ejemplo el calor necesario para encender un foco u operar una plancha, limitan la corriente a un valor que los conductores pueden conducir con seguridad, así como los componentes del circuito en la línea.

Existen varias consideraciones:

- Para un material dado, la resistencia aumenta a medida que la longitud del conductor aumenta. Esto explica la caída de voltaje, la caída IR en las línea largas y extensiones. Idealmente, la caída IR se debe mantener a menos del 35 del voltaje nominal. Es común tener una caída de 5%; una caída de mas del 10% puede originar desperfectos y fallas en los motores, relevadores y dispositivos eléctricos semejantes.
- Para determinado material, la resistencia aumenta a medida que disminuye el diámetro del conductor. Un conductor de diámetro mayor puede conducir mas amperios que el conductor de diámetro menor sin sobrecalentarse.

1.2.16.1 CIRCUITOS EN SERIE

Cuando se coloca mas de un dispositivo de resistencias en un circuito, la corriente puede pasar por mas de una trayectoria en su camino desde y hasta la fuente de fem. Dependiendo de como se diseñe la trayectoria, el circuito será de una de las tres categorías siguientes:

1 En serie

2 En paralelo

3 En serie-paralelo.

El mas sencillo de comprender es el circuito en serie. Para ir desde y hacia la fuente de fem. la corriente debe pasar por cada resistencia sucesivamente. Los resistores en serie se conectan extremo a extremo a través de una fuente de voltaje. Si se desconecta una resistencia se deja de alimentar a las otras porque se interrumpe porque el circuito ya no esta completo. Si se coloca un puente rodeando los otros defectuosos, los restantes se alimentaran.

Los dispositivos de protección, como los fusibles y protectores de sobrecarga, están cableados en serie para que el equipo no pueda trabajar cuando el dispositivo de seguridad abre eléctricamente por cualquier motivo.

Entonces, en un circuito en serie, la caída de voltaje a través de cada resistencia solo es parte del voltaje total y depende del valor de cada resistencia. La suma de esas caídas de IR individuales siempre es igual al voltaje total aplicado.

En un circuito en serie, la resistencia total al flujo de corriente es la suma de todas las resistencias individuales. El circuito completo se puede tratar como un solo circuito en los cálculos con la ley de Ohm.

La descripción anterior ha indicado también claramente que la corriente, los amperios tomados, es la misma en todas las partes de un circuito en serie. Un amperímetro colocado en todas las partes del circuito indicara la misma corriente independientemente de cual sea el valor de la resistencia individuales en Ohmios.

1.2.16.2 CIRCUITO EN PARALELO

Así como el circuito en serie que los dispositivos están colocados extremos con extremos, en un circuito en paralelo se define aquel en el que los dispositivos se conectan lado a lado entre las terminales de la fuente.

El cableado de las compañías eléctricas a las casas de habitación y a la mayor parte de las instalaciones comerciales es en paralelo.

La caída de voltaje a través de cada resistencia en circuito en paralelo es la misma y cada IR es igual a la fem. de la fuente. Un voltímetro entre los extremos de cada resistor indicara el mismo voltaje, lo mismo que directamente entre los terminales de cada componente del circuito.

Si la resistencia de cada uno de las resistores del circuito, el flujo corriente será igual en cada una de ellas, si la resistencia en cada una de ellas es diferente, la corriente que pasa en cada una de ellas no será igual. En ambos casos, la corriente total será la suma de las corrientes individuales en cada ramal del circuito en paralelo

Cada ramal del circuito toma su parte de la corriente total, pero todos los electrones deben de provenir de, y regresar a la fuente de fem. pasando por el fusible del circuito. La resistencia total, en un circuito en paralelo, no es igual a la suma de las resistencias individuales. En lugar de ello la

resistencia total en un circuito en paralelo siempre es menor que la del resistor con resistencia mas pequeña. La formula para calcular la resistencia total en u circuito en paralelo es

$$1/R_t = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R.....$$

1.2.16.3 COMPARACIÓN DE CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO

No hay " mejor ". No tiene sentido entrar en polémica acerca de cual tipo de circuito, en serie o en paralelo, es el mas útil, ya que en cada uno de ellos es indispensable en la tecnología moderna. En realidad en todos los circuitos eléctricos, excepto en los mas sencillos, se emplean ambos tipos en los que de modo lógico se llama circuito *serie-paralelo*

1.2.16.4 FACTOR DE POTENCIA.

En los circuitos de corriente directa y en los de corriente alterna que sólo tienen resistencias puras, la potencia wats es igual al producto de volts por amperios: Así un foco incandescente que tome 0.8 amperios en una instalación de 120 voltios tendrá:

$$P = EI = 120 \times 0.8 = 96 \text{ W o sea que seria un foco prácticamente de 100 watts.}$$

En este tipo de circuitos el factor de potencia prácticamente es 100%; esto es, el circuito disipa muy aproximadamente los watts calculados.. El factor de potencia puede definirse como la relación *de la potencia consumida a la suministrada* o bien como el porcentaje del tiempo durante el cual el producto de voltios por amperios es igual a la potencia real.

Nuevamente si no tomamos en cuenta las matemáticas fundamentales para describir los fenómenos, el hecho es que para un circuito normal, con alta inductancia, la compañía eléctrica debe suministrar algo de potencia que en realidad no efectúa trabajo y que no la mide el watimetro normal, y con ello merman sus ganancias.

Los dispositivos de inducción como los motores y lámparas fluorescentes, nunca tienen factor de potencia del 100%. De hecho, la iluminación fluorescentes usa tanta corriente de magnetización que las compañías eléctricas no ven con buenos ojos este tipo de iluminación. Sin embargo como los aparatos de inducción son necesarios en nuestra tecnología, las compañías de alumbrado han establecido que el factor de potencia de 90% es el mínimo practico que debe mantener en sus líneas. Dependiendo del diseño y la aplicación, los motores pueden tener un factor de potencia inherente hasta un 60%. En Términos de ondas, esto quiere decir que la reactancia inductiva hace que la

corriente se retrase lo bastante con respecto al voltaje. La descripción anterior demostró que la reactancia capacitiva tiende a hacer a la corriente adelantarse al voltaje. Es lógico entonces, que se pueda elevar un bajo factor de potencia debido a la inductancia, colocando una capacitancia en la línea.

En la práctica esto es lo que se hace; un capacitor de funcionamiento se pone en un motor; un banco de capacitores se instala en una planta industrial; las compañías eléctricas instalan capacitores en forma estratégica en las líneas de distribución. La capacitancia resultante actuando en oposición a la inductancia, establece un factor de potencia más favorable que habría cuando solo la inductancia actuara en la línea.

1.2.17 ACCIÓN DE CONMUTACIÓN

Todos los controles del tipo de interrupción total (dispositivos de conmutación) tienen un factor en común: contactos o dispositivos de conmutación para el control de las cargas eléctricas. Como los dispositivos de conmutación mecánicos (a excepción del interruptor de cuchillas de doble tiro) solo pueden tener dos posiciones, la selección del arreglo de los contactos depende de si el contacto debe estar cerrado o abierto en las condiciones deseadas. En el caso del arrancador, relevador o contactor del motor, los controles deben cerrar cuando se energice la bobina de operación. En el caso de un control de alta presión, los contactos deben abrir si se reduce la presión de succión a menos del punto de control en el regulador.

Cuando se presentan los dispositivos de control en los diagramas eléctricos, los contactos se muestran en la posición que tendrían en las condiciones normales. Las condiciones normales son las siguientes:

1. Controles de temperatura: Cuando el control está a 70°F o 21.1 °C.
2. Controles de presión: Cuando la presión es la atmosférica (0 psig)
3. Controles eléctricos: Cuando no hay corriente, o se ha desconectado la fuente de poder.

En la parte de los interruptores se dan las diversas aplicaciones de los mismos. Se debe notar que en algunos casos el interruptor se muestra como abierto y en otros como cerrado. Cuando se muestra en la posición abierta a las condiciones normales, el interruptor se llama normalmente abierto. Cuando el interruptor o contacto se muestra en posición cerrada a condiciones normales, se dice que es normalmente cerrado.

Los contactos normalmente abiertos son aquellos que descansan en posición abierta cuando el control está inactivo. Por ejemplo cuando se desenergiza la bobina magnética del relevador de la figura 1.14, los contactos abren y descansan en la posición abierta.

Los contactos normalmente cerrados son aquellos que descansan en la posición cerrada cuando el control está inactivo. Por ejemplo, cuando la bobina magnética del relevador de la figura 1.14, se desenergiza, los contactos cierran y descansan en posición cerrada.

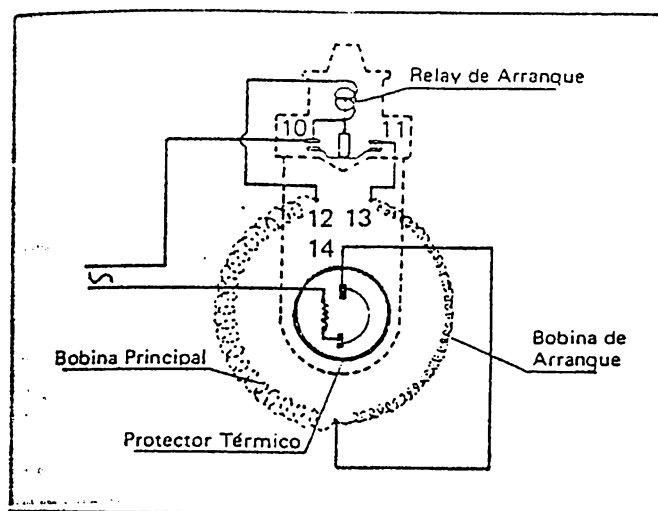


Fig. 1.14

1.2.18 SÍMBOLOS ELÉCTRICOS

En el anexo 1 se muestra los símbolos que recomienda el Comité de Ayuda Educativa de la Refrigeration Service Engineers Society en Estados Unidos, para los diagramas eléctricos. En la

parte de los interruptores se dan las diversas aplicaciones de los mismos. Se debe notar que en algunos casos el interruptor se muestra como abierto y en otros como cerrado. Cuando se muestra en la posición abierta a las condiciones normales, el interruptor se llama normalmente abierto. Cuando el interruptor o contacto se muestra en posición cerrada a condiciones normales, se dice que es normalmente cerrado.

Los contactos normalmente abiertos son aquellos que descansan en posición abierta cuando el control está inactivo. Por ejemplo cuando se desenergiza la bobina magnética del relevador de la figura 1.14, los contactos abren y descansan en la posición abierta.

Los contactos normalmente cerrados son aquellos que descansan en la posición cerrada cuando el control está inactivo.

1.3. EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

1.3.1 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

Ver fig. 1.15.

1.3.1.1 **El sistema de refrigeración por compresión de vapor**

Los cuatro componentes básicos del sistema son: el dispositivo de expansión (también se llama dispositivo de control de flujo), evaporador, compresor y condensador, como lo muestra la fig. 1.16. A continuación se presentan los procesos en cada uno de los componentes anteriores.

A) El proceso A-B, a través del dispositivo de control de flujo. El refrigerante líquido entra al dispositivo de expansión en el punto A, a una presión manométrica determinada. El fluido sale por el punto B hacia el evaporador con una presión baja comparada con la presión de entrada. Debido a que esta presión es inferior a la presión de saturación correspondiente al refrigerante en cuestión , una parte del refrigerante líquido se evapora inmediata y súbitamente a gas. La porción del líquido que se evapora toma el calor latente necesario para su evaporación de la mezcla que fluye, enfriándola de esta manera. El refrigerante sale de la válvula como una mezcla líquido y vapor en estado saturado.

B) El proceso B-C a través del evaporador. El refrigerante fluye a través de la tubería del evaporador, de B a C. La sustancia que se debe enfriar , generalmente aire o un líquido, fluye por el exterior de los tubos. Se halla a una temperatura más elevada que el refrigerante dentro del

evaporador. Por consiguiente el calor fluye de la sustancia al refrigerante, a través de la pared del tubo. Debido a que el refrigerante líquido se encuentra a su temperatura de saturación (su punto de ebullición), el calor que gana hace que se evapore al pasar por el evaporador. Por lo general, el refrigerante sale del evaporador ya sea como un vapor saturado o un vapor sobrecalentado.

C) El proceso C-D a través del compresor. El compresor hace entrar al vapor por el lado de la succión, para luego comprimirlo a una presión elevada, adecuada para efectuar la condensación. Esta presión está aproximadamente igual a la que entró al dispositivo de control de flujo (en realidad la presión es ligeramente mayor, como se explicará en breve). Se requiere trabajo para comprimir el gas, este trabajo procede de un motor o una máquina que mueve el compresor, este trabajo contribuye a aumentar la energía almacenada del vapor comprimido, resultando en un aumento de temperatura. En este proceso el refrigerante sale del compresor en el punto D en una condición de sobrecalentamiento.

D) El proceso de D-A a través del condensador. El gas a alta presión que descarga el compresor fluye a través de la tubería del condensador, de D-A. Un fluido tal como el aire o agua, fluye por el exterior de la tubería. En este proceso la sustancia externa se encuentra a una temperatura menor que la del refrigerante. El calor fluye a través de las paredes del tubo, desde el refrigerante a mayor temperatura hasta la sustancia de enfriamiento. Como el refrigerante está sobrecalentado cuando entra al condensador, primero se enfría hasta alcanzar su temperatura de saturación. La remoción adicional de calor resulta en la condensación gradual del refrigerante, hasta que se licúa en su totalidad. El refrigerante puede salir del condensador como un líquido saturado o subenfriado. En este proceso de explicación se supone que se subenfrió antes de entrar al dispositivo de control de flujo.

PRINCIPALES TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y SUS USOS

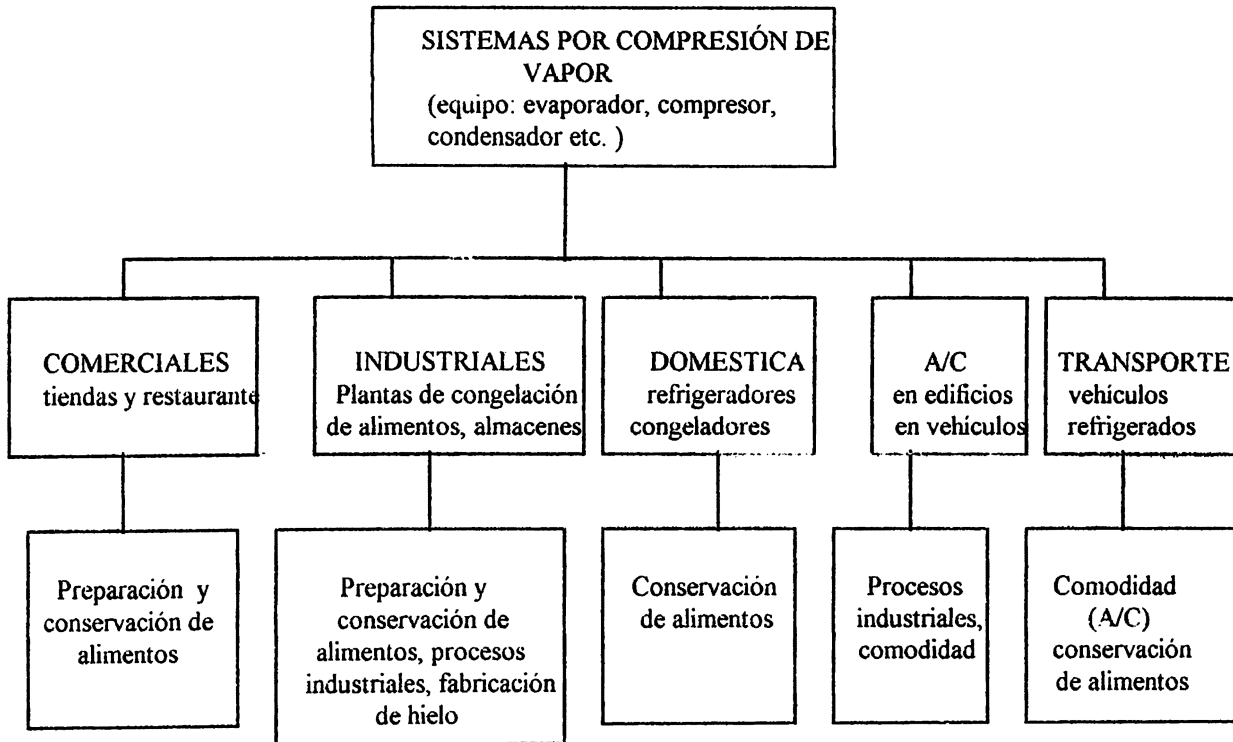


FIG 1.15

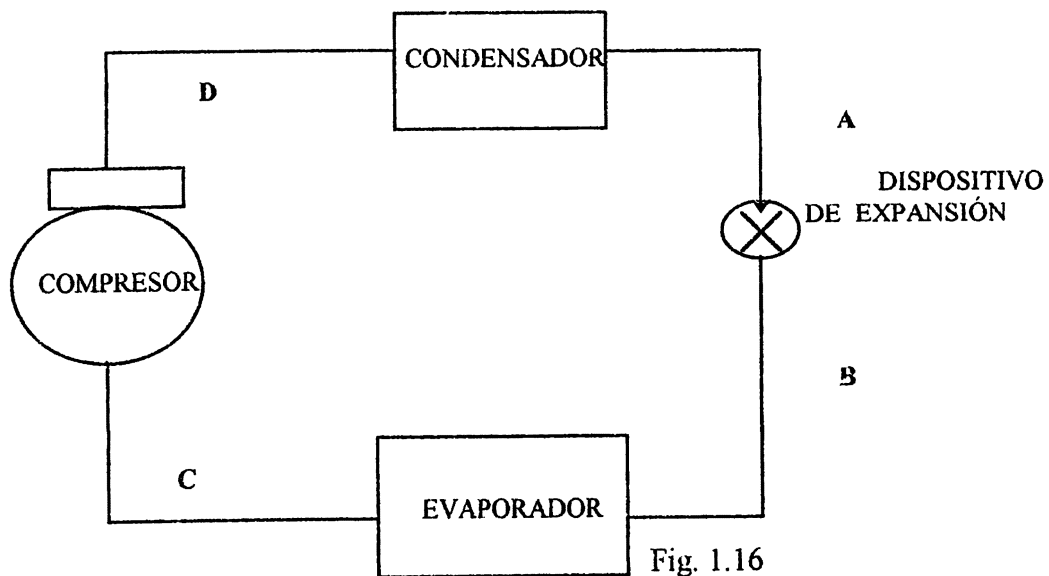


Fig. 1.16

1.3.1.2 El efecto de refrigeración

El aumento de la entalpía del refrigerante en el evaporador se conoce como efecto de refrigeración (E.R.), y se expresa en BTU/Lb. Se llama efecto de refrigeración debido a que se representa asimismo la cantidad de calor removido del medio de que se debe enfriar por cada libra de refrigerante que fluye.

1.3.1.3 El lado de alta y el lado de baja

La presión existente entre la descarga del compresor y la entrada del dispositivo de control de flujo se conoce como la presión del lado de alta, o presión de condensación. La presión entre la salida del dispositivo de control de flujo y la entrada de succión del compresor, se conoce como la presión del lado de baja o presión de evaporación. A menudo se utilizan estos términos para referirse a estas dos partes del sistema.

En realidad, la presión no es precisamente constante tanto en lado de alta como el lado de baja, es inevitable una ligera caída de la presión debido a la fricción en la tubería, no obstante se supondrá que sólo existen las dos presiones en el sistema.

1.3.2 Descripción y clasificación de los componentes del sistema de refrigeración por compresión de vapor

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor, como el descrito anteriormente, es el método más común de transferencia de calor en las instalaciones de refrigeración. Hay cuatro componentes principales en ese ciclo: evaporador, compresor, condensador y dispositivos de reducción de presión.

1.3.2.1 Evaporadores

El evaporador o serpentín de enfriamiento es la parte del sistema de refrigeración donde se elimina el calor del producto: aire, agua o lo que se vaya a enfriar. Cuando el refrigerante entra a los conductos del refrigerador absorbe calor del producto por enfriar, y al hacerlo comienza a hervir y se evapora. En este proceso, el evaporador lleva a cabo el objeto principal: la refrigeración.

Existen dos tipos principales de evaporadores: Evaporadores de expansión seca y Evaporadores inundados, de ahí que estos evaporadores se fabrican con diferentes tipos de superficie, de acuerdo a las necesidades de refrigeración que se tenga.

Otra clasificación de evaporadores sería los evaporadores de expansión directa (E.D.) y los evaporadores de ventilación forzada y otros evaporadores utilizados como enfriadores de líquidos

1.3.2.1.1 Evaporadores de expansión seca y evaporadores inundados

Una manera de clasificar los evaporadores es según la cantidad relativa de refrigerante en forma de líquido y de vapor que fluye através del evaporador.

En el tipo de evaporador de expansión seca, la cantidad de refrigerante alimentado por el dispositivo de control de flujo es justamente la suficiente para que se evapore en su totalidad antes de salir del evaporador la fig. 1.17 muestra un ejemplo de ese tipo de evaporador, el cual utiliza un serpentín tubular através del cual fluye el refrigerante. Cuando se utiliza un serpentín de esta manera, se trata de un serpentín de expansión directa (DE). Constituye una característica importante de este tipo de serpentín, el hecho de que la pared del tubo no está completamente cubierta con refrigerante líquido. Cuando el refrigerante entra al serpentín, ya se encuentra algo de gas de vaporización súbita, aumentando la proporción a medida que el refrigerante fluye. Debido a que la cantidad de vapor es grande y la cantidad de líquido es pequeña, el líquido alcanza a mojar solamente una parte de la superficie del tubo; el resto de la superficie solamente hace contacto con el vapor. Si el refrigerante se sobrecalienta, una parte del tubo no se moja en absoluto.

La importancia de esta condición estriba en que la transferencia de calor de la superficie del tubo al líquido es mucho mayor que la transferencia al gas. El uso efectivo de la superficie que no se moja es mucho menor. Explicado de otra manera, se requiere una superficie mayor, que en el caso en que se mojara una mayor parte de la superficie del tubo, o mejor aún si se mojara toda ella.

1.3.2.1.2 Tipos de superficie de los evaporadores

Si bien probablemente existen cientos de forma y disposiciones diferentes de la superficie de transferencia de calor del evaporador, casi siempre pueden clasificarse en dos tipos: de forma tubular o de placa.

Las superficies tubulares de transferencia de calor se pueden clasificar en tipos de tubo liso y tubo con aletas fig. 1.18. Se utilizan las aletas en los tubos con el fin de aumentar el área superficial, aumentando así la transferencia de calor por unidad de longitud del tubo.

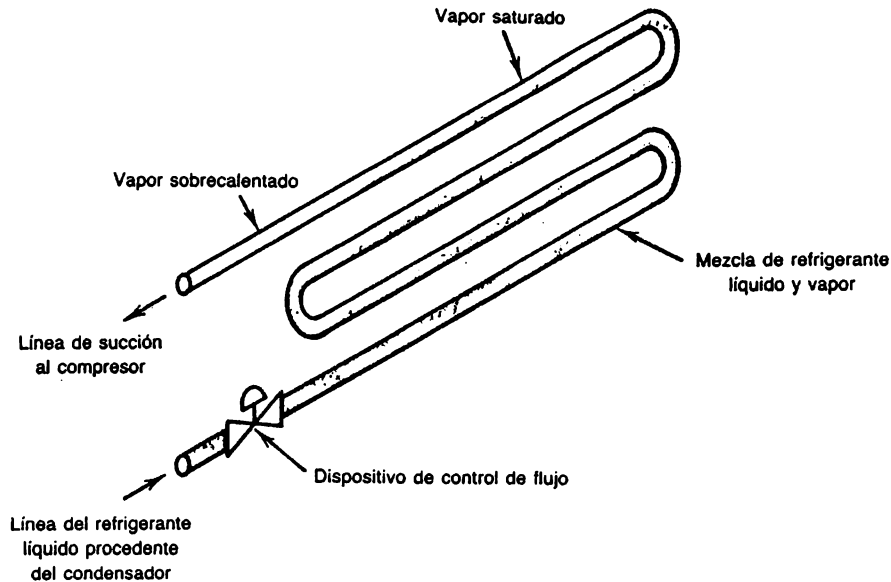


Fig. 1.17

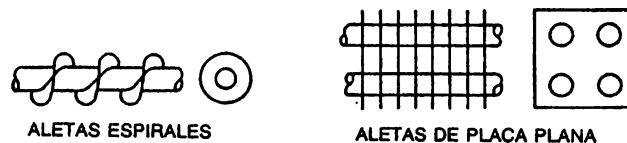
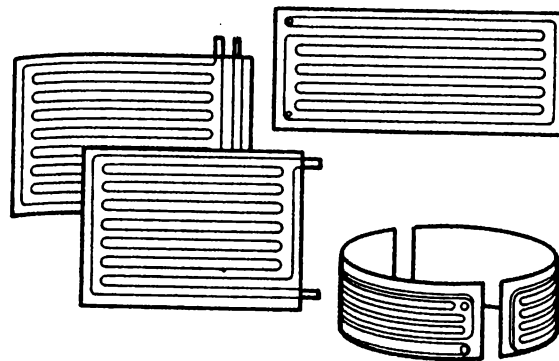


Fig. 1.18

A la superficie comprendida por aleta se le llama superficie secundaria, y las superficies desprovistas de aletas se le llama superficie primaria.

El evaporador tipo placa fig. 1.19 se construye con pasajes ahuecados en una placa plana, a través de los cuales fluye el refrigerante. La construcción tipo placa ofrece una cierta superficie secundaria de

transferencia de calor , además de ser conveniente cuando se enfrían productos empacados en forma plana, y que hacen contacto con la placa. Este tipo de evaporador posee la ventaja adicional de servir como un componente estructural, como, por ejemplo, las paredes de un refrigerador doméstico o de un estante refrigerado, cuando se le construye en forma de caja.



Evaporadores del tipo de placa. (Dean Products Inc.).

FIG 1.19

1.3.2.1.3 Serpentin de expansión directa (DE).

Este tipo de evaporador (fig. 1.20) se utiliza para enfriar el aire, tanto en intervalos de temperaturas que cubre el aire acondicionado como para temperaturas más bajas. Se trata de un evaporador del tipo de expansión seca, en el cual una mezcla de líquido y vapor se alimenta por los tubos, sin que haya recirculación de líquido. El dispositivo de control de flujo es por lo general una válvula de expansión termostática o un tubo capilar. La forma más común, es la de un serpentin plano, con tubos rectos y curvas de retorno, provistos del número requeridos de hileras. Esta disposición se utiliza en unidades de manejo que utilizan en unidades de manejo de aire que utilizan la convección forzada mediante un ventilador. Se utilizan también formas especiales, como cajas, a fin de acomodarse a aplicaciones convenientes de refrigeración.

1.3.2.1.4 Evaporador de ventilación forzada.

A los evaporadores que se utilizan para enfriar el aire, y que están equipados con ventiladores para hacer pasar el aire entre los serpentines con refrigerante, se les llama evaporadores de ventilación forzada. En este grupo de evaporadores se incluyen unidades de enfriamiento, enfriadores de productos, unidades de aire acondicionado y difusores de frío. No hay uniformidad en cuanto al uso de estas denominaciones; a medida se utilizan diferentes nombres para la misma unidad. La construcción de evaporadores de ventilación forzada varía de acuerdo al uso que se les da. En la fig. 1.21 se muestran algunos ejemplos. Es posible utilizar tantos serpentines de expansión directa como serpentines inundados

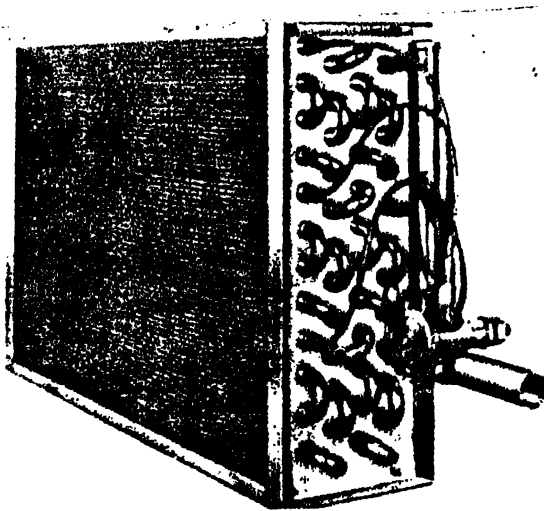


fig 1.20

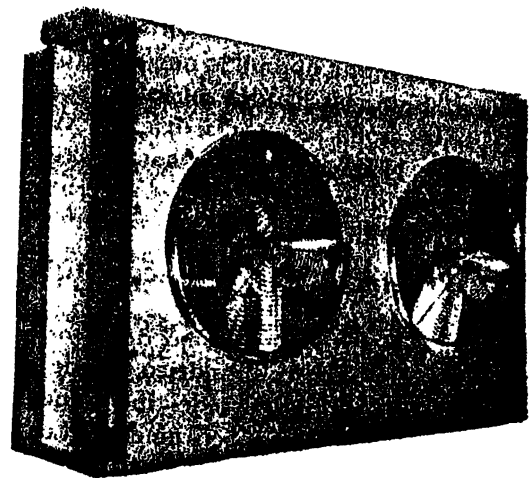


Fig 1.21

f

1.3.2.2 Función y operación del condensador

El objeto del condensador en el sistema de refrigeración es remover calor del vapor refrigerante que sale del compresor (o del generador en un sistema de absorción) de manera que el refrigerante se condense a su estado líquido. Entonces será éste capaz de lograr un efecto de refrigeración por evaporación.

El condensador es un cambiador de calor, lo mismo que el evaporador. En el condensador, el calor se transfiere de el refrigerante a un medio de enfriamiento, ya sea el aire o el agua. Como sucede en cualquier transferencia de calor, el medio enfriador debe estar a una temperatura más baja que el refrigerante.

El refrigerante siempre sale del compresor a una temperatura muy superior a su temperatura de saturación (de condensación), esto es, se halla sobrecalentado. En la primera parte del condensador tiene lugar la remoción del calor sensible (el vapor se enfría hasta su temperatura de saturación). A continuación, la remoción adicional del calor condensa gradualmente el refrigerante (se remueve el calor latente). El tamaño del condensador puede ser justamente el adecuado, para que el refrigerante salga del condensador como un líquido saturado a su temperatura de condensación. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la superficie de transferencia de calor es suficiente para que el refrigerante líquido se subenfrie por debajo de su temperatura de saturación, antes de salir del condensador.

El condensador debe remover todo el calor adquirido por el refrigerante en el sistema de refrigeración. Dicho calor consiste en el calor absorbido en el evaporador (procedente de la carga de refrigeración) más el calor que se adquiere al comprimir el gas refrigerante. El calor removido se llama calor de rechazo.

Tipos de condensadores. Los condensadores de refrigerantes pueden clasificarse en tres grupos, según el medio de enfriamiento utilizado, y la manera en que se transfiere calor al mismo. Estos son el condensador enfriado por el agua, el condensador enfriado por aire y el condensador evaporativo. Los condensadores enfriado por agua y por aire utilizan la capacidad de calor sensible de los fluidos de enfriamiento. Esto es, el aire o el agua aumenta su temperatura. El condensador evaporativo utiliza principalmente el calor latente de vaporización del agua. Las pequeñas gotas de agua se evaporan en el aire circundante, el calor adquirido se toma del refrigerante.

En los tres tipos se utiliza el agua o el aire, puesto que se puede disponer de ellos en cantidades suficientes a ningún costo o a un costo razonable. En las secciones siguientes se discutirá de manera más detallada cada tipo de condensador.

1.3.2.3 COMPRESORES.

La principal función de un compresor de refrigeración es aumentar la presión de evaporación, hasta la presión a la cual el gas puede ser condensado. La función principal del compresor (el aumento de presión) produce algunas funciones secundarias, si bien son necesarias. La elevada presión de descarga proporciona la energía necesaria para hacer que el refrigerante circule a través de la tubería y el equipo, venciendo la resistencia de la fricción.

Tipos de compresores. Los compresores de refrigeración pueden clasificarse en dos grupos principales, dependiendo de cómo se logra el aumento de presión del gas. A los compresores del primer grupo se les llama de desplazamiento positivo y a los del segundo grupo se les llama de compresores dinámicos. Existen tres tipos de compresores de desplazamiento positivo: reciprocantes, rotatorios y helicoidales (de tornillo).

Todos los compresores de desplazamiento positivo, para aumentar la presión del gas, admiten una determinada cantidad de éste en un volumen limitado, y enseguida reducen este volumen. La disminución del volumen del gas hace que la presión del mismo aumente (a menos que se enfríe).

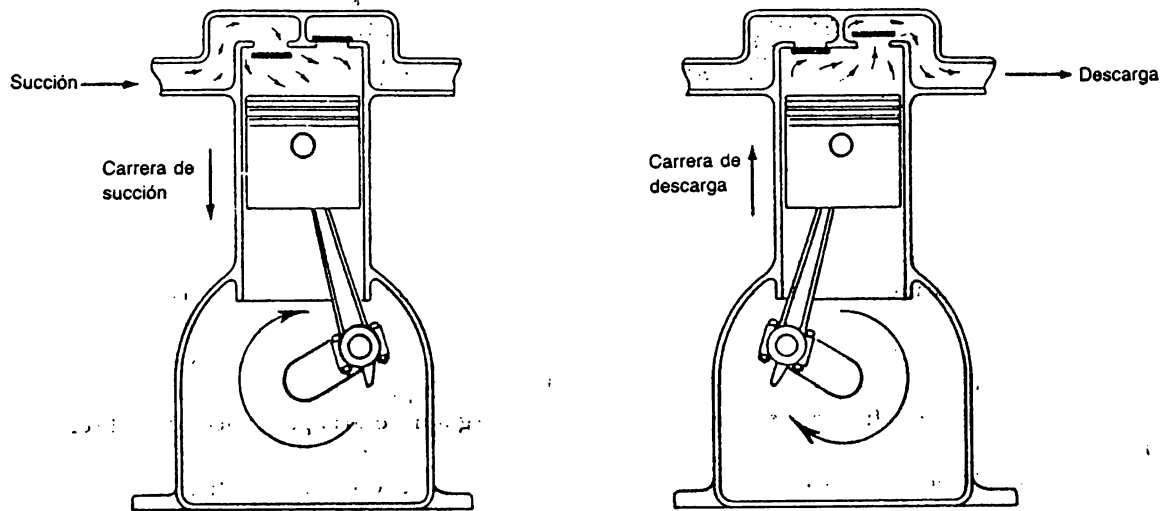
1.3.2.3.1 Compresores reciprocantes.

La construcción de los motores reciprocantes es semejante a la de los motores del mismo tipo automotriz, los cuales se componen de cilindros, pistones, un eje de transmisión y válvulas de succión y descarga. El compresor puede tener uno o más cilindros.

La operación básica del compresor se muestra en la fig. 1.22. Una máquina o motor eléctrico, acciona el pistón del compresor, mediante un sistema de transmisión. Cuando el motor se mueve hacia abajo en su carrera de succión, el volumen creciente del cilindro da por resultado una disminución de la presión por debajo de la que existe en la línea de succión. La diferencia de presión motiva que se abra la válvula de succión, y el gas refrigerante fluye al cilindro. La válvula de descarga permanece cerrada, debido a que la presión en la línea de descarga es mayor.

Cuando el pistón se mueve hacia arriba en su carrera de compresión, la disminución de volumen hace que aumente la presión del gas. Esto obliga a la válvula de succión a permanecer cerrada.

Cerca del final de la carrera, la presión del aumenta hasta alcanzar un valor por encima de la presión existente por encima de la línea de descarga, obligando a la válvula de descarga a abrirse, y entonces el gas comprimido fluye a la línea de descarga y al condensador. se observará que el compresor efectúa la presión y compresión del gas en cada revolución del cigüeñal.



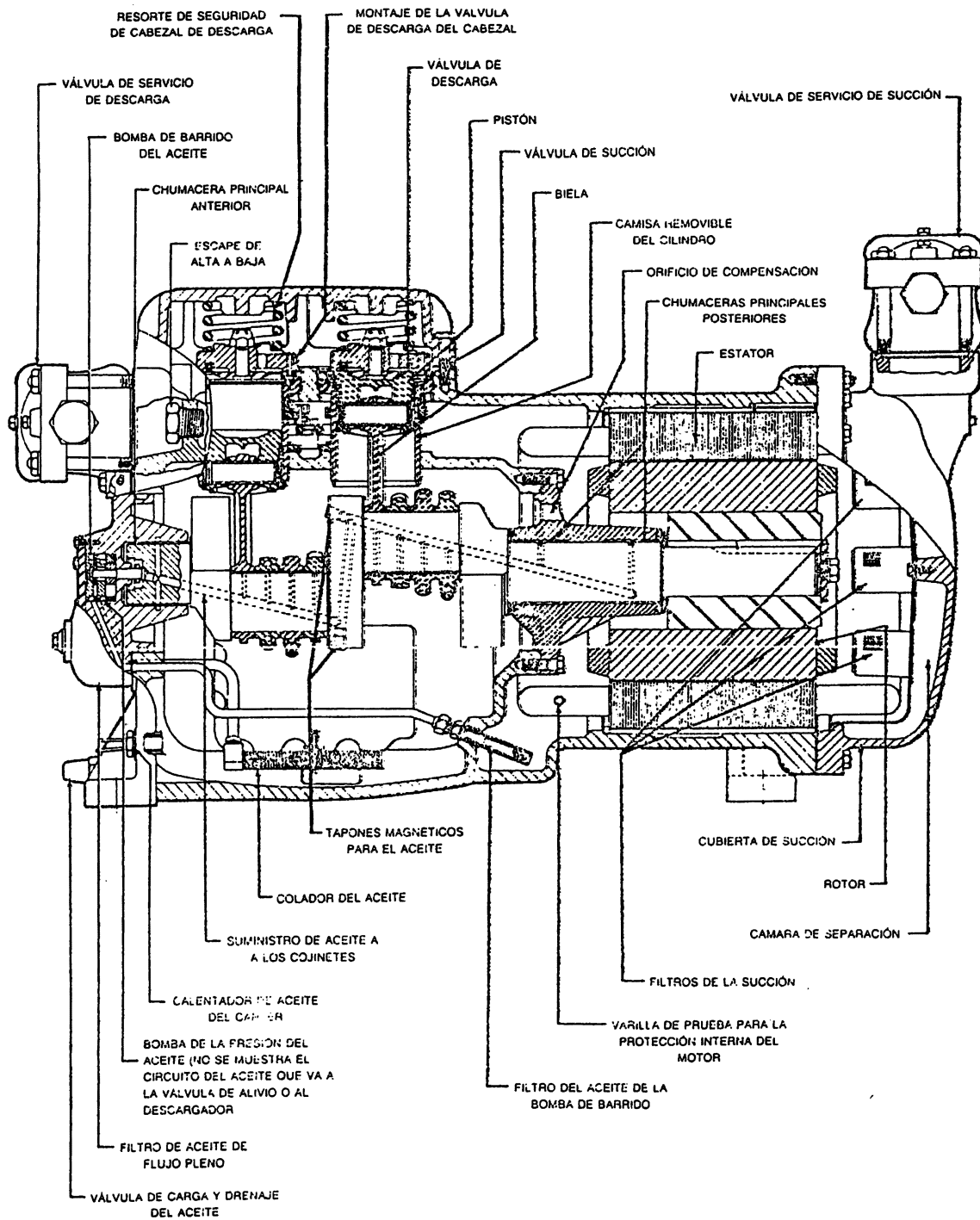
Operación del compresor recíprocante.
a) Carrera de succión: El aumento del volumen reduce la presión en el cilindro. La presión en la línea de succión, obliga a la válvula de succión a abrirse. La presión en la línea de descarga mantiene

la válvula de succión cerrada. b) Carrera de descarga. La disminución del volumen eleva la presión en el cilindro, obligando a la válvula de descarga a abrirse. La presión en el cilindro mantiene cerrada la válvula de succión.

Fig. 1.22

1.3.2.3.2 Compresores abiertos.

Un compresor abierto, el eje se prolonga a través del cárter. (fig.1.23). La transmisión al motor puede ser directa o por medio de bandas. si se trata de un compresor accionado directamente, el eje éste generalmente se conecta al eje motriz mediante un acoplamiento flexible. Este acoplamiento sirve para absorber el exceso de vibración y los impactos de los dos ejes. si la unidad motriz es un motor eléctrico, la velocidad del compresor se puede variar cambiando los diámetros de las poleas.



2. Compresor recíprocante del tipo abierto.

Fig. 1.23

1.3.2.3.3 Compresores herméticos.

El compresor del tipo hermético es aquél en el cual el motor y el compresor están integrados en un eje, y contenidos ambos en una caja sellada a presión. Los compresores de tipo hermético se fabrican ya sean completamente hermético o semihermético (también se le llama hermético desarmable). El compresor hermético tiene una caja soldada y sellada (fig. 1.24), y no puede ser reparado en el área de trabajo. Es compacto, silencioso y de bajo costo. Estas características han propiciado su uso generalizado en los refrigeradores doméstico, y en otros equipos integrales pequeños. El compresor semihemético tiene una cubierta desmontable con tornillos, de manera que se le puede dar servicio en el mismo lugar de trabajo.

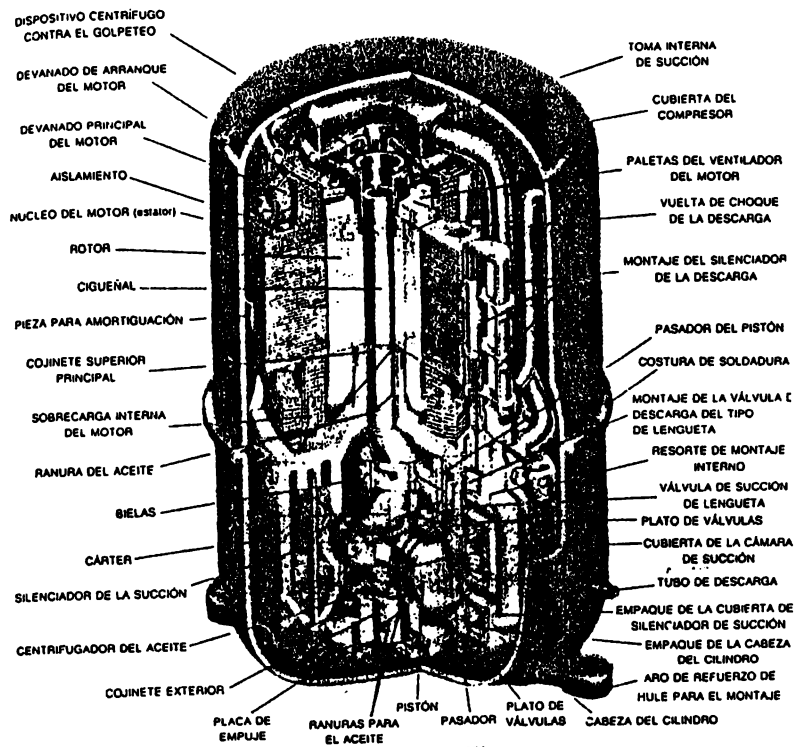


Fig. 1.24

1.3.2.3.4 Compresores rotatorios.

Hay dos tipos de construcción de compresores del tipo rotatorios: el de pistón rodante y el de alabe rotatorio, (ver fig. 1.25).

El de tipo pistón rodante tiene un rodillo montado en un eje excéntrico con respecto a la caja del cilindro. Un alabe o paleta estacionaria se mantiene permanentemente en contacto con el rodillo por medio de un resorte. Esto sella efectivamente el lado de succión que está orientado hacia la descarga del compresor. Debido a que el rodillo no está ubicado al centro de la caja, cuando gira, cambia el volumen tanto en el lado de succión como en el lado de la descarga. Esto comprime el gas de manera semejante como lo hace el compresor reciprocante.

El de tipo de alabe rotatorio tiene alabes montados en el rotor, cuando éste gira, los alabes hacen contacto con el cilindro debido a la fuerza centrífuga, separando el lado de alta presión del lado de baja presión.

En el caso de los compresores rotatorios no se requieren válvulas de succión porque el flujo es continuo y el alabe separa la presión del lado de alta del lado de baja. Sin embargo, se utiliza una válvula de retención en la línea de entrada de la succión, a fin de evitar que haya migración del refrigerante al evaporador, mientras el compresor no está trajectado.

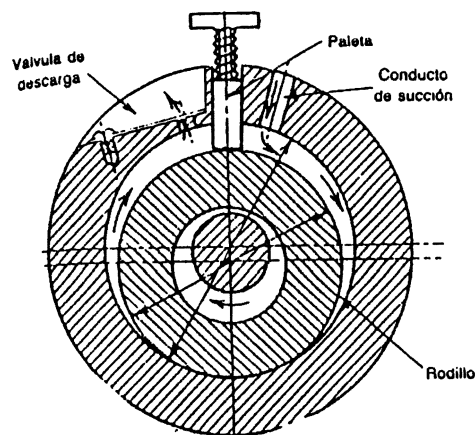


Fig.1.25

1.3.2.3.5 Compresores rotatorios helicoidales (de tornillo)

Este compresor también es del tipo de desplazamiento positivo, que aumenta la presión disminuyendo el volumen del gas. Se compone de dos motores engranados, cuya forma es algo semejante a la de tornillos comunes (fig.1.26). Un motor acciona el rotor macho, el cual tiene lóbulos prominentes. El rotor hembra tiene ranuras en los que engranan los lóbulos machos, imprimiéndoles movimiento. Los rotores están alojados en una caja.

El gas refrigerante se aspira axialmente hacia los rotores desde la abertura de succión situada en el extremo de la caja. Cuando los rotores giran, el gas queda alojado en la cavidad existente entre los dos rotores. Lóbulo macho disminuye gradualmente el espacio entre el mismo y la cavidad hembra, aumentando así la presión del gas. Al mismo tiempo, el gas se traslada hacia el extremo de descarga, para salir a través de la boca de descarga.



Vista transversal de un compresor rotatorio helicoidal (de tornillo) que muestra los rotores macho y hembra, así como la dirección del gas (Cortesía de Dunham-Bush, Inc).

Fig. 1.26

1.3.2.4. Dispositivos de control de flujo

El dispositivo de control de flujo debe realizar dos funciones en un sistema de compresión de vapor.

Debe regular el flujo del refrigerante líquido que se alimenta al evaporador, según sea la demanda.

Debe crear una caída de presión, desde el lado de alta al lado de baja del sistema. Esta caída de presión da como resultado la expansión del refrigerante que fluye, haciendo que una cantidad del mismo se evapore, de manera que se enfríe hasta la temperatura de evaporación.

En la mayoría de casos, el dispositivo de control de flujo debe alimentar al evaporador el refrigerante líquido en la misma proporción que el compresor lo bombea desde el evaporador. Esto es, el evaporador no debe sobrealimentarse, ni subalimentarse. El dispositivo de control de flujo debe reaccionar ante un cambio en las condiciones, las que requieren a su vez un cambio de flujo. Cuando aumenta la carga térmica en el evaporador, el dispositivo de control de flujo debe reaccionar y alimentar más refrigerante, y debe reducir el flujo cuando disminuye la carga.

Otro punto que es necesario explicar es que el dispositivo de control de flujo no es un dispositivo de control de presión. En algunos casos es conveniente controlar la presión del evaporador o de la succión, manteniéndola fija en un valor, o limitarla a un valor elevado o bajo, o ambos. En la mayoría de los casos, el control de flujo no sólo no controla la presión del lado de baja, si no que puede generar problemas debido a que permite a que varíe la presión. Cuando es necesario controlar la presión, pueden requerirse dispositivos adicionales, o la modificación del dispositivo de control de flujo, o ambos.

Tipos de control de flujo. Todos los dispositivos de control de flujo tienen una abertura o pasaje restringido, el cual crea la diferencia de presión necesaria para llevar a cabo sus funciones de expansión. La mayoría de dispositivos se construyen como válvulas; esto es, el pasaje restringido puede abrirse o cerrarse, y en algunos casos puede regularse entre totalmente abierto o totalmente cerrado. Entre estos tipos se encuentran las válvulas de expansión manual, válvula de expansión termostática, válvulas de flotador del lado de alta y el lado de baja, y válvula de expansión automática.

Otros dispositivos de control de flujo o de expansión, tienen una abertura de restricción cuya dimensión es variable. Estos tipos incluyen el tubo capilar y el orificio.

1.3.2.4.1 Válvula de expansión manual.

Se trata de una válvula que se ajusta manualmente a fin de alimentar más o menos refrigerante, según sea lo necesario. se utiliza una válvula de aguja, debido a que con este tipo es posible lograr aumentos precisos. La válvula de expansión manual sólo es satisfactoria cuando se dispone normalmente de un operador para manipularla, y aun así, sólo si la carga no cambia

bruscamente. Esta válvula se utilizaba antes de que se desarrollaran los dispositivos de control de flujo de tipo automático, por lo general no es adecuada para trabajar con las condiciones en que se encuentran los sistemas modernos.

1.3.2.4.2 Válvula de expansión termostática

De todos los dispositivos de control de flujo, el de más amplio uso es la válvula de expansión termostática (VET). Se puede utilizar con sistemas de cualquier capacidad, ya sea con serpentines de expansión directa o con enfriadores de líquidos, de expansión seca.

Realiza un excelente control automático del flujo refrigerante al evaporador, en la proporción requerida, sobre una amplia gama de cargas, mientras mantiene en operación la mayor parte de la superficie de transferencia de calor a fin de evaporar el refrigerante a pesar de las variadas condiciones. esto contribuye a mantener las necesidades de potencia aun nivel bajo.

En la fig. 1.27 se muestra cómo el refrigerante líquido fluye por la abertura entre el asiento y la aguja de la válvula. La restricción de la abertura produce la caída de presión para lograr la expansión del refrigerante.

El resorte empuja la aguja y tiende así a mantener cerrada la válvula. La guía del resorte lo mantiene alineado en un lugar. El vástago de ajuste se puede hacer girar a fin de aumentar o disminuir la presión del resorte. Un diafragma flexible está conectado a las varillas de empuje, que a su vez están conectadas a la aguja. El movimiento descendente del diafragma separa la aguja del asiento y abre el orificio de la válvula.

La parte superior del diafragma está conectado a un tubo largo de diámetro pequeño, llamado tubo capilar, y luego a un bulbo hueco. El bulbo, el tubo y la cámara sobre el diafragma constituyen un sólo espacio cerrado, el cual contiene un fluido que ejerce presión sobre el diafragma. El bulbo está unido a la línea de succión, a lo largo de toda la longitud del bulbo.

1.3.2.4.3 La válvula con igualador externo.

Esta válvula no tiene un orificio para el igualador interno (fig.1.28). Tiene en lugar una abertura, al exterior del cuerpo de la válvula, debajo del diafragma. Esta abertura se debe conectar por medio de una línea externa de igualación, a un punto más allá de donde tiene lugar la caída significativa de presión. Este punto se encuentra generalmente en la línea de succión a la salida del evaporador.

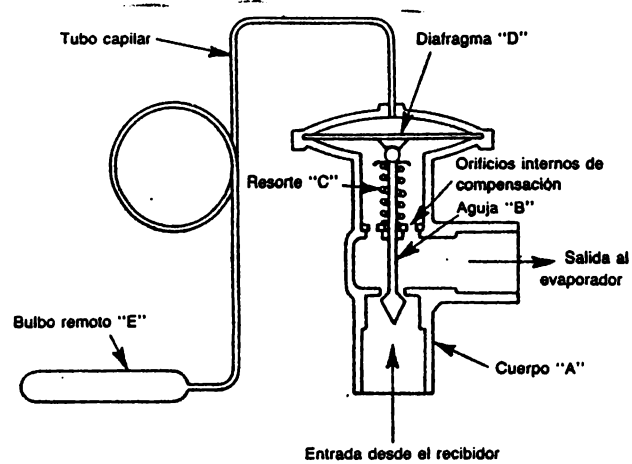


Fig. 1.27

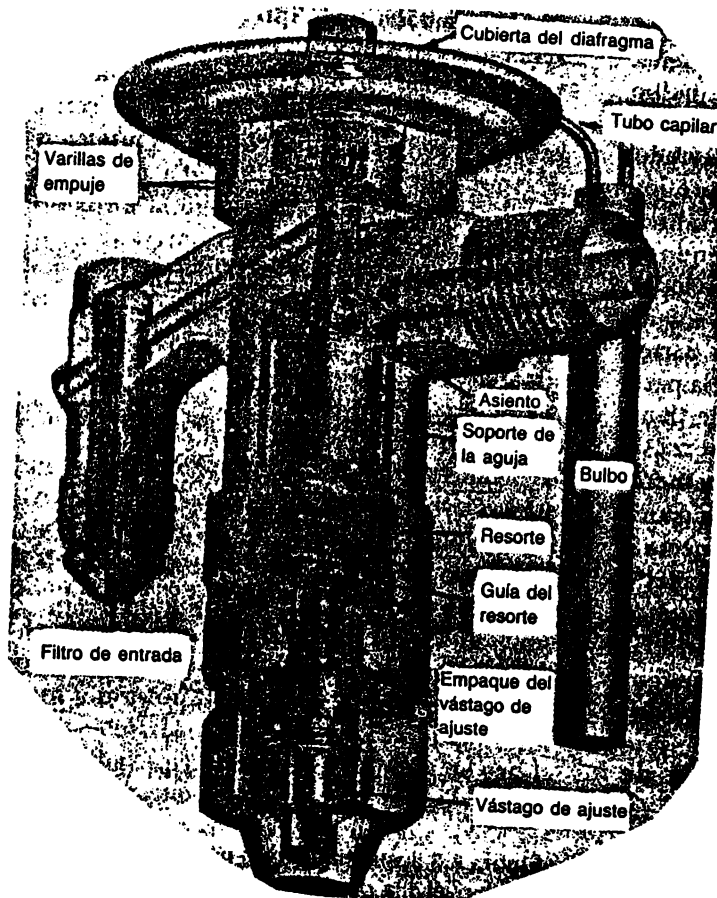


FIG. 1.28

1.3.2.4.4 Válvulas limitadoras de presión.

Se dispone de válvulas termostáticas limitadoras de presión, las cuales limitan el valor máximo de la presión de succión. Esta característica se llama a veces presión máxima de operación. Este tipo de válvulas ejerce el control de la misma manera que una válvula normal, dentro de los límites de las presiones de succión que son permisibles para el compresor. En el caso de que se llegue a la máxima presión de operación, la válvula no alimentará un flujo adicional de refrigerante, y la presión de succión no subirá más. Una elevada presión de succión podría ser causa de sobrecarga del motor del compresor.

La válvula limitadora de presión ayuda también a impedir el escurrimiento del líquido al compresor durante el arranque. Cuando arranca el compresor, el bulbo se halla a menudo a una elevada temperatura (ambiental). La carga estará a presión elevada, y la válvula se abrirá totalmente, causando una súbita alimentación de refrigerante líquido. Si se utiliza una válvula limitadora de presión, ésta no se abrirá hasta que la presión de succión disminuya por debajo de la presión máxima de operación. Durante este intervalo, el compresor succiona una cantidad relativamente pequeña de refrigerante que queda en el evaporador. La temperatura de succión baja y la fuerza de apertura hace que la válvula se abra en forma normal de control.

Otra característica indeseable que se deriva del hecho de que la válvula se abra totalmente durante el arranque, como ocurre con las válvulas con la carga líquida, es que retarda el tiempo de caída de la temperatura de evaporación.

Existen dos tipos de válvulas de expansión termostática limitadoras de presión: el de tipo de carga limitada y el de tipo mecánico.

1.3.2.4.5 La VET de carga limitada (de gas)

En la válvula con carga líquida, la cantidad de fluido es lo suficiente grande para que siempre se halle presente algo de líquido en el bulbo, no importa cual sea la temperatura. En la válvula de carga limitada, llamada también válvula de carga de gas, la cantidad es menor, lo suficiente para que por encima de una cierta temperatura del evaporador, se evapore totalmente. La presión de un gas no aumenta rápidamente con un aumento de la temperatura, a diferencia del caso de una mezcla saturada de líquido y gas. Por consiguiente, a medida que aumenta la temperatura y la presión del evaporador por encima de un punto máximo, la presión en el bulbo no aumenta, y la válvula no abre aún más. Por tanto, actúa, como una válvula limitadora de presión.

1.3.2.4.6 La válvula mecánica limitadora de presión.

Este tipo de válvula tiene una carga líquida convencional de manera que el control que ejerce el bulbo funciona de manera usual, por abajo de la máxima presión de operación. La válvula posee dos diafragmas en lugar de uno. El diafragma superior se mantiene hacia abajo mediante un resorte, y no funciona mediante la operación normal (fig. 1.29). El diafragma inferior funciona de manera normal, actuando sobre éste la presión del bulbo, desde una conexión ubicada entre los dos diafragmas. Sin embargo, cuando esta presión aumenta por encima de un cierto valor, los diafragmas se traban de un modo efectivo como una unidad rígida, y un cambio en la presión del bulbo no tiene ningún efecto adicional. Cualquier aumento en la presión del evaporador, actúa sobre el lado de abajo del diafragma inferior, y tiende a cerrar la válvula contra la presión que ejerce el resorte superior, limitando así el aumento de la presión de succión.

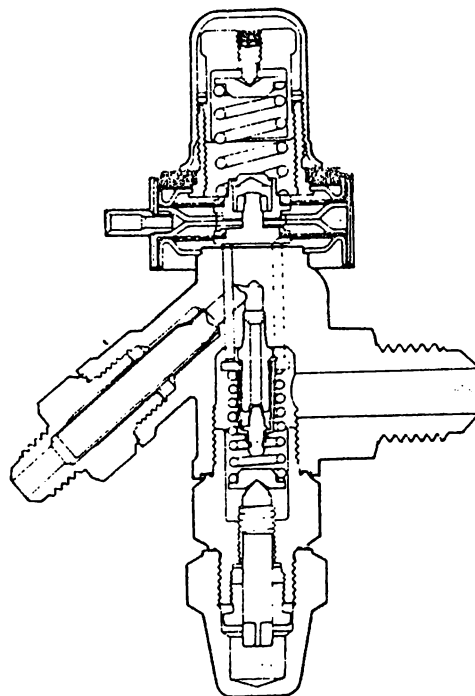


FIG. 1.29

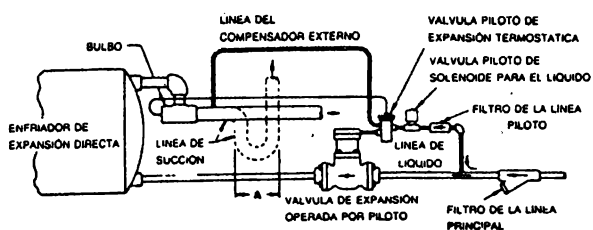
1.3.2.4.7 Válvula operada por piloto.

Por encima de ciertas dimensiones físicas, resulta factible la construcción de una válvula de expansión termostática que funcione satisfactoriamente. Por consiguiente, es común utilizar en los sistemas de gran capacidad una instalación que incluye una válvula piloto (fig. 1.30). Esta pequeña VET piloto se instala con el fin de detectar el sobrecalentamiento en la línea de succión. El tubo de salida de esta válvula se conecta a la cámara de operación de la válvula principal. Cuando el

sobrecalentamiento de la línea de succión aumenta, se abre la válvula piloto y la presión en la cámara principal hace que se habrá todavía más.

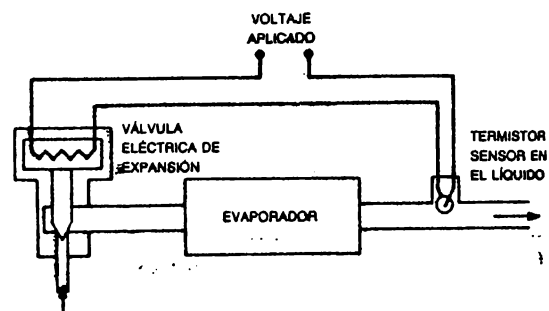
1.3.2.4.8 La válvula de expansión termoeléctrica.

Este tipo de válvula puede utilizarse, como válvula de control de flujo, además de tener otros usos. Está equipada con un motor que abre y cierra la válvula en respuesta a los cambios de un voltaje eléctrico de señal. Un sensor de líquido llamado termistor, se instala en el punto del evaporador o línea de succión donde se desea obtener una completa evaporación (fig.1.31). Como se muestra, el motor se conecta en serie con el motor. La resistencia eléctrica del sensor aumenta con la disminución de la temperatura. La presencia del refrigerante líquido enfría el termistor, aumentando su resistencia. Se disminuye así el voltaje al motor, y la válvula procede al cerrarse, disminuyendo el flujo del refrigerante. Cuando el termistor detecta la presencia del gas sobrecalentado, tiene lugar la secuencia inversa. Puesto que es posible tener un control muy preciso de sobrecalentamiento, la válvula térmica eléctrica puede hacer un uso eficiente de la superficie del evaporador, y contribuir a la conservación de la energía.



Disposición de una VET accionada por piloto (Reimpreso con permiso del *Equipment ASHRAE Handbook and Product Directory* del año 1979).

Fig 1.30



Válvula eléctrica de expansión térmica y sensor. (Reimpreso con permiso del *Equipment ASHRAE Handbook and Product Directory* del año 1979).

Fig 1.31

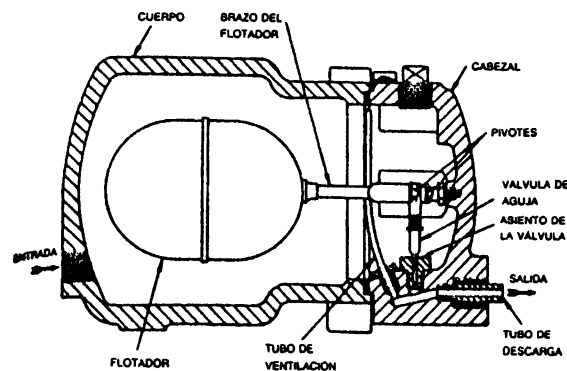
1.3.2.4.9 Válvula flotador.

Las válvulas de flotador se utilizan en algunas aplicaciones como dispositivos de control del flujo refrigerante, además de tener otros usos. Se pueden agrupar en válvulas de flotador del lado de

alta y del lado de baja. En la fig. 1.32 se muestra una válvula de flotador del lado de baja. Un vástago y un orificio separan los lados de alta y baja presión del sistema. Un flotador conectado al vástago descansa sobre la superficie del refrigerante líquido. La válvula se abre a medida que el flotador se eleva, y cierra cuando éste baja.

La válvula de flotador del lado de alta regula el flujo mediante la alimentación de refrigerante al evaporador de la misma proporción con la que sale del condensador. Las válvulas de flotador de lado de alta se utilizan a menudo en sistemas centrífugos de refrigeración equipados con condensadores de casco y tubos y evaporadores inundados.

La válvula flotador del lado de baja regula el flujo refrigerante controlando el nivel del refrigerante líquido en el evaporador. Se utiliza con evaporadores del tipo inundados. El flotador se instala en lado de baja presión del sistema, y se puede colocar directamente en el evaporador, en un tambor de compensación, o una cámara de flotador.



Válvula de flotador de lado de alta.
(Reimpreso con permiso del *Equipment ASHRAE Handbook and Product Directory* del año 1979)

FIG. 1.32

1.3.2.4.10 La válvula de expansión a presión constante.

Este tipo de válvula, llamada también válvula de expansión automática, se utiliza como un dispositivo de expansión del refrigerante en algunas aplicaciones limitadas.

La presión constante de un resorte actúa sobre la superficie superior de un diafragma con el fin de abrir la válvula, y la presión del evaporador actúa sobre la superficie inferior del diafragma, tendiendo a cerrar la válvula. Cuando aumenta la presión del evaporador, la válvula se mueve a una posición más cerrada. Esto reduce el flujo del refrigerante que entra el evaporador y baja la presión

del mismo. Si disminuye la presión del evaporador, tiene lugar el efecto opuesto. La presión del resorte sobrepasa ahora la presión del evaporador, la válvula se mueve a una posición más abierta. Sin embargo, este método de controlar el flujo es indeseable, a menos que la carga de refrigeración sea relativamente constante.

1.3.2.4.11 El tubo capilar.

Este dispositivo de control de flujo consiste en un tramo de tubería de muy pequeño diámetro. Normalmente el diámetro interior varía de 0.02 a 0.10 pulg., y la longitud de 10 a 12 pies o más. El dispositivo se utiliza en pequeñas unidades herméticas con serpentines de expansión directa. El término tubo capilar conduce a error. La acción capilar (la tendencia de un líquido a adherirse a la pared de un tubo) no tiene nada que ver con la manera como funciona el control de flujo.

El tubo capilar no funcionará satisfactoriamente si la cantidad de carga refrigerante en el sistema se aparta de la cantidad apropiada. Además cualquier sustancia extraña puede bloquear o afectar de otro modo el flujo a través del diámetro reducido. Es por estas razones que los tubos capilares sólo resultan adecuados en las unidades herméticas. Debido a que su costo es muy bajo y a que no necesitan mantenimiento, se usan ampliamente en los refrigeradores domésticos, equipo de aire acondicionado para una habitación, y pequeñas unidades integradas de aire acondicionado.

1.3.2.4.12 El orificio.

El orificio es sencillamente una abertura restringida por el tubo por el que pasa un fluido. Puede ser un agujero estrecho, un grupo de agujeros practicados en una placa, introducida en un tubo, o una restricción gradual llamada orificios de bordes redondeados o venturi. Los orificios se pueden utilizar como dispositivos de control de flujo y de expansión.

1.3.2.5 Accesorios del sistema de refrigeración por compresión.

1.3.2.5.1 La tubería y el recibidor del sistema.

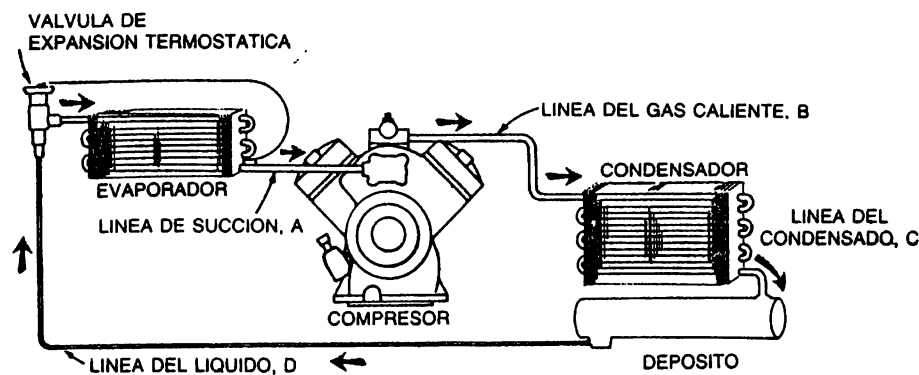
En la figura 1.33 se muestran, las conexiones de las tuberías, entre los componentes principales de un sistema, incluyendo un recibidor.

El recibidor es un tanque utilizado para manejar el exceso de carga del refrigerante que no está en circulación en el sistema. Puede asimismo servir para concentrar todo el refrigerante, de manera que se pueda remover cualquier parte o dispositivo del equipo para su reparación, sin tener que extraer

todo el refrigerante del sistema. No siempre es necesario que el sistema tenga instalado un recipiente, puesto que en algunos tipos de condensadores se pueden utilizar para almacenar el refrigerante.

La tubería que va del evaporador al compresor A se llama la línea de succión. La tubería entre el compresor y el condensador B se llama la línea de gas caliente o línea de descarga. La tubería que va del condensador al recipiente C se llama línea del condensado. La tubería entre el recipiente (o el condensador, si no se usa el recipiente) y el dispositivo de control de flujo D se llama la línea del líquido.

Las válvulas manuales de servicio (cierre) se sitúan, como se muestra, a la entrada y la salida del compresor, excepto en algunas unidades de poca capacidad. También se coloca una válvula manual de cierre a la salida del recipiente.



Ejemplo del equipo y disposición de la tubería de un sistema de compresión de vapor.

Fig.1.33

1.3.2.5.2 Separador de aceite.

El objeto del separador de aceite, es de reducir la cantidad del mismo en circulación por el sistema y con ello aumentar la eficiencia. Todos los sistemas de refrigeración tienen algo de aceite que pasa por ellos. En los separadores existe la mezcla de gas caliente y aceite del compresor, éste último entra por un orificio en la parte superior, y pasa hacia abajo del separador y afuera pasa por un tubo perforado. La mezcla pega con una rejilla dentro del separador en la que normalmente hace la acción del mismo. El aceite escurre hacia abajo por la rejilla y pasa a un pequeño cárter en el separador.

1.3.2.5.3 Silenciador.

El objeto del silenciador o mofle es amortiguar o eliminar pulsaciones de gas caliente provocados por los compresores alternativos. Cualquier compresor alternativo crea pulsaciones de gas caliente. Aunque se hacen grandes esfuerzos para reducir al mínimo las pulsaciones en el diseño del sistema y del compresor, esas pulsaciones pueden ser lo suficientemente severas como para crear dos problemas estrechamente relacionados. El primero es el ruido, el cual aunque es molesto para los usuarios del equipo, no necesariamente tiene efectos perjudiciales para el sistema. El segundo problema es la vibración, que puede ocasionar ruptura de tubería. Con frecuencia estos dos problemas se dan en forma simultánea.

1.3.2.5.4 Intercambiador de calor.

El cambiador de calor es un dispositivo que se usa para pasar calor del refrigerante líquido al gas de succión. El cambiador de calor tiene dos objetos principales. El primero es reducir la temperatura o subenfriar el refrigerante líquido que va del condensador al dispositivo de medición. El segundo es asegurar que esté seco el gas de succión que va par el compresor.

1.3.2.5.5 Colador secador.

Este accesorio consiste en un cascarón a través del que pasa el refrigerante líquido. dentro del cascarón se encuentra un material que se llama desecante, o desecador. Al pasar el refrigerante cargado de humedad por el secador, éste elimina una parte de la humedad. En cada pando por el secador, éste elimina más humedad hasta que el refrigerante está suficientemente seco, o hasta que el secador haya alcanzado su capacidad de saturación de la humedad. Cuando esto sucede se debe cambiar el secador.

El colador secador también efectúa una segunda función, al filtrar y detener cualquier partícula sólida en el refrigerante líquido que pasa. Esas partículas las filtra el núcleo del secador.

1.3.2.5.6 Acumulador de succión.

El acumulador de succión es un dispositivo muy sencillo que efectúa una función muy útil. En algunos evaporadores, la acción del dispositivo de medición no es lo suficientemente rápida como para seguir el paso a los cambios de carga. También, los tubos capilares los tubos capilares no están diseñados para cerrar a cargas ligeras del evaporador. En ambos casos, algo de líquido sale a veces del evaporador, por el tubo de succión. Este líquido podría dañar el compresor. El acumulador

no es más que una trampa para atrapar este líquido antes de que puede alcanzar al compresor. Este líquido sobrante se hierve o evapora en la trampa y regresa al compresor en estado gaseoso.

1.3.2.5.7 Calentador de cárter.

Este calentador se usa para evitar la acumulación de refrigerante líquido en el cárter del compresor durante las paradas. Debido a la afinidad que tiene el refrigerante hacia el aceite, el refrigerante se puede pasar al cárter durante las paradas. La condensación del refrigerante en ese lugar también se puede llevar a cabo cuando la temperatura del compresor sea menor que la del resto del sistema.

1.3.2.5.8 Mirilla.

La mirilla en un sistema de refrigeración permite que el instalador o el técnico de servicio observen el estado de refrigerante en determinado punto. Consiste en una abertura en la tubería del líquido del sistema, cubierta con un vidrio. Con frecuencia se usa un vidrio a cada lado del tubo para asegurar la iluminación.

Cuando el tubo está completamente lleno de refrigerante líquido, casi no hay Obstrucción a través de la mirilla. Sin embargo, si hay algo de gas, se verá de inmediato en forma de burbujas que pasan por la mirilla. Se debe hacer notar que en una mirilla de este tipo también parecerá clara cuando sólo haya gas en ella.

A primera vista, el indicador de humedad puede parecer como una simple mirilla. Lo cual es natural ya que el indicador es parte de la misma. Dentro del vidrio, pero expuesto al refrigerante líquido, se tiene un punto pequeño de color. Este punto es el indicador de humedad. Tiene composición química especial que cambia de color dependiendo de la cantidad de humedad del refrigerante. Cuando la cantidad de humedad está dentro de los límites establecidos por el fabricante, el punto será de un color. Sin embargo, si hay demasiada humedad, cambia el color del punto.

1.3.2.5.9 Válvula solenoide.

La válvula solenoide se puede usar para controlar el flujo de un gas o un líquido. Se usa con frecuencia en tubos de refrigerante líquido para controlar el flujo de éste que va al evaporador.

Las válvulas solenoides, como la de la fig. 1.34, se usan de muchos modos para controlar el flujo del líquido, pero una de las formas más comunes es como válvula de tubo de refrigerante líquido. En este caso se usa la válvula solenoide para detener el flujo del líquido al evaporador cuando se han cumplido los requisitos de refrigeración. Cuando se necesita más refrigeración, la válvula solenoide abre y el líquido pasa al evaporador.

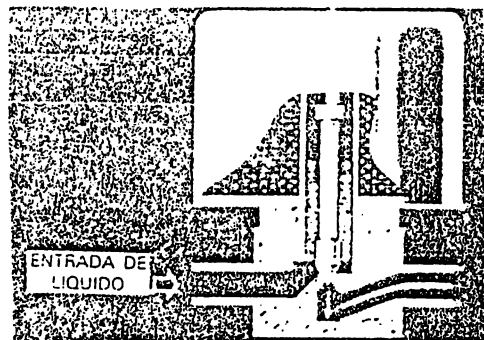


FIG. 1.34

1.3.2.5.10 Válvula de retención.

La válvula de retención se diseña para permitir un flujo de un líquido o gas en una sola dirección. La fuerza del flujo levanta una compuerta permitiendo el paso del flujo. Y cuando el fluido pasa en dirección opuesta cierra la compuerta impidiendo el paso del fluido. Ver fig.1.35.

1.3.2.5.11 Regulador de presión del evaporador.

Este regulador se llama con frecuencia regulador de contrapresión. se diseña para mantener una presión o una temperatura constante en el evaporador, independientemente que tan baja esté la presión de la succión del compresor. Siempre se encuentra en el tubo de la succión tan cerca del evaporador como sea posible.

Esta válvula se diseña para mantener la temperatura y la presión constante en el evaporador, independientemente de la presión de succión del compresor. La presión del evaporador entra por la conexión de la izquierda. Cuando sube la presión del evaporador, aumenta la presión bajo el fuelle. Esta presión supera la tensión del resorte y levanta el émbolo de la válvula separándolo de su asiento. Con ello se permite que los gases del evaporador pasen al tubo de succión. al abandonar los

gases el evaporador la presión en éste se reduce. Cuando baja la presión baja el fuelle, la tensión del resorte cierra la válvula. La presión de operación se puede regular cambiando la tensión del resorte.

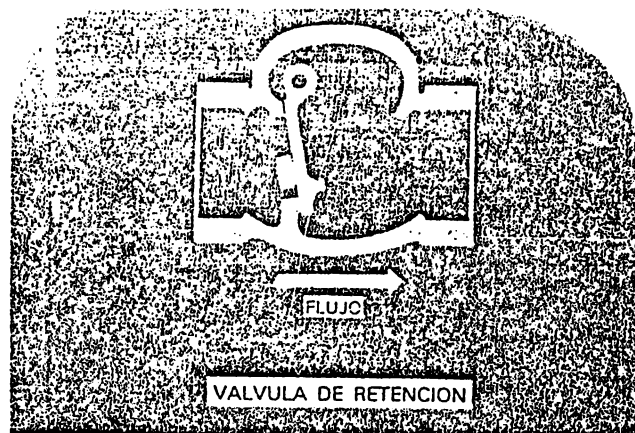


Fig. 1.35 Válvula de retencion. (Cortesía de Carrier Air-Conditioning Company.)

FIG. 1.35

1.3.2.5.12 Válvula de alivio.

Las válvulas de alivio se diseñan para proteger los sistemas contra presiones del refrigerante lo suficientemente altas como para ocasionar daños físicos. La válvula se mantiene automáticamente cerrada cuando se ha reducido la presión hasta valores dentro de límites requeridos, y permanecerá cerrada hasta que ocurra una elevación de presión suficientemente alta para aliviar la presión.

1.3.2.5.13 Conexiones de seguridad.

El tapón fusible o disco de ruptura, que se ve en la fig. 1.36, son dispositivos de seguridad diseñados para proteger al sistema contra presiones muy altas. La conexión de tapón fusible de la izquierda contiene un núcleo de metal muy suave con bajo punto de ebullición. En caso de incendio, el metal blando se fundiría permitiendo que escapara el gas de a la atmósfera antes que se acumulen presiones peligrosas.

La conexión de disco de ruptura del lado derecho de la fig. 1.36 se diseña para el mismo objeto que la del tapón fusible, pero de distinta manera. El disco de ruptura consiste en un trozo delgado metálico que debe romperse a una presión inferior a la que pudiera originar condiciones peligrosas.

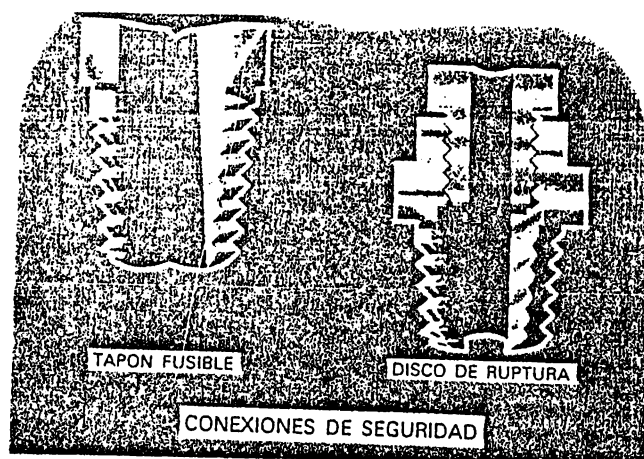


FIGURA R14-19 Conexiones de seguridad. (Cortesía de Carrier Air-Conditioning Company.)

Fig 1.36

1.4 AIRE ACONDICIONADO

1.4.1. GENERALIDADES

La parte de refrigeración discutió los fundamentos mecánicos del ciclo de refrigeración y repaso cada componente desde el punto de vista de sus características de operación y de su función en el sistema. Este y los capítulos siguientes usaran estas bases para discutir los productos en el amplio rango de los sistemas de enfriamiento y de los sistemas que combinan calefacción y enfriamiento y que contienen el ciclo mecánico de refrigeración. Este capítulo se trata esencialmente de los equipos para enfriamiento, aunque es algunas veces difícil someterse a esta clasificación, debido a las características tan similares o a la interrelación entre ciertos sistemas.

1.4.2 EQUIPOS PARA AIRE ACONDICIONADO

1.4.2.1 EQUIPOS DE VENTANA

Las ventas anuales de más de 50 millones de unidades muestran claramente que los equipos de ventana de una pieza con el objeto de enfriar el área inmediata, aunque en la realidad, los efectos del enfriamiento se pueden extender a otras áreas si hay una buena circulación. Por ejemplo, una unidad instalada en la sala puede refrescar algo la cocina o las alcobas adyacentes. No todas las veces se instalan en las ventanas. Algunos modelos pueden ser instalados permanentemente en la

pared. Esta es una alternativa común en instalaciones de bajo costo como moteles, oficinas pequeñas y apartamentos con la única excepción tal vez de las residencias individuales para familias, donde se usan otros equipos que no sean para montar en la pared.

Los equipos de ventana han sido usados extensamente en el caso de residencias con sistemas de calefacción de cable en el cielo falso o en el falso piso sin conductos.

Las capacidades de las unidades de ventana varía desde 5,000 BTU/h hasta más de 30,000 BTU/h. Los equipos más grandes están siendo usados con mayor frecuencia en las nuevas construcciones residenciales donde el servicio eléctrico y la estructura de soporte necesaria pueden ser planeados con anticipación. También están siendo usados para aplicaciones comerciales. Las alcobas promedio usan unidades de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ de tonelada. Para residencias ya existentes que puede ser conectada a un circuito ordinario de alumbrado de 15 A. Los códigos eléctricos asumen que el acondicionador de aire no excederá el 50% de la capacidad del sistema de modo que los disyuntores o fusibles no abran cuando el compresor arranca. La capacidad máximo de los modelos de $7 \frac{1}{2}$ A es de cerca de 9,000 BTU/h. Las unidades por encima de esta capacidad son conectadas independiente del sistema de alumbrado para poder operarlas a 208-230V.

La venta y distribución de los equipos de ventana se hace predominantemente a través de las cadenas de almacenes de electrodomésticos en vez de los contratistas profesionales de aire acondicionado. Muchas instalaciones son del tipo “hágalo usted mismo”. La evaluación de la capacidad y otros estándares técnicos están sujetos a las determinaciones de la Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos (AHAM) en vez de a la ARI que controla todos los demás equipos de enfriamiento. También en términos de la garantía y servicio, los equipos de ventana están sometidos a las normas que rigen para la industria de los electrodomésticos.

En términos de la operación hay muy poco o casi nada que pueda hacerse para controlar el confort, excepto tal vez por la dirección de las persianas, en el lado de la descarga de la alcoba que pueda modificarse para reducir al mínimo las corrientes molestas de aire. El cambio de filtro es el requisito esencial de servicio de mantenimiento.

En resumen, el equipo de ventana satisface una necesidad muy precisa; el enfriamiento de un sitio reducido a un costo mínimo y con la posibilidad de cambio de sitio. Ambas condiciones eliminan totalmente la posibilidad de instalación de un sistema central.

1.4.2.2. UNIDADES PAQUETE ENFRIADAS POR AIRE.

Aunque fue desarrollada principalmente como unidad de enfriamiento para sistemas centrales residenciales la unidad paquete enfriada por aire (fig. 1.37), ha sido también ampliamente utilizada para aplicaciones locales comerciales y para el acondicionamiento de casa rodante.

La configuración usual es la de una caja rectangular con conexiones de suministro y retorno en el frente y tomas para succión y descarga del aire de condensación en los laterales y en la parte de atrás. El arreglo interno es relativamente sencilla.

El aire de retorno es succionado a través del evaporador de tubos y aletas por un ventilador centrífugo que a su vez los descarga como aire de suministro por el frente. En los tamaños mas pequeños el ventilador es del tipo acople directo al motor.

Las unidades grandes tienen transmisiones con bandas y poleas variables. Una bandeja de condensado debajo del evaporador recoge toda la humedad y esta conectada a un drenaje permanente.

El compartimiento del evaporador esta muy aislado para evitar perdidas y condensación en la lámina exterior. El filtro esta generalmente localizado en el ducto de retorno.

Separando el compartimiento del evaporador del de condensación tenemos una pared la cual aparta los flujos de aire y sirve de aislamiento para mínima transmisión de calor y ruido al aire acondicionado.

El compresor y el serpentín de condensación forman el lado de alta del circuito de refrigerante. El aire de condensación es tomado por los lados y descargado a través del serpentín de condensación . Esta disposición se denomina ventilador soplador.

Algunas unidades son del tipo axial. Pueden mover grandes volúmenes de aire en donde haya poca resistencia. Los ventiladores axiales de aspas no son para uso con ductos. Los fabricantes usan casi todos los refrigerantes R-22, lo mismo que capilares para expansión en las unidades de menor capacidad.

La caja de controles (fig. 1.38) incluye los capacitores de los motores de los ventiladores y de los compresores, reles de arranque y los terminales para la conexión remota del termostato.

La capacidad de las unidades paquete enfriadas por aire varia desde 1 ½ toneladas hasta 7 ½ toneladas para uso residencial y hasta mas de 30 toneladas para uso comercial . La mayoría de las unidades son evaluadas y certificadas de acuerdo con el estándar 210 del ARI, el cual establece 80° F bulbo seco y 67°F B bulbo húmedo como la temperatura del aire exterior entrando al condensador exterior. Influido el estándar 210 del ARI esta también el requisito de que la unidad debe ser capaz de operar hasta una temperatura de 115°F para el ambiente exterior sin desconectarse por alta presión o sin que el compresor arranque y para por sobrecarga.

Esquemáticamente, un sistema operando en las condiciones de ARI tiene las características mostradas en la fig. 1.39 ; el aire de retorno desde el espacio acondicionado a una temperatura de 80°F, bulbo seco(BS.) y a una velocidad de 400 a 450 pies³/ min., por tonelada, pasa a través del filtro y luego a través del evaporador donde es enfriado y deshumidificado. El aire al salir del serpentín estará alrededor de los 58°F 60° F BS. . Así, pues, hay una reducción de temperaturas a través del serpentín de aproximadamente 20 a 22°F BS.

La proporción de enfriamiento sensible a enfriamiento total será de cerca de 0.75. La presión de succión con R-22 a la salida del serpentín será de cerca de 73 a 76 Lbs./pulg².

El aire acondicionado sale a 60° y asumiendo que absorbe una pequeña cantidad de calor en su recorrido por los ductos, llegará al espacio acondicionado a 62° o 65° BS. , la cual es una diferencia aceptable.

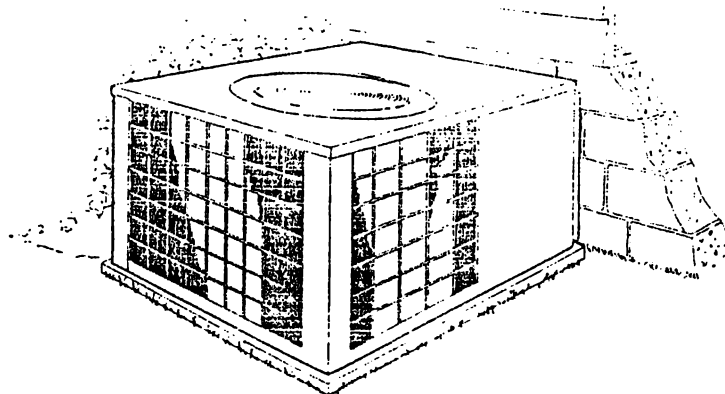


Fig.1.37

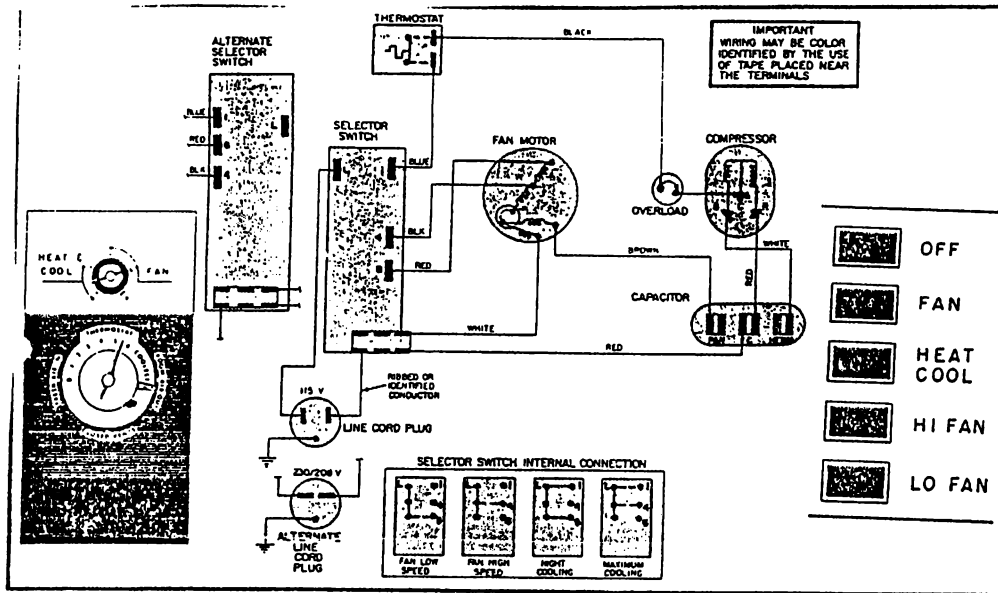


Fig.1.38

En el lado de alta de refrigerante, el aire exterior para condensación será introducido a 95° F al serpentín, el flujo de aire sobre el será nominalmente de 800 pies 3/min. por tonelada. La presión de descarga resultante en el compresor con R-22 estará en el rango de las 295 Lb/plg² manométricas. La temperatura promedio en el condensador será de 130° F con un subenfriamiento de 16° F aproximadamente para el refrigerante, ya en el estado líquido, lo que da una temperatura de salida de liquido, lo que da una temperatura de salida de liquido de 114° F del serpentín de condensación.

En instalaciones comerciales pequeñas la posibilidad de montar la unidad en techo con ductos cortos para suministro y retorno, permite que los costos sean mínimos y el mantenimiento muy sencillo. El instalador deber asegurarse de que el techo sea lo suficientemente fuerte para soportar el peso del equipo y de que exista un sello impermeable apropiado alrededor de los ductos. Para los equipos de mayor tamaño, es necesario disponer de los techos especialmente diseñados para soportar las unidades.

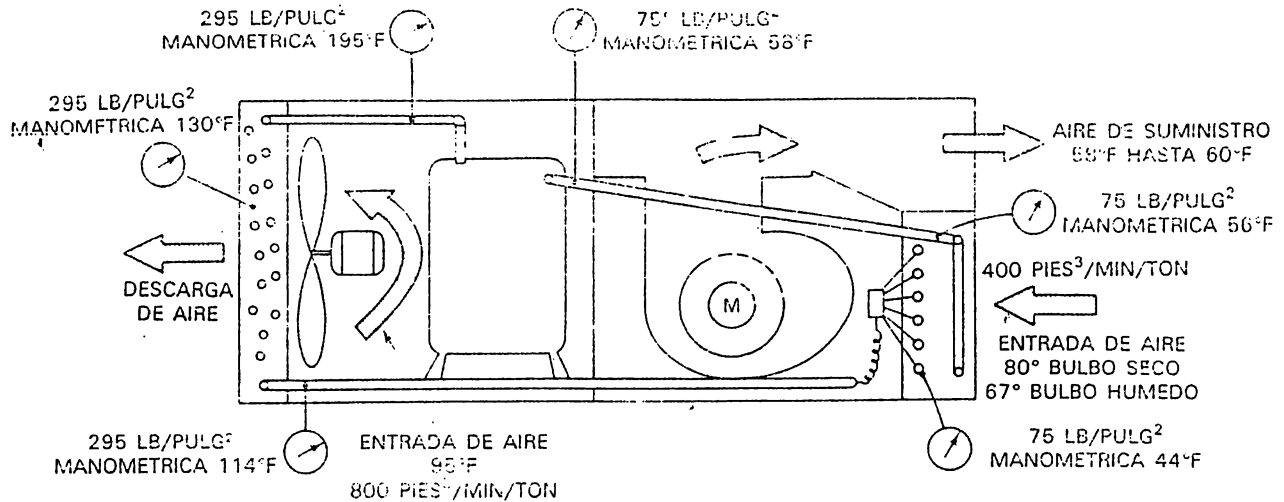


Fig.1.39

Otra alternativa en aplicaciones comerciales consiste en instalar la unidad a través de una pared exterior y proveer un simple plenum para la distribución del aire en la parte frontal del equipo. El aire acondicionado es descargado libremente al espacio a través de las rejillas superiores y retornado a través de las persianas en la parte inferior del equipo; el sistema de ductos queda así eliminado.

En las aplicaciones comerciales del aire acondicionado es muy común que las cargas de calor internas (debidas al alumbrado, personas, equipo con enfriamiento, etc.) hagan indispensable el enfriamiento, aun cuando la temperatura exterior sea de 35° F o menos. Esto presenta problemas para el ciclo de refrigeración estándar. A medida que la temperatura exterior cae, la presión de condensación también disminuye, hasta puede que no haya suficiente caída de presión en el dispositivo de expansión (tubo capilar o válvula de expansión) para alimentar el evaporador adecuadamente. El serpentín puede congelarse, lo que representa un grave peligro para el sistema y sobre todo para la operación de compresor. La solución esta en aumentar la presión de descarga. Varios métodos pueden ser usados. Donde se usa solamente un ventilador de condensación, su velocidad puede ser reducida por medio de controles de velocidad eléctricos y así el flujo del aire al

través del condensador puede también reducirse. La presión de descarga del compresor aumenta a medida que la cantidad de aire en el condensador es reducida. Los controles de estado sólido son comunes en estos casos.

Otro método popular para el control del sistema cuando la temperatura del ambiente exterior es muy baja consiste en el uso de dos o más ventiladores de condensación. Entonces el problema consiste solamente en sacar los Motores de los ventiladores uno a uno hasta obtener presiones adecuadas. Muchos equipos tiene múltiples ventiladores de condensación y pueden ser eficientemente operados hasta temperaturas exteriores de 0° F y menos. (nota: se asume que hay suficiente carga de calor interna para mantener los serpentines evaporadores por encima del congelamiento.)

Un tercer método para controlar la presión de descarga consiste en colocar dampers en el circuito de aire del condensador y así controlar el flujo de aire a través del serpentín. Este sistema esta también calibrado para mantener automáticamente una presión de descarga mínima.

1.4.2.3 UNIDADES PAQUETE ENFRIADAS POR AGUA

La unidad paquete vertical enfriada por agua fue una de las primera alternativas para la solución de problemas de acondicionamiento comerciales y la ofrecen todavía varios de los principales fabricantes. Las capacidades van desde las 3 hasta las 60 toneladas. Para el caso de la unidad instalada dentro del espacio acondicionado con simples rejillas de suministro y retorno, las capacidades varían desde 3 hasta 15 toneladas. Las unidades de mayor capacidad son generalmente instaladas fuera del espacio acondicionado con los ductos necesarios para la distribución del aire.

El concepto original de operación consiste en un circuito enfriado por agua, con el compresor y el evaporador de tubos aleteados. (nota: algunas unidades disponen también de espacio para la instalación de un serpentín combinado de vapor y agua caliente.) La parte superior contiene uno o varios ventiladores centrífugos, el motor y la transmisión. Algunas unidades ofrecen varios arreglos opcionales para la descarga, dependiendo de la aplicación y de los requerimientos del espacio.

El condensador enfriado por agua, puede ser conectado en serie con el agua del acueducto, siendo el flujo controlado por una válvula de agua, regulada automáticamente por la presión de descarga, o también puede ser conectado en paralelo con una torre economizadora. El aumento en temperatura y la caída de presión a través del condensador varían dependiendo del tipo de conexión. Cuando se utiliza el agua de la ciudad, esta puede venir del sistema de agua potable o también puede significar que el agua se está tomando de un pozo o de un lago. La válvula automática de agua está calibrada para regular la presión de descarga alrededor del punto apropiado.

1.4.2.4 UNIDAD PARA CUARTO DE COMPUTADORA

Otra forma del equipo de enfriamiento paquete sencillo es la llamada unidad para sala de computadoras, para ser usada con los sofisticados equipos EDP iniciales de Electronic Data Processing, proceso electrónico de datos; que requieren un control ambiental muy exacto. Su diseño se basa en el hecho de que las salas para computador tienen pisos elevados para acomodar debajo toda una cantidad de conexiones electrónicas entre las distintas partes del equipo. Este piso elevado forma un plenum natural que sirve para la distribución del aire de suministro, o como cámara de retorno dependiendo del diseño específico de aire acondicionado. La diferencia más obvia con otros tipos de equipo, ya que son de suma importancia para obtener el aire limpio y las humedades constantes que se requieren. El tamaño varía desde las 3 hasta las 15 toneladas. De los tamaños de 7 ½ toneladas en adelante, las unidades emplean generalmente compresores múltiples para disponer de una reducción de capacidad más alta y de un control más exacto.

Puesto que la contabilidad y la facilidad de servicio son mandatorios en estos equipos, para reducir al mínimo las paradas de los computadores EDP, estos sistemas de acondicionamiento son de alta calidad y fácil acceso. Luces piloto y alarmas permiten que los sistemas estén vigilados constantemente.

1.4.2.5 SISTEMA DIVIDIDO PARA ENFRIAMIENTO

El desarrollo de equipos de aire acondicionado divididos para aplicaciones residenciales y comerciales está ligado.

1.4.2.5.1 UNIDADES DE VENTILACIÓN Y SERPENTÍN

No todos los sistemas divididos residenciales son del tipo para adicionar a sistemas de calefacción ya instalados. Muchos equipos se instalan en casas nuevas. Muchos son solicitados para instalación en apartamentos y hoteles, donde la unidad interior es una de serpentín y ventilador en vez del antiguo equipo de calefacción con quemador. La figura 1.40 muestra un evaporador con ventilador diseñado para ser instalado en el cielo falso de ciertas áreas, como closets, corredores, baños, etc.; donde el aire retorna a través de una rejilla en el cielo falso y el aire acondicionado descargado a través de una rejilla dentro del recinto. Estos sistemas están diseñados básicamente para trabajar sin ductos. El mueble de la unidad no es necesario que sea completo, eliminando así peso y reduciendo costos.

Como se menciona anteriormente, es común referirse a un sistema de enfriamiento para luego advertir que puede también ser equipado para calefacción. Los evaporadores con ventilador para cielo falso puedan ser equipados con resistencias eléctricas para calefacción. La capacidad de enfriamiento de estos equipos esta en el rango de 12,000 a 30,000 BTU/h y se instalan usando acoples rápidos y líneas de refrigerante precargadas. Las líneas de drenaje del condensado deben ser manejadas con cuidado, ya que una Obstrucción puede causar una inundación que dañara el cielo falso. En algunos lugares se recomienda y se requiere seguridad.

Evaporadores con ventilador de mayor tamaño, para uso residencial y comercial están disponibles en tamaños desde 1 ½ hasta 7 ½ toneladas y viven con sus muebles completos. Estas son también comúnmente denominadas unidades manejadoras de aire. Los modelos de instalación horizontal se cuelgan en los sótanos o se instalan sobre una base en un cielo falso o ático. Los modelos verticales para descargar hacia arriba o hacia abajo son fácilmente adaptados para instalación en un closet.

Como se menciona anteriormente, estas unidades pueden ser equipadas también con resistencias eléctricas para calefacción durante el invierno. Los ventiladores centrífugos proveen una presión estática externa lo suficientemente amplia como para un sistema de distribución de aire completo; motores opcionales varias velocidades permiten variar aplicaciones comerciales pequeñas con ductos o con un plenum de suministro para una distribución del aire con descarga libre.

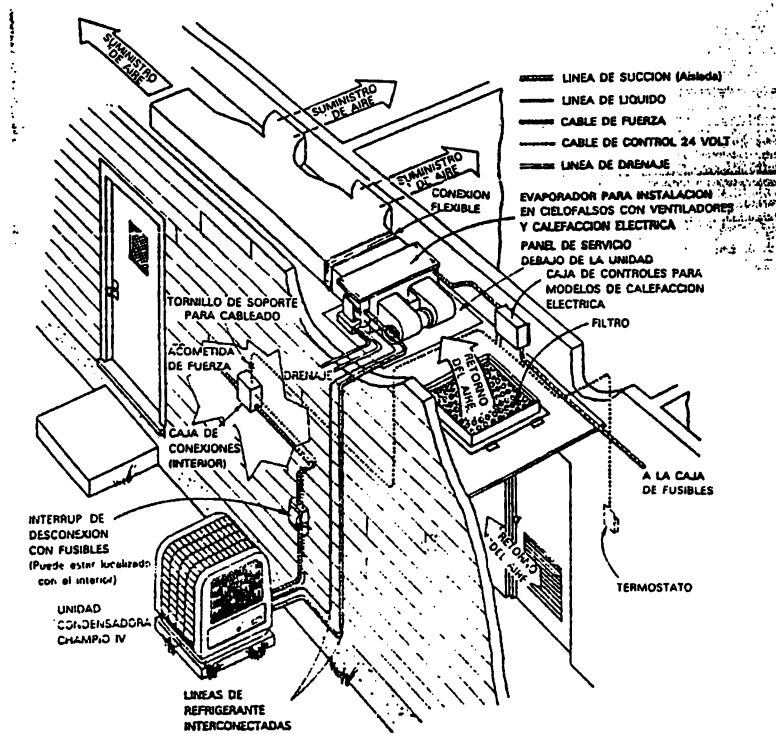


Fig1.40

1.4.2.6 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO DIVIDIDOS UNITARIOS

1.4.2.6.1 SISTEMAS COMERCIALES DIVIDIDOS

Hasta las 7 ½ toneladas de capacidad no hay una norma específica para clasificar los distintos equipos en residenciales y comerciales, puesto que hay una amplia gama de aplicaciones en ambos mercados que utilizan los mismos productos. Sin embargo, por encima de las 7 ½ toneladas, las aplicaciones pasan a ser esencialmente comerciales y el diseño de los productos incluye componente estándar diferentes.

La primera diferencia notable fuera del tamaño y de la capacidad esta en el uso de líneas de refrigerante soldadas y de válvulas de expansión en vez de tubos capilares. La reducción en capacidad y los métodos para operación a bajas temperaturas ambientales son más eficientes en virtud del uso de compresores y ventiladores de condensación múltiples. el diseño estructural pasa a ser un poco mas funcional y pesado con menos énfasis en la apariencia. Los compresores tienen todos características trifásicas.

Los sistemas comerciales divididos van desde 7 ½ toneladas hasta 100 toneladas y más, siendo el diseño de la unidad condensadora, en la mayoría de los casos, donde el aire se descarga

verticalmente después de entrar por los lados o por debajo. La descarga vertical tiene varias ventajas.

Primero, estas unidades mueven grandes volúmenes de aire y la mejor manera de evitar que la descarga sea obstaculizada o que genere turbulencia, es enviándola derecho hacia arriba.

Segundo, la posición horizontal de las aspas de los ventiladores es la menos afectada por el efecto del viento cuando la unidad esta apagada, ya que se trata de que no estén girando en sentido contrario en el momento del arranque.

El uso de ventiladores múltiples de acople directo es casi una practica universal en esta clase de equipos. No es necesaria la utilización de ductos cuando el equipo esta situado normalmente sobre un techo o a nivel del suelo en un espacio abierto. El control de la capacidad es necesario debido a que las cargas comerciales de aire acondicionado son muy poca constantes.

La reducción de capacidad se logra de varias maneras. Cuando se usan compresores múltiples, como en el caso de los equipos de mayor tonelaje, esto se logra simplemente programando los compresores por etapas o secuencias de modo que poco a poco vayan arrancando o parando para satisfacer la carga. Donde se usa solamente un compresor (y aun en el caso de compresores múltiples), este puede estar equipado con descargadores de cilindro para reducir la capacidad de compresión hasta un 25% o menos. En otras palabras, la másquina arranca casi descargada u los cilindros son desactivados a medida que la carga de calor así lo demande.. Además las arranque descargados reducen el consumo de corriente.

El conocimiento que el técnico de instalación y servicio tenga de las líneas de refrigerante en los sistemas comerciales divididos es importante. - La técnica de la soldadura que se necesita para tender una tubería de cobre duro será discutida posteriormente; sin embargo, estamos aquí interesados en el diseño del sistema sobre todo en lo concerniente en un retorno apropiado del aceite al compresor, la perdida de presión en las líneas de refrigerante y la velocidad de flujo de gas. La caída de presión en la línea de succión es más crítica que la caída en la línea de líquido, puesto que aquella significa una pérdida de capacidad en el sistema, puesto que obliga al compresor a trabajar con una baja presión de succión para mantener la temperatura deseada en el evaporador. La capacidad disminuye mientras la potencia generalmente aumenta. Mientras mayor sea el

diámetro de la línea de succión, menor será la caída de presión, pero un diámetro excesivo también tiene sus problemas. **Primera** la velocidad de flujo del gas puede no ser lo suficiente para que el aceite retorne al compresor y **segundo**, el costo de una tubería de mayor diámetro se torna en un factor económico crítico.

Por eso, la norma técnica y económica recomienda que las líneas de succión sean dimensionadas usando una caída de presión nominal correspondiente a 2°F o aproximadamente 3 Lb/pulg² para R-22. Las líneas de líquido tienen caídas de presión nominales correspondientes a 1°F o aproximadamente 2 Lb/pulg² para R-22.

El tamaño de las conexiones de las líneas de líquido y de succión provistas con el equipo, generalmente representan un compromiso entre las velocidades máximas y caídas de presión nominales en las velocidades máximas y mínima, con cargas máximas y mínimas y caídas de presión nominales en las tuberías y en las conexiones. Es imposible esperar que un solo tamaño de tubo pueda cubrir todas las condiciones; sin embargo, basándose en el volumen de arriba, los tamaños estándar de líneas deben quedar dentro de una elevación de la succión de 30 pies y la longitud de las líneas de succión y de líquido debe ser entre 50 y 75 pies. Sistemas diseñados con calores por encima de estos deben ser verificados calculando las pérdidas reales en las tuberías y en las conexiones. Ahora se explicará un procedimiento para hacer este tipo de cálculo.

Primero, determine la caída de presión total debido a tubos y conexiones. Esto se hace usando el método de longitudes equivalentes. Puesto que cada válvula, conexión y codo en una línea de refrigerante ofrece resistencia al libre flujo del gas, cada accesorio de estos también aumenta la caída de presión. Para evitar tener que calcular la caída de presión de cada uno de los accesorios, una longitud equivalente de tubo recto ha sido establecida para cada accesorio como se muestra en la figura 1.41.

Las tablas para determinar el tamaño de las tuberías están hechas sobre la base de la caída de presión por cada 100 pies de tubería recta. Esto permite considerar la línea en toda su extensión, incluyendo todos los accesorios como longitudes equivalentes de tubería recta y permite que la información de la tabla pueda ser usada directamente.

La mayoría de los fabricantes publican tablas con los diámetros de las líneas para varias longitudes de recorrido, incluyendo una cantidad promedio de accesorios y conexiones y sus recomendaciones dan generalmente buenos resultados ya que siempre dejan un margen de error; no exceda intencionalmente estos valores.

La posición de la unidad condensadora en relación con la unidad manejadora determina el sitio donde deben instalarse las trampas necesarias en la línea de succión. En la figura 1.42 la unidad condensadora esta por encima del evaporador. En el elevador de succión, el aceite es transportado hacia arriba por el refrigerante en estado gaseoso. Una velocidad mínima del gas es necesaria para impulsar el aceite. El colector o trampa en la parte baja del elevador permite que el refrigerante líquido salga rápidamente del evaporador cuando no hay evaporación completa.

Cuando la capacidad del sistema es variable, gracias a los controles de capacidad en el compresor o a algún otro método similar, un elevador corto será generalmente instalado de un diámetro menor que el resto de la línea de succión para garantizar el retorno del aceite a lo largo del elevador. Alguno fabricantes también recomiendan una trampa en el elevador vertical aproximadamente a 20 pies y una trampa adicional cada 10 pies de allí en adelante.

Cuando la capacidad del sistema varia dentro de un amplio rango, puede que no sea posible encontrar un diámetro de tubería adecuado para la instalación de un solo elevador que asegure el retorno del aceite, bajo condiciones de mínima carga y que tenga sin embargo una caída de presión razonable durante los períodos de máxima carga.

El soporte de las líneas de refrigerante es importante no sólo desde el punto de vista del sostenimiento del peso sino también de la eliminación de la vibración y la minimización del ruido. La fig. 1.43 ilustra un método típico de colgar una tubería. Los soportes deben proveer aislamiento entre ellos mismos y la tubería para absorber la vibración, pero no deben quedar demasiado ajustados como para dañar el aislamiento.

El aislamiento térmico de las líneas de succión es indispensable para evitar que la tubería condense y para evitar que haya transferencia de calor. El espesor del aislamiento dependerá del tipo de aplicación y estar sujeto a las recomendaciones específicas del fabricante. El espesor correcto debe subir la temperatura de la superficie expuesta a la intemperie el aislamiento debe también tener una barrera de vapor adecuada. Algunos aislamientos, gracias al material de que están hechos, tienen de por sí una barrera de vapor y no necesitan de nada más.

Los evaporadores están siempre equipados con una conexión para la línea de condensado y la línea que se instale para el drenaje del condensado debe ser el mismo diámetro y sin reducciones. Una trampa similar a la mostrada en la fig. 1.44 debe ser instalada cerca a la unidad para formar una barrera contra el aire. De otro modo la presión negativa creada por el ventilador que esté seccionando el aire de retorno a través del serpentín, puede obstaculizar el drenaje del condensado. Las líneas de drenaje pueden ser protegidas de la congelación: ellas deben llevar el condensado hasta un sifón abierto y nunca deben descargar dentro de la tubería sanitaria con una conexión cerrada puesto que puede absorber gases de la alcantarilla que van a parar a la unidad manejadora en el caso de que el agua en la trampa se seque durante el tiempo de invierno.

≡ Longitud equivalente en pie de tubería facta para varios tipos de válvulas y accesorios.

Tamaño de la línea DE pulg	Válvula de globo	Válvula de ángulo	Codo de 90°	Codo de 45°	Te en línea	Te en ramal
½	9	5	0.9	0.4	0.6	2.0
¾	12	6	1.0	0.5	0.8	2.5
1	15	8	1.5	0.7	1.0	3.5
1¼	22	12	1.8	0.9	1.5	4.5
1½	28	15	2.4	1.2	1.3	6.0
1¾	35	17	2.8	1.4	2.0	7.0
2¼	45	22	3.9	1.8	3.0	10.0
2½	51	26	4.6	2.2	3.5	12.0
3¼	65	34	5.5	2.7	4.5	15.0
3½	80	40	6.5	3.0	5.0	17.0

Fig. 1.41

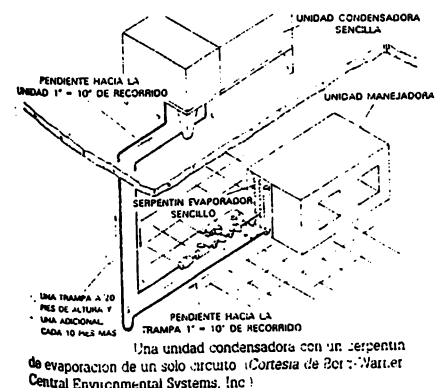


Fig. 1.42

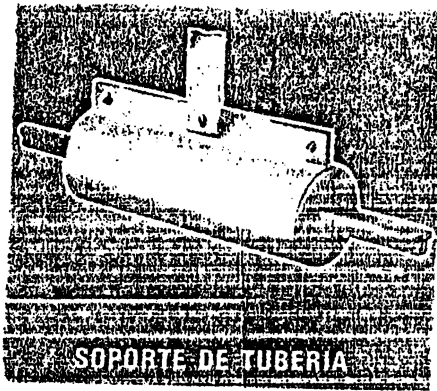


Fig. 1.43

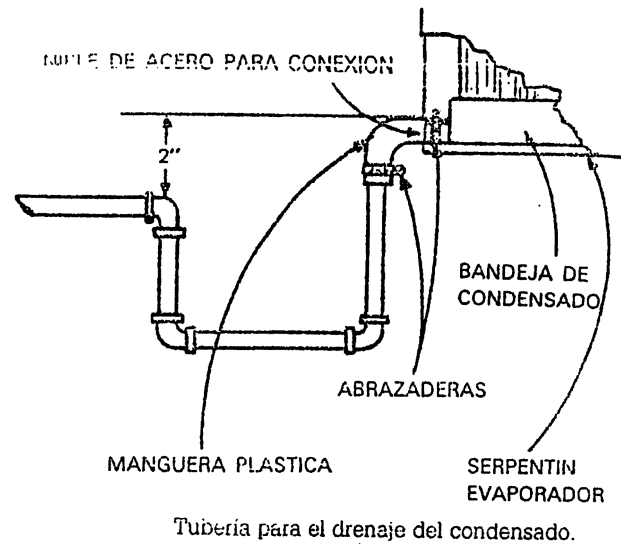


Fig. 1.44

1.5. LOS REFRIGERANTES EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.

1.5.1 Refrigerantes que se emplearon anteriormente

En años anteriores cuando la refrigeración mecánica estaba limitada a unas pocas aplicaciones de gran tamaño los únicos refrigerantes prácticamente disponibles eran el amoníaco y el dióxido de carbono. Después con el desarrollo de las unidades automáticas pequeñas para el uso comercial y doméstico, se empezaron a usar refrigerantes tales como el dióxido de azufre y el cloruro de metileno el cual fue desarrollado para el uso de compresores centrífugos. El cloruro de metileno y el dióxido de carbono, debido a sus propiedades de seguridad, fueron muy usados en instalaciones grandes de aire acondicionado.

Con excepción del amoníaco, todos estos refrigerantes han dejado de usarse y se les encuentra sólo en algunas de las antiguas instalaciones, estos refrigerantes han sido reemplazados por los refrigerantes fluorocarburos que son más adecuados, mismos que fueron desarrollados en los siguientes años. En la actualidad los refrigerantes fluorocarburo son los más usados. Nuevamente la

única excepción es el amoníaco que debido a sus excelentes propiedades térmicas, continúa usándose en instalaciones tales como fábricas de hielo, patinadores, etc.

1.5.2 Desarrollo de los fluorocarburos

La búsqueda de un refrigerante completamente seguro, como buenas propiedades térmicas, condujo al desarrollo de los refrigerantes fluorocarburos en la última parte de los años 20 de este siglo.

Los fluorocarburos (hidrocarburos fluoronados), son una familia de compuestos conocidos como halocarburos (hidrocarburo halogenados). La familia de compuestos halocarburos son sintetizados reemplazando uno o más de los átomos de hidrógeno en moléculas de metano (CH_4) o de etano (C_2H_6), los cuales ambos son hidrocarburos puros con átomos de cloro, flúor y/o bromo, siendo el último grupo de la familia de los halógenos. Los halocarburo desarrollado a partir de la molécula metano son conocidos como " halocarburo de la serie del metano " así mismo aquellos desarrollado de la molécula de etano son referidos como " halocarburo de la serie del etano ".

La figura 1.45 muestra la composición de los halocarburo de la serie del metano. Obsérvese que la molécula metano básica consiste de un átomo de carbón (C), y cuatro átomos de hidrógeno (H). Si progresivamente son reemplazados los átomos de hidrógeno por átomos de cloro (Cl) los compuestos resultantes son cloruro de metilo (CH_3Cl), cloruro de metileno (CH_2Cl_2), cloroformo (CHCl_3), u carbón tetracoloruro (CCl_4), respectivamente. Siendo los dos últimos las moléculas base para la serie más popular de los fluorocarburo del metano.

Si ahora los átomos de cloro en la molécula carbonotetracoloruro son reemplazados progresivamente con átomos de flúor, los compuestos resultantes son tricloromonofluorometano (CCl_3F), diclorodifluorometano (CCl_2F_2) y carbonotetrafluoruro (CF_4), respectivamente. En ese mismo orden, la ASRAHE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) designa números estándar de refrigerante a estos compuestos como los refrigerantes 11, 12 y 14, el último dígito de cada número indica el número de átomo de fluoruro en la molécula.

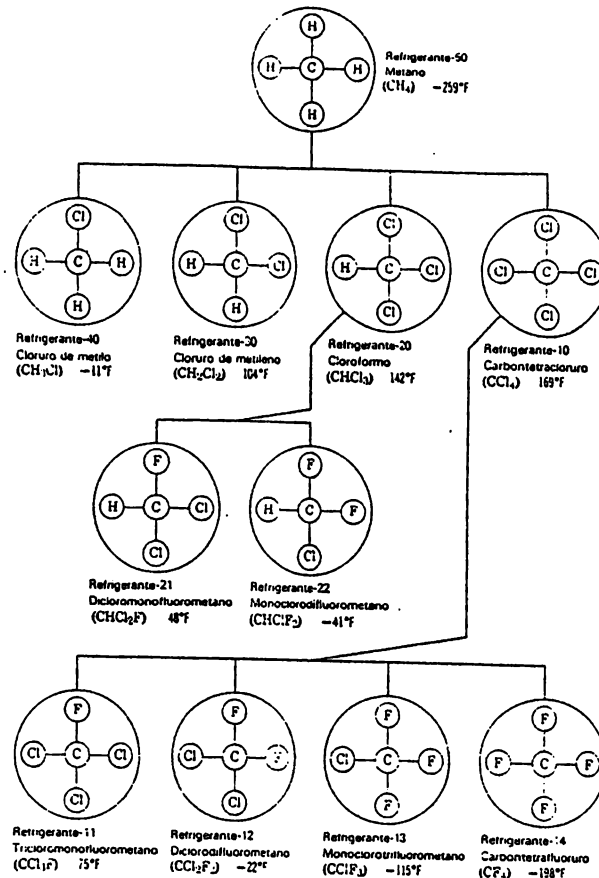


Fig.1.45

La estructura molecular de los refrigerantes 21 y 22, los cuales son también fluorocarburos de la serie del metano, está mostrada en la figura 1.45. Nótese la presencia del átomo de hidrógeno en cada uno de los componentes, es una indicación de que estos son derivados de la molécula cloroformo y no de la molécula carbontetracloruro.

La fig 1.46 muestra la estructura molecular de los refrigerantes 113 y 114, los dos únicos fluorocarburos de la serie del etano los cuales son muy usados. La presencia de los dos átomos de carbono identifica la molécula base como etano en vez de metano, la cual sólo tiene un átomo de carbón.

Cada uno de los productores de Refrigerantes adoptan un nombre diferente para la identificación de los mismos, aunque siempre respeten los códigos designado por la ASHRAE, así por ejemplo podemos encontrar FREON, como GENETRON etc.

Las características de éstos y otros refrigerantes serán analizados a continuación.

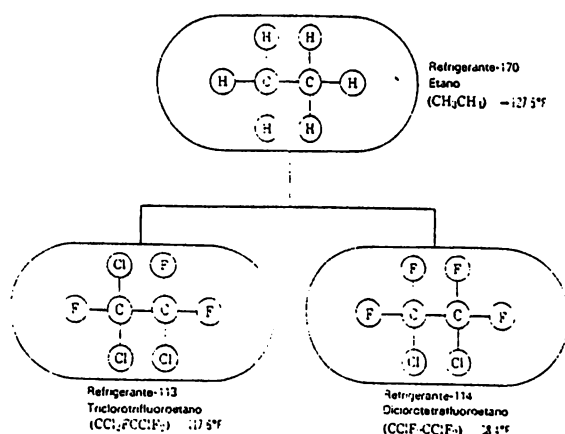


Fig. 1.46

1.5.3 Nomenclatura de los frigorígenos.

Las cifras de los frigorígenos proporcionan la información necesaria para deducir la estructura química. El primer dígito (empezando por la derecha) da información sobre el número de átomos de flúor, el segundo sobre los átomos de hidrógeno y el tercero sobre el número de átomos de carbono. Las valencias libres se completan con átomos de cloro. Sumando 90 a dicho número podemos encontrar más directamente el número de átomos de C, H y F. La organización Internacional por la Normalización ha elaborado una convención para describir la estructura de los frigorígenos(incluyendo los CFC, HCFC, HFC, mezclas y otras sustancias) a base de utilizar la R o Refrigerante, seguida de tres dos o tres o cuatro números. La terminología de este documento sigue el formato mas común, si bien no standard, usado por los comités sobre las Opciones Técnicas del PNUMA (Naciones Unidas Para el Medio Ambiente) (CFC-114 por ejemplo) con el fin de asegurar la constancia de la terminología entre los comités.

1.5.4 Características importantes de los refrigerantes

1.5.4.1 Estabilidad térmica

En general, los compuestos del FREON son considerablemente estables a diferencia de los demás compuestos orgánicos. Aunque exista una relación estructural, cada miembro de la serie FREON posee una estructura química diferente al igual que distinto grado de estabilidad. Los átomos de flúor en la molécula son los responsables de la estabilidad de estos compuestos y como regla general, se puede afirmar que cuanto mayor sea la proporción de flúor , tanto mayor será la estabilidad.

La estabilidad de un compuesto orgánico está directamente relacionado con las condiciones a las que el mismo es sometido. Se pueden observar variaciones considerables dependiendo de la naturaleza de los metales , elastómeros ,plásticos, aceites y otros materiales que pudieran estar presentes. No es posible definir la estabilidad de los compuesto FREON de un modo preciso que abarque todas las aplicaciones posibles, ya que la presencia de otros materiales como el tiempo y el tipo de exposición producen efecto definido. En la tabla T-1.2 se incluyen algunos datos de estabilidad térmica.

En la tercera columna se indican las temperaturas máximas aproximadas que se recomiendan en el caso de una exposición continua en presencia de aceite mineral, acero y cobre. Esta condición es representativa de un sistema de refrigeración diseñado para operar por varios años. Aunque las temperaturas recomendadas corresponden a pruebas de laboratorio, la experiencia en la práctica ha avalado estos resultados en forma sustancial.

En la cuarta columna se indican algunas velocidades de descomposición mayores observadas al comienzo de la exposición en la tabla T-1.3 se indican las temperaturas de descomposición en tubos de platino.

Aparentemente, la presencia de un átomo de hidrogeno en la molécula del FREON 22 en sustitución de uno de los átomos de cloro del FREON 12, aumenta la estabilidad de la molécula hasta que se alcance una temperatura suficiente para la formación de ácido clorhídrico (HCl)

Para una explicación particular , la estabilidad térmica de los compuestos del FREON, estará por lo general entre los extremos indicados en las tablas T-1.2 y T-1.3.

TABLA T-1.2 Estabilidad térmica de los compuestos FREON

COMPUESTO	FORMULA	Temperatura máxima para exposición continua en presencia de aceite mineral, acero y cobre, °C.	Velocidad de descomposición a 205°C en acero, %/año
FREON 11	CCL ₃ F	110	2
FREON 113	CCL ₃ F - CCLF ₂	110	6
FREON 12	CCL ₂ F ₂	120	>1
FREON 114	CCLF ₂ -CCLF ₂	120	1
FREON 22	CHCLF ₂	150	*
FREON 502	†	150	*
FREON 13	CCLF ₃	<150	*

CHCLF₂/CCLF₂CF₃ * 48.8/51.2 % EN PESO

NO MEDIDA.

T-1.3 Temperatura de descomposición de los compuestos fluorocarbonados

Compuesto fluorocarbonado	Descomposición ensayo de laboratorio °C	Temperatura * 1%/año †
FREON 11	590	>300
FREON 12	760	>480
FREON 13	840	>535
FREON 22	425	250
FREON 114	590	375
FREON 115	625	390

1.5.4.2. Efectos por los compuestos FREON

A continuación se resumen los efectos causados por los compuestos FREON en varios tipos de materiales plásticos. Sin embargo, se debe realizar un ensayo de compatibilidad para casos específicos. La resistencia del plástico al compuesto del FREON puede ser alterada por factores tales como: el peso molecular y las diferencias estructurales del polímero, la presencia de plastificantes, la temperatura, etc.

TEFLON Resina fluorocarbonada. No se observa hinchamiento por inmersión en compuestos FREON en fase líquida; se observa cierto grado de difusión con FREON 11 y FREON 22.

Polímero del clorotrifluoroetileno. Se observa un ligero hinchamiento, pero en general es apto para utilizar con compuestos FREON.

Alcohol polivinílico. Los compuestos FREON no afectan a este material que es muy sensible al agua. Se utiliza especialmente en tuberías con cubierta protectora.

Compuestos vinílicos. La resistencia a los compuestos FREON varía considerablemente dependiendo del tipo de polímero vinílico y del plastificante. Se deben realizar ensayos previos.

ORLON fibra acrílica. En general es compatible con los compuestos FREON.

Nylon. En general es compatible con los compuestos FREON, aunque tiende a tornarse frágil a altas temperaturas en presencia de aire o agua. La presencia de agua o alcohol es perjudicial de acuerdo a ensayos realizados con FREON 11 y FREON 22 a una temperatura de 121 °C. Se deben realizar los ensayos correspondientes.

Polietileno. Puede ser adecuado para algunas aplicaciones a temperatura ambiente, pero debe ser minuciosamente ensayado ya que se han obtenido resultados muy dispares con diferentes muestras.

LUCITE - resina acrílica(polímeros de metacrilato) Esta resina es disuelta por el FREON 22. En general es compatible con el FREON 12 y el FREON 114, aunque puede agrietarse perdiendo su brillo por contacto prolongado. Su compatibilidad con FREON 113 puede ser dudosa y puede ser probable que su uso con FREON 11 no sea conveniente. La resina acrílica LUCITE fundida es mucho más resistente a los efectos de los solventes que la resina extruida; es probable que pueda emplearse con la mayoría de los compuestos FREON.

Poliestireno. En general no es compatible con los compuestos FREON aunque se han obtenido resultados considerablemente variados con muestras individuales. Puede ser apto para algunas aplicaciones con FREON 114.

Resinas Fenólicas En general estas resinas no son afectadas por los compuestos FREON. Sin embargo, la composición de este tipo de resina puede ser muy diferente, por lo que se debe realizar ensayos previos.

Resinas epoxi. Son resistentes a la mayoría de los solventes y son absolutamente compatibles con los compuestos FREON, a menos que contengan un alto porcentaje de plastificantes.

Nitrato o acetato de celulosa. Son compatibles con los compuestos FREON.

DELRIN. resina acetálica. Es compatible con los compuestos FREON en la mayoría de las condiciones.

1.5.4.3 PROBLEMAS CAUSADOS POR LOS CFCs.

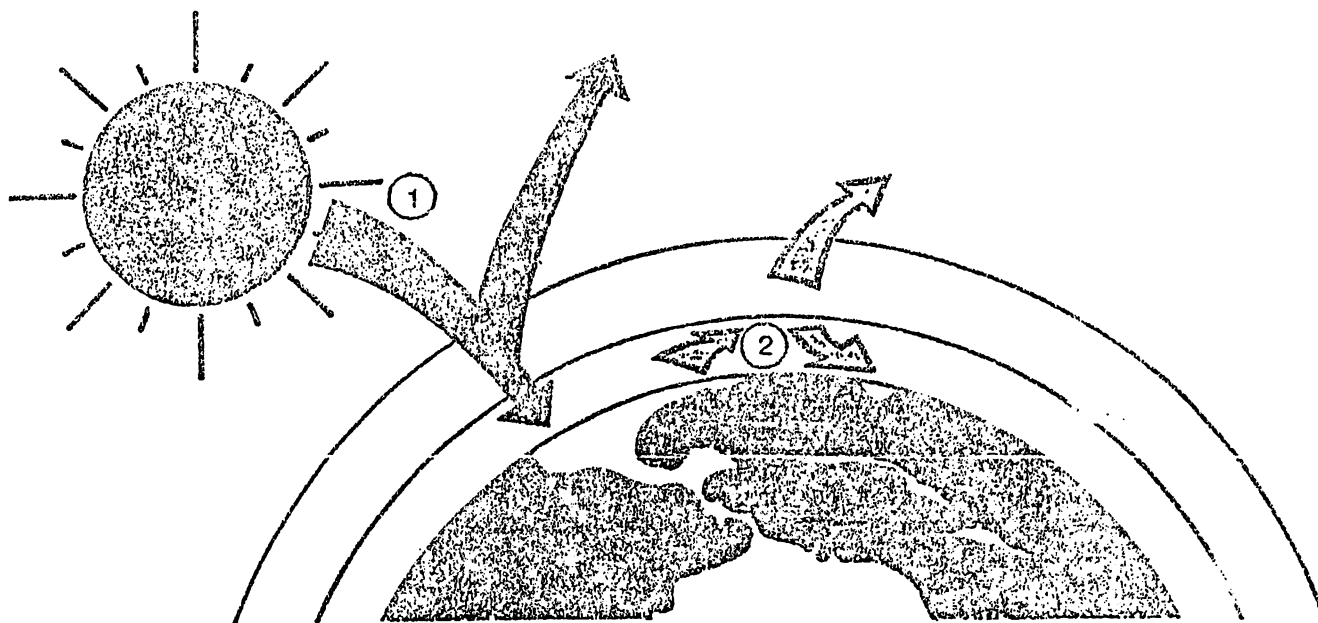
1.5.4.3.1 REQUERIMIENTOS

En los últimos años, el uso de varios productos sintéticos ampliamente distribuidos, ha sido afectado por un nuevo requerimiento denominado, "protección del medio ambiente". Las industrias que producen, emplean, o consumen estos productos deben considerar su uso y posterior eliminación; este es el caso para los productos CFCs (clorofluorocarbonos) y los HCFCs (Hidroclorofluorocarbonos) los cuales producen una reacción en la capa de ozono y contribuyen al efecto de invernadero.

Aunque exista aun gran debate sobre el fenómeno químico atmosférico, que no esta totalmente entendido, y acerca de sus consecuencias; es útil resumir las razones y motivos por los cuales se tomó la decisión de eliminar los compuestos CFCs y HCFCs, y, consecuentemente, su recuperación y almacenaje.

1.5.4.3.1.1 El efecto Invernadero

- * La radiación de onda corta llega parcialmente a la superficie de la tierra y la calienta.
- * La tierra devuelve la radiación de onda larga (radiación infrarroja de calor) que está reflejada parcialmente por CO₂ y otros gases. (Ver fig. 1.47).



- 1.- La radiación de onda corta llega parcialmente a la superficie de la tierra y la calienta.
- 2.- La tierra devuelve la radiación de onda larga (radiación infrarroja o de calor) que está reflejada parcialmente por CO₂ y otros gases.

Fig.1.47

Este reflejo causa un calentamiento en la atmósfera de nuestro planeta, aumentando así la temperaturas ambientales (sin este efecto la tripera sería demasiado fría para los seres humanos). Por emisiones industriales, vehiculares y agrícolas, por ejemplo: quemas), se aumenta la cantidad de CO₂ en la atmósfera por lo cual la temperatura tiende a aumentar más y no quedarse estable. Otros gases por ejemplo los Clorofluorocarbonos son los que han contribuido grandemente en el aumento de la temperatura del planeta, pero el CO₂ constituye el gas más importante para este efecto.

Los efectos del calentamiento atmosférico son la expansión de los desiertos, el derretimiento del hielo polar, el aumento del nivel del mar (por expansión térmica y por el derretimiento del hielo polar), catástrofes climatológicas, esteras biológico y posiblemente otros efectos desconocidos hasta el momento con sus correspondientes impactos sobre el bienestar humano y la economía mundial.

1.5.5 Manejo seguro de los refrigerantes FREON

Los refrigerantes FREON se han estado utilizando por mas de 50 años. Fueron presentados al mercado para reemplazar a los refrigerantes anteriores que eran inflamables, sumamente tóxicos o ambos a la vez. Todos los refrigerantes FREON poseen las siguientes características:

- no inflamables y no explosivos

- de muy baja toxicidad
- no corrosivos en condiciones normales.

(existen otros productos fluorocarbonados que no poseen estas propiedades . Por ejemplo el CFC-152a es inflamable, tales productos no son designados como refrigerantes FREON).

Estas propiedades corresponden a los refrigerantes FREON en condiciones de uso normales y correctas. Es necesario conocer las propiedades de los refrigerantes FREON y tener en cuenta las precauciones mencionadas a continuación.

1.5.5.1 Presión.

Todos los refrigerantes FREON a excepción del FREON 11 y el FREON 113, son transportados bajo presión en la forma de gases licuados. Se emplean cilindros y otros envases de resistencia adecuada que cumplan con las normas referentes a recipientes presurizados.

La presión de los refrigerantes FREON a una temperatura de 25 °C varia desde 0.45 bar(FREON 113) hasta 147 bar (FREON 14). El equipo de refrigeración debe ser lo suficiente resistente a la presión correspondiente del refrigerante empleado. Tanto el FREON 11 como el 113 son líquidos a temperaturas ambientes y son transportados en tambores de laminado de metal.

1.5.5.2 Olor muy suave.

Los refrigerantes FREON poseen un ligero olor etéreo que solo puede percibirse cuando la concentración del producto en el aire que se respira es relativamente alto.

1.5.5.3 Vapor más denso que el aire.

El vapor de los refrigerantes FREON es hasta siete veces mas denso que el aire. Por lo tanto, tenderá a acumularse en las zonas bajas en forma muy similar a un liquido. El vapor desplazará al aire si esta presente en cantidades muy elevadas

1.5.5.4 El vapor de los refrigerantes FREON se descompone.

Por contacto con llamas o superficies metálicas muy calientes. Los productos de descomposición tóxicas y su presencia puede ser detectada por tratarse de vapores ácidos irritantes sumamente picantes. Es casi imposible permanecer voluntariamente en un recinto que contenga unas pocas partes por millón (ppm) de estos productos de descomposición.

1.5.5.5 Concentración máxima permisible.

La A.C.G.I.H Conferencia de Especialistas Gubernamentales en Higiene Industrial de los EE.UU., ha recomendado valores de concentración máxima permisible para varios productos

químicos industriales. La concentración máxima permisible ponderada en el tiempo(CMP) corresponde a la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas en una semana laborable de 40 horas, a la cual pueden estar expuestos los trabajadores repentinamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos. Para la mayoría de productos químicos estudiados, incluyendo a los compuestos FREON, se permite una exposición parcial por encima del valor de concentración máxima permisible (CMP) siempre que la misma sea compensada por otra exposición equivalente en sentido inverso por debajo del valor CMP durante el resto de la jornada; esto se define como límite de exposición por cortos periodos de tiempo(CMP-CPT). Para otros casos se debe definir la concentración máxima permisible, valor techo(CMP-C) que corresponde a la concentración que no debe sobrepasar en ningún momento. El máximo valor de CMP asignado a una sustancia química (a excepción del dióxido de carbono) es de 1.000 ppm en volumen. En general los valores de CMP de la ACGIH son aceptados por otros organismos nacionales, pudiendo existir excepciones en casos específicos.

Se han fijado 1000 ppm para los siguientes compuestos FREON:

FREON 11 FREON 12 FREON 22

FREON 113 FREON 114 FREON 13B1

FREON 115 FREON 502 (esta compuesto en su totalidad por FREON 22 y FREON 115).

1.5.5.6 PRECAUCIONES.

1.5.5.6.1 Evitar concentraciones excesivas de vapores de compuestos de FREON. Estos vapores son muy densos que el aire se pueden acumular en zonas bajas. Los lugares de trabajo deber contar con ventilación adecuada. Si es necesario la descarga de sustancias importantes de vapores de FREON, la misma se debe realizar hacia el exterior.

Se debe respetar la concentración máxima permisible de 1000 ppm.

Por ninguna razón se debe inhalar vapor concentrado de FREON o tragar refrigerante FREON liquido.

1.5.5.6.2 Mantener alejado de llamas y superficies metálicas calientes. El vapor de FREON puede descomponerse a altas temperaturas generando productos tóxicos. Estos productos de descomposición son fácilmente detectables por tratarse de vapores ácidos irritantes. Si esto ocurriese, evacuar y ventilar intensamente el área. Se debe evitar realizar soldaduras en presencia de vapores de refrigerantes FREON y no debe colocarse calentadores eléctricos o a gas en sitios

donde estos vapores pudieran estar presentes. Tampoco es aconsejable fumar bajo estas condiciones.

Se deberá utilizar equipos respiratorios que abarquen toda la cara y con provisión de aire independiente, cuando sea necesario ingresar a una área que contenga una alta concentración de vapores de refrigerante o de productos de descomposición de refrigerantes FREON. No se recomiendan las máscaras filtrantes.

1.5.5.6.3 Proteger manos y piel del contacto con refrigerantes FREON líquidos ya que los mismos pueden causar congelamiento. Tanto el FREON 11 como el FREON 113 no causan congelamiento pero eliminan las grasas naturales de la piel, aumentando los riesgos de infección. Se deben utilizar guantes para el manejo de los refrigerantes FREON.

1.5.5.6.4 Proteger los ojos de proyecciones de refrigerantes FREON líquido. Emplear protección ocular.

1.5.5.6.5 No sobrecalentar los cilindros .Los cilindros pueden ser calentados para facilitar la transferencia de refrigerante, pero nunca por encima de los 50 °C. En algunos países se especifican temperaturas menores. Utilizar un recipiente con agua caliente, una manta eléctrica, o un recinto calefaccionado(en todos los casos con termostato de control incorporado), pero nunca un soplete. Un calentamiento localizado puede debilitar al cilindro haciendo que este deje de ser seguro para la presión normal. Un sobrecalentamiento puede causar que el cilindro se llene de líquido por completo y que el aumento de presión hidráulica sea suficiente como para provocar la ruptura del mismo.

1.5.5.6.6 no sobrellenar los cilindros Cuando un cilindro esta lleno de refrigerante líquido, la presión aumenta muy rápidamente ante un leve aumento de temperatura. Bajo estas condiciones el cilindro puede explotar.

1.5.5.6.7 Evitar causar daños a los cilindros. No se los debe dejar caer ni tampoco utilizar como soportes. no intentar reparar un cilindro o una válvula que estén , o que aparezcan estar dañados.

Esta tarea debe ser realizada por un especialista. Efectuar la devolución al distribuidor de refrigerantes FREON correspondiente.

1.5.5.6.8 El aceite de un equipo de refrigeración debe ser manejado con cuidado ya que debe contener productos ácidos, especialmente luego de producido el quemado del motor del sistema. Utilizar ropa protectora y protección ocular.

1.5.5.6.9. **purgar las cañerías con nitrógeno seco** cuando sea necesario soldar alguna parte del sistema de refrigeración.

1.5.5.6.10 **Reducir la presión.** antes de soldar cualquier equipo o componente. En general, los equipos y componentes tales como compresores e intercambiadores de calor, están presurizados a una presión mucho mayor a la de funcionamiento, para la verificación de fugas. Si se procede a soldar el componente estando aún bajo presión, el incremento de temperatura puede producir un aumento de presión suficiente como para causar la ruptura del mismo.

1.5.5.6.11 **Nunca se debe utilizar oxígeno** para limpiar la cañería o cualquier otra parte del sistema. El oxígeno formar mezcla explosivas con el aceite presente en el sistema de refrigeración.

1.5.6. Características físicas y aplicaciones de los refrigerantes.

La familia de los refrigerantes FREON constituyen uno de los principales factores responsables del formidable crecimiento del aire acondicionado y la refrigeración. Las propiedades de estos refrigerantes han permitido su uso en condiciones bajo las cuales seria peligroso el empleo de materiales mas inflamables o tóxicos. Existe un tipo de refrigerante FREON para cada aplicación, desde un aire acondicionado para el hogar y la industria hasta equipos de refrigeración especiales de bajas temperaturas. En muchos casos, se puede utilizar un miembro de la familia FREON para una serie de aplicaciones diferentes. A continuación resumimos el campo de aplicación de los diferentes refrigerantes FREON

1.5.6.1 R- 11

Triclorofluorometano CCL_3F .

Punto de ebullición $+23.8^\circ\text{C}$.

Se utiliza como refrigerante en compresores centrífugos, en sistemas de aire acondicionado para industrias y edificios grandes, y para el enfriamiento de agua o salmuera, especialmente para controlar temperatura de proceso en la industria. Cuando se le utiliza con salmueras, se llegan a alcanzar temperaturas de hasta -100°C . Tambien se lo utiliza como solvente para la limpieza o desangrado de un sistema de refrigeración.

1.5.6.2 R- 12

Diclorodifluorometano CCL_2F_2 .

Punto de ebullición -29.8°C .

Es el refrigerante de mayor uso en los artefactos domésticos; se utiliza también en unidades de refrigeración comerciales e industriales. Por ejemplo, vitrinas para exhibición de lácteos, aparatos para preparar hielo, surtidores de agua, depósito para el almacenamiento de alimentos a temperaturas superiores a los -15°C , camiones, vagones o contenedores refrigerados. Se emplea en sistemas de aire acondicionado, especialmente para automóviles y autobuses. También en bombas de calor, particularmente para calentar agua hasta 60°C y, más recientemente, hasta 80°C . Se utiliza en todo tipo de compresores: herméticos y abiertos, a pistón, rotativos, centrífugos y de tornillo.

1.5.6.3 R- 13

Clorotrifluorometano CCLF_3

Punto de ebullición -81.4°C .

Para temperaturas de hasta -80°C en instalaciones de cascada que utilizan FREON 22 o 502 en la primera etapa.

1.5.6.4 R-13B1

Bromotrifluorometano CBrF_3

Punto de ebullición -57.8°C .

Se emplea principalmente para temperaturas comprendidas entre los -45° y los -60°C en compresores a pistón de etapas múltiples y en compresores centrífugos especiales. Elimina la necesidad de sistemas de cascada para temperaturas por encima de -60°C . Disponible ahora como una nueva mezcla refrigerante para bombas de calor : FREON 13B1/152a.

1.5.6.5 R-14

Tetrafluorometano CF_4

Punto de ebullición -128°C

Posee un punto de ebullición más bajo de todos los refrigerantes fluorocarbonados. Se utiliza para lograr temperaturas de hasta -125°C con FREON 22 o 502 en la primera etapa y FREON 13 o 502 en la segunda etapa.

1.5.6.6 R- 22

Clorodifluorometano CHCL F_2

Punto de ebullición -40.8°C .

Se emplea en sistemas de aire acondicionado domésticos, comerciales e industriales, y en sistemas de refrigeración comercial e industrial incluyendo : cámaras de conservación e instalación para el procesado de alimentos: refrigeración y aire acondicionado a bordo de embarcaciones; bombas de calor para calentar aire y agua, siendo cada vez mas empleado para este ultimo propósito. Permite emplear equipos mas pequeños que el FREON 12. Se utiliza en compresores a pistón, centrífugos y de tornillo.

1.5.6.7 R-113

Triclorotrifluorometano $\text{CCL}_2\text{F} - \text{CCLF}_2$.

Punto de ebullición + 47.6°C.

Se utiliza como refrigerante para el enfriado de agua o salmueras en usos industriales y comerciales. Se emplea en compresores centrífugos. Sirve también como solvente de limpieza.

1.5.6.8 R-114

Diclorotetrafluorometano $\text{CCLF}_2 - \text{CCLF}_2$.

Punto de ebullición +3.6°C.

Se utiliza en instalaciones industriales de aire acondicionado o para controlar la temperatura de servicio. Se emplea en compresores centrífugos de etapas múltiples, y en instalaciones de aire acondicionado para aviones; también en bombas de calor y en instalaciones industriales de recuperación de calor a temperaturas de condensación de hasta 130°C.

1.5.6.9 R- 500

Mezcla azeotrópica de FREON 12 y 152a ($\text{CCL}_2\text{F}_2 - \text{CH}_3\text{CHF}_2$).

Punto de ebullición -33.5°C

Se desarrollo originalmente para artefactos de refrigeración e instalaciones de aire acondicionado diseñados para 60 Hz pero utilizados a 50 Hz. En comparación con el FREON 12, la capacidad del compresor aumenta entre un 10 a un 15%. Se utiliza cada vez mas en aplicaciones industriales de gran envergadura.

1.5.6.10 R- 502

Mezcla azeotrópica de 48.8% en peso de FREON 22 y 41.2% en peso de FREON 115 ($\text{CHCLF}_2 / \text{CCLF}_2\text{CF}_3$)

Punto de ebullición -88.7°C

Es el refrigerante de mayor uso en vitrinas para exhibir alimentos congelados; también se utiliza en cámaras congeladoras y en depósito a temperaturas cercanas a los -35°C , en reemplazo del amoníaco. Tiene un poder frigorífico mayor y una temperatura de compresión menor que el FREON 22; en muchos casos evita la necesidad del enfriamiento por agua. Se utiliza en bombas de calor aire/aire y en aplicaciones industriales, generalmente en compresores a pistón.

1.5.6.11 R-503

Mezcla azeotrópica de FREON 13 y FREON 23 ($\text{CCLF}_3 / \text{CHF}_3$)

Punto de ebullición -88.7°C

De aplicaciones similares al FREON 13 pero con un punto de ebullición a menor y con una capacidad frigorífica un 50% mayor a -85°C . Se utiliza en la segunda etapa de instalaciones de cascada doble y triple, en la investigación científica, en cámaras de prueba, para endurecer metales, para productos farmacéuticos y otros procesos.

Además de la lista mencionada, existen otros productos fluorados tales como el FREON 152a, FREON 23, FREON 115, FREON 116, etc. Todas poseen buenas propiedades de refrigeración pero no se emplean aún en escala comercial.

Los campos de aplicaciones de los refrigerantes se superponen entre sí, existiendo distintos tipos que se emplean para el mismo propósito. Como regla general, cuanto sea el punto de ebullición del refrigerante, mayor será su capacidad frigorífica en un compresor determinado. Sin embargo, la capacidad no es el único factor a tener en cuenta, existiendo otras características tales como la temperatura de servicio, dimensiones de los equipos disponibles, estabilidad del refrigerante.

1.5.6.12 Amoníaco

El amoníaco es el único de los refrigerantes fuera del grupo de los fluorocarbonados que se usa bastante en la actualidad. Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para las fabricas de hielo, plantas empacadoras, patinadores, para grandes almacenes de enfriamiento etc. Donde se cuenta con el servicio de personal experimentado y donde su naturaleza tóxica es de poca consecuencia.

El amoníaco es el refrigerante que tiene el más alto efecto refrigerante por libra, el cual, a pesar de su volumen específico alto en la condición de vapor, tiene una gran capacidad refrigerante con relativamente un desplazamiento pequeño de pistón

El punto de ebullición del amoníaco a la presión atmosférica estándar es de -28°F .

El amoníaco no es miscible con el aceite y por lo mismo no se diluye en el aceite del cárter del cigüeñal del compresor. Sin embargo, deben hacerse los arreglos necesarios para eliminar el aceite del evaporador y deberá usarse un separador de aceite en el tubo de descarga de los sistema de amoníaco.

En los sistema de amoníaco pueden utilizarse velas de azufre para detectar fugas, con lo cual se produce un humo blanco denso en la presencia de vapor de amoníaco, o también se puede aplicar una solución de jabón poniéndola alrededor de la juntas en la tubería, en cuyo caso la fuga se manifestaría mediante la aparición de burbujas en la solución.

El amoníaco es fácil de conseguirse y es el más barato de los refrigerantes comunmente empleados. Estos hechos junto con la estabilidad química, afinidad por el agua, y no miscibilidad con el aceite, hacen del amoníaco un refrigerante ideal para ser usado donde la toxicidad no es un factor importante.

Debido a su coeficiente de transferencia de calor relativamente alto y al consecuente mejoramiento de la razón de transferencia de calor, es el amoníaco particularmente adecuado para grandes instalaciones de enfriamiento de líquido.

1.6 EVACUACIÓN

La evacuación correcta de una unidad eliminará los no condensables (principalmente aire, agua y gases inertes) y asegurará un sistema hermético y seco antes de la carga.

Hay dos métodos para evacuar un sistema: el de alto vacío, y el de evacuación triple. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas la selección depende de varios factores: tipo de bomba de vacío disponible, tiempo del que se dispone para hacer el trabajo, y si hay agua líquida en el sistema.

En el trabajo de refrigeración en especial en aquellos sistemas que trabajan a presiones de succión muy baja, se recomienda el sistema de alto vacío. En los sistemas de refrigeración a mayor

temperatura, y en aire acondicionado, se practica la evacuación triple. Describiremos ambos métodos.

Las herramientas necesarias para evacuar un sistema depende del método que se use. Para el método de alto vacío, se necesita una buena bomba de vacío y un vacuómetro, y para el de triple evacuación se necesita una buena bomba de vacío y un manómetro compuesto.

1.6.1 BOMBA DE VACÍO

Una bomba de vacío como la que se ve en la figura 1.48, es algo así como un compresor de aire a la inversa. La mayor parte de ellas son de impulsión directa o por bandas, con motor eléctrico, aunque también se consiguen con motor de gasolina. La bomba puede ser de una o dos etapas, dependiendo del diseño. La mayor parte de las bombas para uso normal en campo son portátiles; tiene asas de transporte o están montadas en carritos. Los tamaños de esas bombas se dan según el desplazamiento de aire libre, en pies cúbicos o litros por minuto. Las especificaciones pueden comprender también el vacío que se puede hacer con la bomba, expresado en micras de mercurio.

Cuando el vacío se acerca a 29.5 o 30 pulgadas de mercurio en el manómetro compuesto, se está trabajando en la última media pulgada de presión, y la indicación mas allá de las 29.5 no es precisa para el método de alto vacío. Por lo tanto, la industria ha adoptado otra unidad, que se llama micra. La micra es una unidad de medida lineal igual a $1/25400$ pulgadas o $1/1000$ mm y se da en presión absoluta sobre 0, en contraste con la presión del manómetro que puede quedar influida por los cambios de presión atmosférica. En la tabla T-1.4 es una comparación de medidas que se inicia a condiciones atmosféricas normales y que abarca al alto vacío.

La tabla T-1.4 no sólo demuestra la comparación en unidades de medida, sino que muestra muy claramente los cambios en el punto de ebullición del agua a medida que la evacuación se acerca al vacío perfecto. Es el principal fin de la evacuación: reducir la presión o vacío lo suficiente para hacer que el agua hierva o se evapore y a continuación sacarla del sistema con la bomba de vacío. Se notará que el manómetro compuesto no indicaría cambios tan diminutos en pulgadas de mercurio.

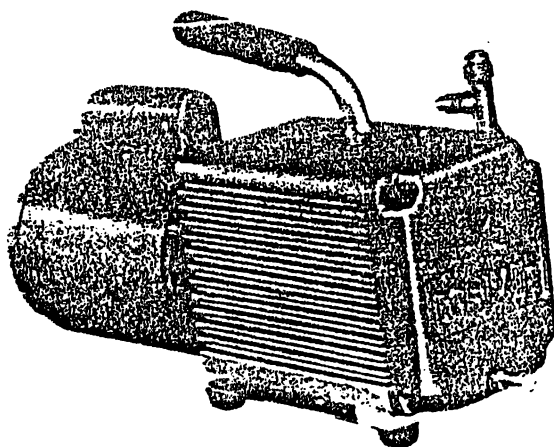


Fig.1.48

PUNTO DE EBULLICIÓN DEL AGUA		PRESIÓN ABSOLUTA		VACÍO EN PULGADAS DE MERCURIO
°F	°C	Psia	Micras de mercurio	PULGADAS DE HG.
212	100	4.7	-	0
79	26	0.5	25400	29.0
72	22	0.4	20080	29.8
32	0	0.09	4579	29.99
-35	-31	0.005	250	29.99
-40	-40	0.002	97	29.996
-80	-51	0.0005	25	29.999

T-1.4

1.6.2 INDICADORES DE ALTO VACÍO

Para medir esos vacíos tan altos se han desarrollado instrumentos electrónicos como el que se ve en la figura 1.49. En general, son dispositivos sensores de calor en los que elemento sensor,

conectado en forma mecánica con el sistema que se esta evacuando, genera calor. La rapidez a la que se transfiere el calor cambia a medida que se extraen los gases y vapores que rodean al sensor. Así, la salida del elemento cambia a medida que cambia la disipación de calor, y este cambio en la señal de salida se indica en un medidor que está calibrado en micras de mercurio.

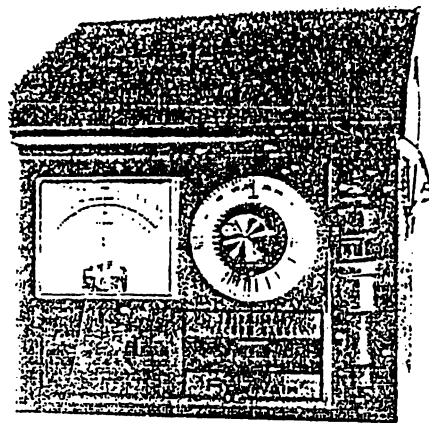


Fig. 1.49

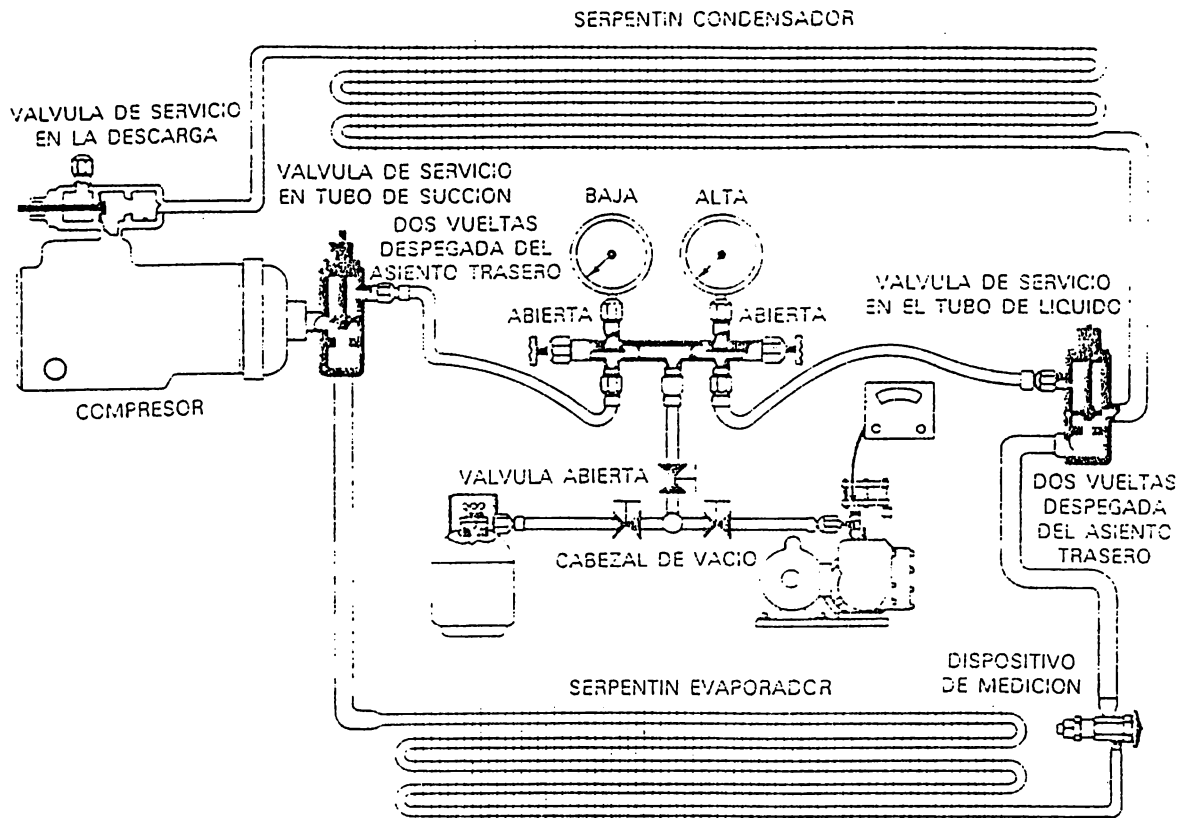
La exactitud en esos instrumento en de 10 micras y por lo tanto se acercan al vacío perfecto.

1.6.3 MÉTODO DE EVACUACIÓN CON ALTO VACÍO

El método más positivo que asegura que un sistema está libre de agua y aire es el de alto vacío. Tarda más, pero los resultados son mucho más positivos. Seleccione una bomba de vacío capaz de hacer cuando menos 500 micras de vacío. El procedimiento se muestra en la figura 1.50 y se describe a continuación.

1) Instale el cabezal de manómetro como se describió antes.

2) Conecte la manguera central con el cabezal de medición de vacío. Es tan sólo un cabezal de 3 válvulas que le permiten conectar la bomba de vacío y el indicador de vacío, así como un cilindro de refrigerante, cada uno con su válvula de cierre.



Dispositivo para evacuaciones con alto vacío. -Diseño de BDP Company.

Fig. 1.50

3) Abra las válvulas que dan a la bomba y al indicador. Cierre la del refrigerante. Sigue las indicaciones del fabricante de la bomba acerca del diámetro del tubo de succión, aceite, posición de los indicadores y calibración.

4) Abra por completo ambas válvulas del cabezal de manómetros y abra parcialmente ambas válvulas de servicio en el equipo.

5) Ponga a funcionar la válvula de servicio y evacue el sistema hasta que se tenga un vacío de por lo menos 500 micras.

- 6) Cierre la válvula de la bomba y aisle el sistema. Pare la bomba durante 5 minutos y observe el indicador de vacío para ver si el sistema realmente ha alcanzado 500 micras y se mantiene. Si no se mantiene, revise todas las conexiones para ver si su ajuste es hermético y repita la evacuación hasta que el sistema mantenga el vacío.
- 7) Cierre la válvula que da al indicador.
- 8) Abra la válvula que da al cilindro del refrigerante y eleve la presión hasta cuando menos 10 psig. O cargue el sistema hasta el nivel correcto (que se describe después).
- 9) Desconecte la bomba y el indicador.

1.6.4 EVACUACIÓN TRIPLE

El método de triple evacuación no necesita de equipo especializado de alto vacío. Sin embargo, no debe usarse este método si se cree que hay agua en el sistema. Se necesitará una bomba de vacío de capacidad suficiente para llegar a 500 micras de mercurio. **Es importante contar con buenos manómetros para servicio de refrigeración.**

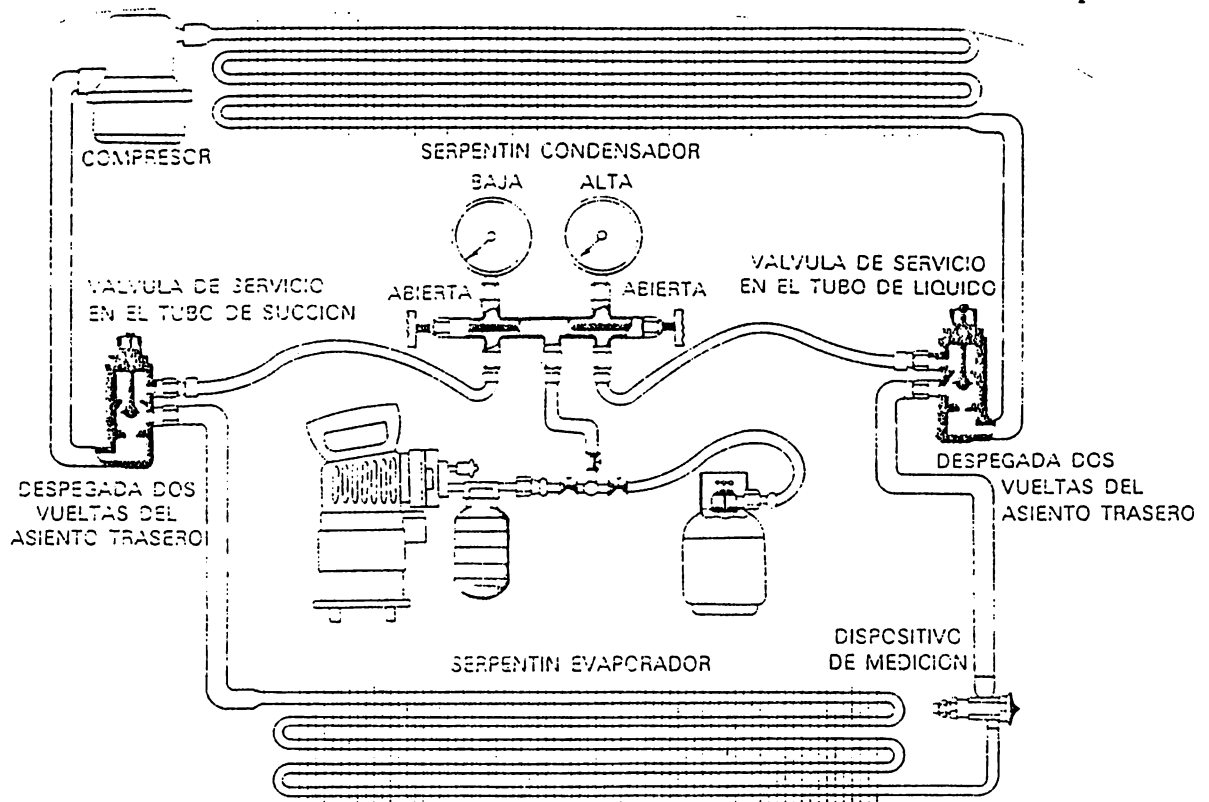
Este método de evacuación se basa en el principio de diluir los no condensables y humedad con vapor limpio y seco de refrigerante. Ese vapor se saca del sistema, y arrastra con él una parte de los contaminantes. Al repetir el procedimiento, los contaminantes restantes se reducen proporcionalmente hasta que el sistema queda libre de ellos. La figura 1.51 muestra el dispositivo y el procedimiento se describe a continuación.

- 1) Instale el cabezal de manómetros como se describió antes.
- 2) Conecte la manguera central con la válvula correspondiente del cabezal de vacío.
- 3) Conecte la bomba y el cilindro del refrigerante con sus válvulas del cabezal. Purgue los tubos con refrigerante.
- 4) Cierre la válvula del cilindro del refrigerante y abra la de la bomba.
- 5) Abra por completo ambas válvulas del cabezal de manómetros y abra parcialmente ambas válvulas de servicio.
- 6) Ponga a trabajar la bomba de vacío y evacúe el sistema hasta que se alcance un vacío mayor de 29.5'' de mercurio en el manómetro compuesto. Deje que la bomba trabaje durante 10 minutos por caballo. Por ejemplo, 30 minutos una bomba con motor de 3 HP.
- 7) Cierre la válvula de la bomba y pare la bomba.

8) Abra la válvula del refrigerante. Deje que la presión suba a 20 psig. A continuación cierre esa válvula. Permita que el refrigerante se difunda por el sistema y absorba la humedad durante 5 minutos antes de la siguiente evacuación.

9) Cierre la válvula de refrigerante. Abra la válvula de la bomba y repita los pasos de evacuación para alcanzar de nuevo 29.5" de vacío, o más, y siga bombeando durante 20 minutos por caballo (por ejemplo 60 minutos para la unidad de 3 HP.)

12- Pare la bomba y rompa el vacío con refrigerante, cargando esta vez al sistema a su presión correcta.



Dispositivo para el metodo de triple evacuación. (Cortesia de BDP Company.)

Fig. 1.51

1.7 PURGADO

Cuando un sistema queda expuesto a las condiciones atmosféricas durante un corto tiempo (menos de 5 minutos por ejemplo) al cambiar un componente, se hace necesario purgar el sistema para sacar cualquier contaminante que pudiera haberle entrado. Igualmente, durante la instalación, si los tubos del refrigerante se abren más de 5 minutos, se debe purgar el sistema.

La teoría del purgado es emplear una carga de refrigerante gaseoso a alta velocidad para soplar cualquier contaminante del sistema. Para purgar un sistema acabado de instalar proceda como sigue:

Instale el cabezal de manómetro como se ve en la figura 1.52, con la válvula de lado de baja cerrada y sin conectar la válvula de servicio en la succión.

Conecte la manguera central al tambor de refrigerante. Conecte la manguera del lado de alta con la válvula del tubo del líquido. Abra (recargue con el asiento delantero) las dos válvulas de servicio y abra la válvula del cabezal del lado de alta. Abra por completo la válvula del cilindro del refrigerante y permita que pase una carga de alta velocidad de vapor de refrigerante (de ½ a 1 libra de refrigerante o más dependiendo el tamaño del equipo) a todo el sistema. El refrigerante empujara cualquier contaminante por el sistema hasta la válvula de servicio en la succión, a través de la cual se purgará.

Siempre que se tenga que quitar un componente defectuoso, como por ejemplo una válvula de expansión, se debe almacenar el refrigerante en el recibidor o en el condensador y aislar el componente con las válvulas de servicio. A continuación cuando se instale el nuevo componente, se deben purgar los tubos de ambos lados.

1.8 CARGA DEL SISTEMA

La cantidad de refrigerante que se debe poner en el sistema como carga inicial o como recarga depende del tamaño del equipo y de la cantidad de refrigerante que se debe circular. En los sistemas muy grandes se acostumbra sencillamente a pesar la carga colocando el cilindro o tambor del refrigerante en una báscula adecuada y observando la reducción de su peso. Este método es bueno para sistemas que tiene recibidores o con volumen de condensador lo suficientemente amplio para poder admitir una ligera sobrecarga.

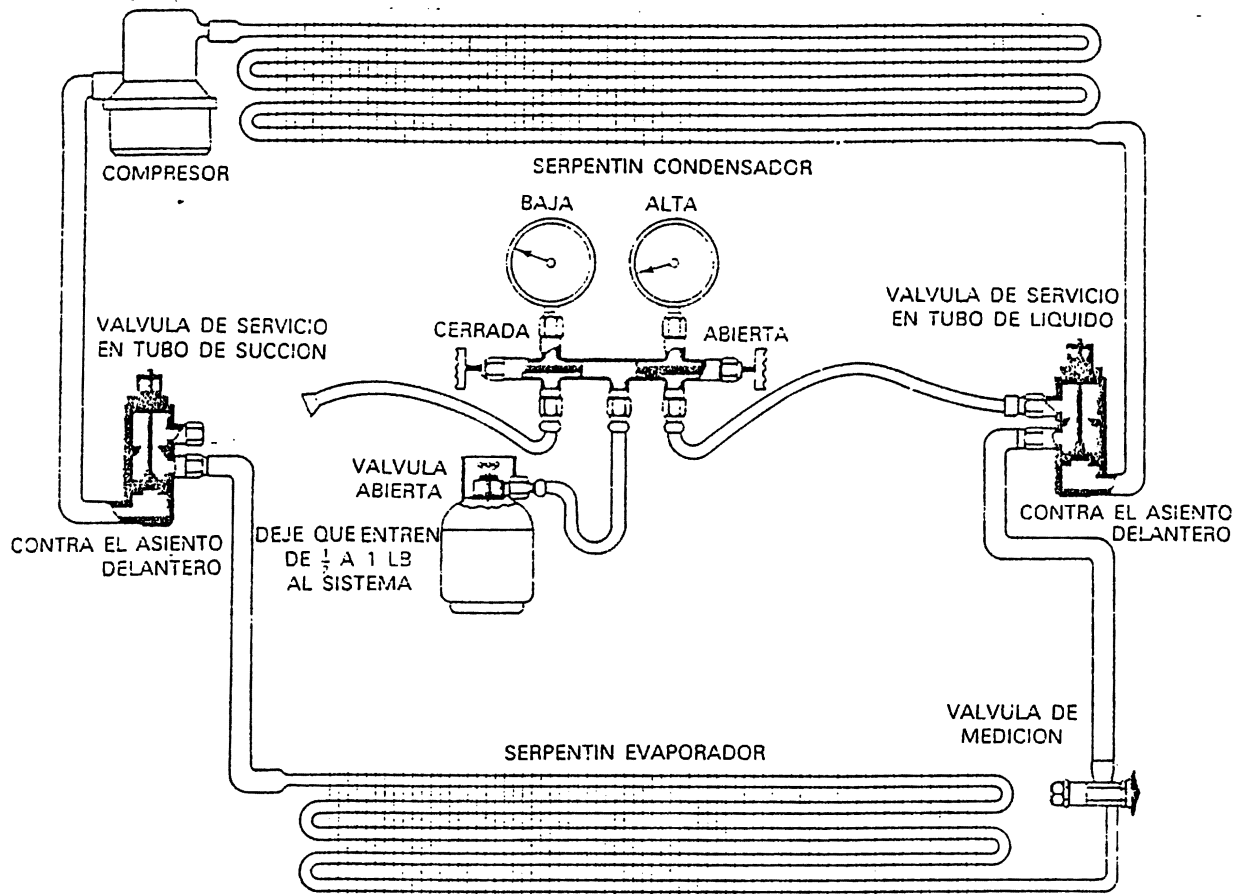


Fig. 1.52

En los sistemas más pequeños, y en especial en los que son unidades de paquetes autocontenidas sin recibidores, la carga del refrigerante en el sistema, en onzas, es crítica y no en libras. En ese caso se recomienda un “cilindro cargador” como el que se ve en la figura 1.53. El refrigerante del tambor de refrigerante se pasa al cilindro de carga. El cilindro de carga tiene una báscula visible al operador, para que pueda medir con precisión la cantidad de un refrigerante determinado y compense las condiciones de temperatura y presión. Esos cilindros tiene una exactitud de $\frac{1}{4}$ de onza (7 gramos). Se pueden tener calentadores eléctricos opcionales para acelerar la operación de carga. Cuando se tiene mucho trabajo de instalación y de servicio, muchos contratistas emplean una estación móvil de evacuación y carga, como la que muestra la figura 1.54. Tiene una bomba de vacío, un cilindro de carga, cabezal de servicio y manómetros. Los cilindros más complicados también pueden tener un indicador de vacío y lugar para el cilindro de refrigerante.

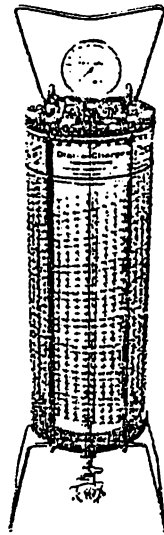


Fig. 1.53

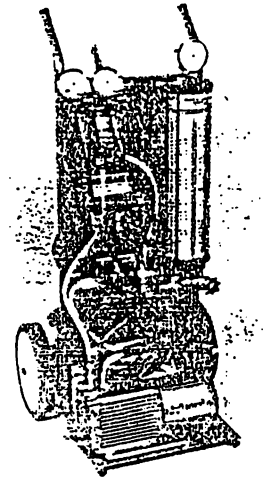


Fig. 1.54

1.8.1 TÉCNICAS DE CARGA

El refrigerante en forma tanto líquida como de vapor. Se agrega en forma de vapor, cuando la unidad está trabajando, a través de la válvula de succión. El refrigerante puede agregarse en forma líquida, cuando la unidad está apagada y evacuada, sólo por la válvula de servicio del tubo de líquido.

En general en los equipos de baja capacidad se cargan por el lado de la succión en forma de gas el refrigerante, estando parada la unidad y brevemente se hace funcionar.

La figura 1.55 muestra el procedimiento de carga en forma de vapor, cuando la unidad está trabajando. Por simplicidad sólo indicamos un cilindro de refrigerante y suponemos que la carga se pesa durante la operación.

PROCEDIMIENTO

- 1- Instale el cabezal de manómetros.
- 2- Conecte el cilindro de refrigerante a la manguera de la conexión central y abra la válvula del lado de baja del múltiple.
- 3- Coloque el cilindro en posición vertical.

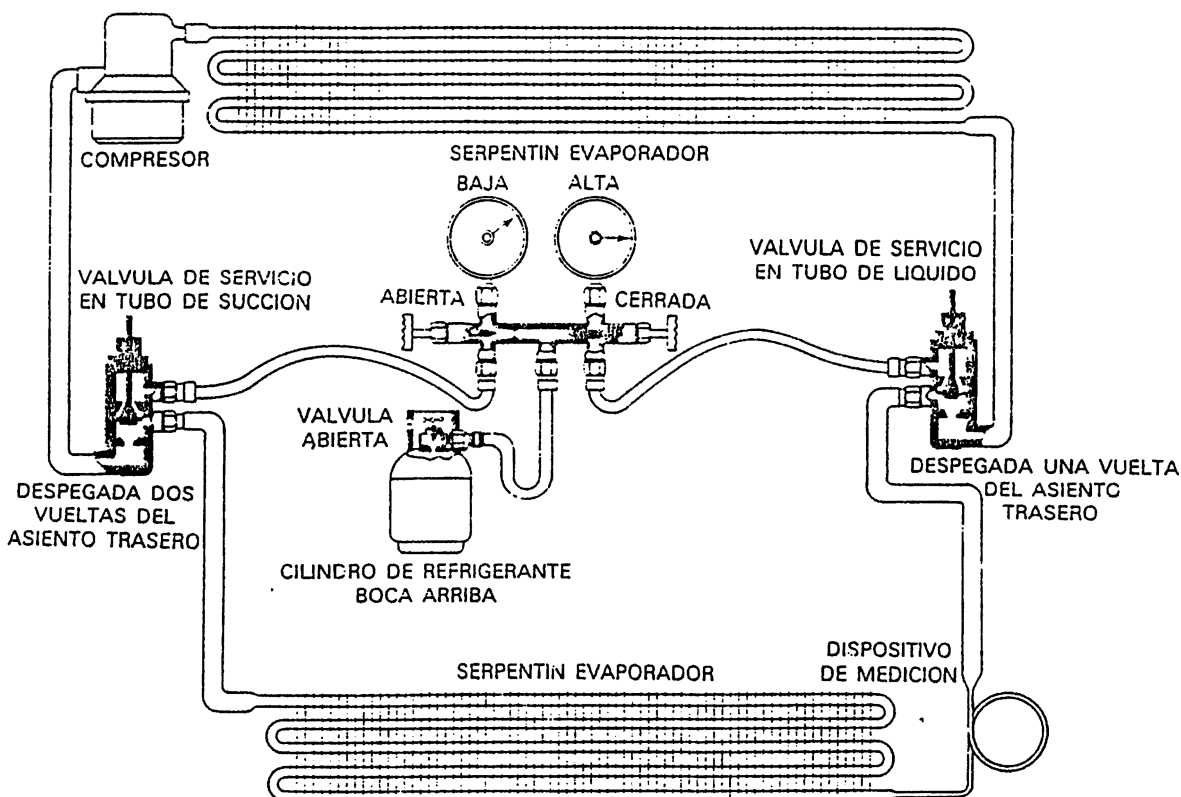


Fig. 1.55

- 4- Abra la válvula de servicio de succión a dos vueltas del asiento trasero.
- 5- Abra la válvula del cilindro del refrigerante y vea que salga el peso correcto de la carga.
- 6- Cuando haya agregado la carga correcta, cierre la válvula del cabezal de vacío del lado de baja y la del cilindro de refrigerante.
- 7- Regrese las válvulas de servicio en el tubo de succión y en el de líquido a su asiento trasero. Quite las mangueras y tape las conexiones.

El procedimiento de carga en forma líquida, cuando la unidad no trabaja y está evacuada, se detalla a continuación y se muestra en la figura 1.56.

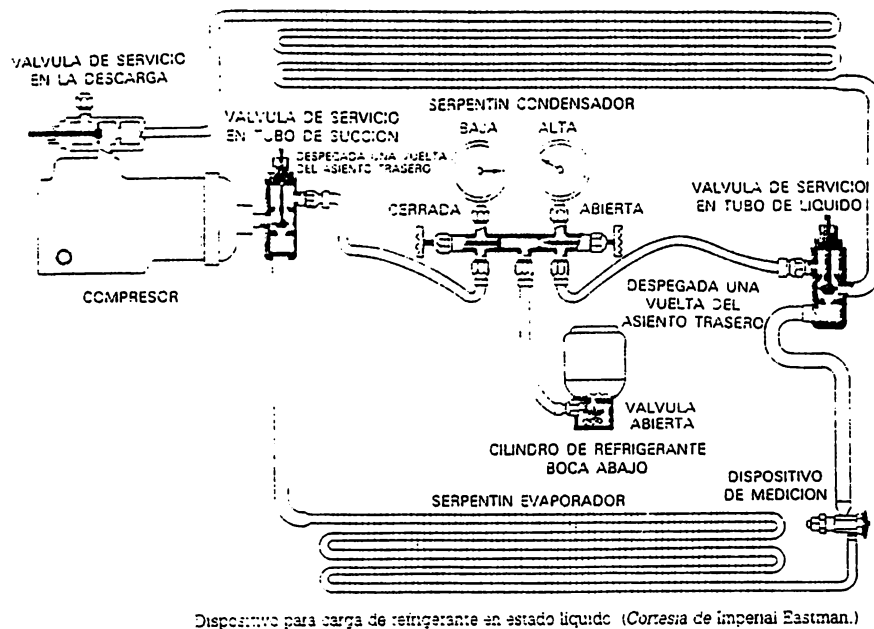


Fig. 1.56

PROCEDIMIENTO

1. Instale el múltiple de manómetros.
2. Conecte el cilindro del refrigerante. Inviértalo hacia abajo, a menos que tenga una válvula de líquido, que permite sacar líquido cuando su posición es boca arriba.
3. Abra las válvulas de servicio en la succión y en el tubo de líquido hasta una vuelta de distancia del asiento trasero.
4. Abra la válvula del lado de alta del cabezal de manómetros.
5. Abra la válvula del cilindro de refrigerante y agregue refrigerante.

6. Después de haber introducido la carga correcta, cierre la válvula del lado de alta del cabezal de manómetros y cierre la del cilindro de refrigerante. Cierre las válvulas de servicio de succión y de líquido contra su asiento trasero.

7. Quite el múltiple de manómetros.

En las dos descripciones anteriores se recomienda el uso de un cilindro de carga en los sistemas de menor tamaño, con carga crítica, los que requieren más exactitud.

1.8.2 COMPROBACIÓN DE LA CARGA

Otra función de los manómetros del cabezal de servicio es la comprobación de la carga de una instalación nueva o una unidad existente. Por ejemplo, se efectúa el siguiente procedimiento para una unidad enfriada por aire.

1) Instale el múltiple de manómetros.

2) Permita que el sistema trabaje hasta que se estabilicen las indicaciones de los manómetros, lo cual tarda unos 15 minutos.

3) Cuando esté trabajando la unidad, anote la siguiente información:

A. Indicación del manómetro de alta presión.

B. Temperatura de bulbo seco del aire que entra al serpentín del condensador.

C. Temperatura de bulbo húmedo del aire que entra al serpentín evaporador. Esto se hace con termómetro de mecha húmeda.

4) Al comparar las indicaciones anteriores con la tabla de presiones diferenciales de carga que se suministran con la unidad, se sabrá si el sistema tiene carga correcta y trabaja bien.

El equipo de medición y pruebas para refrigeración, y su empleo correcto como se describió arriba, son las herramientas más fundamentales para servicio de campo e instalaciones. Con la experiencia, o por necesidad, se puede complementar con otros aparatos para mejorar las posibilidades o ahorrar tiempo.

1.9 LOCALIZACIÓN Y PRUEBA DE FUGAS.

Las fugas en un sistema de refrigeración son la causa de la mayoría de las fallas en los refrigeradores. Cualquier fuga en el lado alto del sistema sea cual sea su tamaño, provocará una pérdida de refrigerante y, eventualmente, el sistema fallará.

Si la fuga esta del lado bajo del sistema, los efectos son todavía más importantes, cuando la compresora funcione a una presión más baja que la humedad del aire que entra al sistema puede cargarlo de humedad.. El aire se puede retirar; pero la humedad del aire que entra al sistema puede causar daños permanentes, que hagan necesario cambiar la compresora.

Por consiguiente, la detección de fugas es una de las operaciones más importantes al instalar sistemas de refrigeración. Un trabajo no estará terminado en tanto no se haya verificado si tiene o no fugas. Cuando se evacua un sistema, estará recibiendo de hecho su primera prueba de fugas. Si no se puede evacuar el aire de un sistema nuevo, eso será una buena identificación de que existen una o más fugas. La cantidad de vacío que se obtenga dependerá de la amplitud de la fuga.

Si se alcanza el vacío requerido, pero no se puede conservar después de detener el bombeo, habrá una fuga en el sistema. El tiempo que se necesita para perder el vacío dependerá del tamaño de la fuga.

Después que una instalación pasa esta prueba de evacuación preliminar, no estará todavía lista para el cambio de refrigerante. Será preciso probar el sistema a presión y cada junta se deberá verificar con el detector de fugas apropiado para el refrigerante utilizado.

La presión del refrigerante que se debe utilizar en un sistema, cuando se especifican pruebas de fugas para cada refrigerante, se muestran en la tabla T-1.5

REFRIGERANTES	PRESIONES MÍNIMAS DE PRUEBA DE CAMPO			
	psi=kg/cm. ²			
	LADO DE BAJA		LADO DE ALTA	
AMONIACO	150 psi	10.55 kg/cm ²	300 psi	21.09 kg/cm ²
Refrigerante -12	140	9.84	235	16.67
Cloruro de metilo	120	8.44	210	14.76
Dióxido de azufre	85	5.98	170	11.95

T-1.5

Cada parte de un sistema de refrigeración, con excepción de los manómetros y los mecanismos de control, se deberá diseñar, construir y montar de modo que soporte las presiones indicadas en la tabla, sin que la tensión vaya más allá de un tercio de su fuerza final.

1.9.1 FUGAS DE REFRIGERANTES

En esta sección se discutirá la fuga de refrigerantes utilizados en la refrigeración doméstica.
REFRIGERANTE 12

Las fugas en un sistema con refrigerante 12 se pueden detectar mediante el empleo de un detector de fugas electrónico o de haluro. El detector de haluro recibe el nombre por el grupo de hidrocarburos conocidos como halógenos, para los que se utiliza. El grupo de halógenos contiene flúor, cloro, bromo y yodo. En la actualidad, los dos halógenos que más se utilizan son cloro y flúor. Esos dos elementos se encuentran en el cloro de metilo y otros refrigerantes.

1.9.1.1 USO DE DETECTOR DE FUGA DE HALURO

El detector de fugas de haluro quema gas acetileno y produce una llama casi incolora. El aire para la combustión se absorbe por un tubo, a la base del quemador. La llama arde por un pequeño disco hecho de cobre. La manguera de exploración se mantiene cerca de donde se sospecha que está la fuga. Cualquier refrigerante que esté presente pasará por la manguera y entrará en contacto con la placa de cobre al rojo vivo. Los refrigerantes de halógeno que entran en contacto con el cobre caliente se dividen inmediatamente en otros compuestos, que hacen cambiar el color de la llama. Esa coloración puede ir de verde para una fuga ligera a un morado brillante, si el escape es grande. Un operario experimentado, con un detector de haluros, puede detectar la presencia de concentraciones de refrigerantes de sólo 0.01 %.

(Observar fig. 1.57)

1.9.1.2 DETECTOR DE FUGAS ELECTRÓNICO

El detector de fugas electrónico u olfateador, como se le llama también, se utiliza para detectar fugas de refrigerantes, detectando la presencia de vapores de halógenos. El detector de fuga consiste de la pistola o de la unidad de detección, la unidad de control y las conexiones necesarias. La unidad del detector es una sonda sostenida a mano, con una empuñadura de pistola y un boquerel metálico flexible, con una punta de plástico. Esta unidad contiene un elemento que es sensible a los vapores de los compuestos de halógenos y un soplador que hace entrar aire a la unidad de detección.

La unidad de detención es una unidad portátil autocontenida con alimentación de energía eléctrica, un amplificador y los controles necesarios.

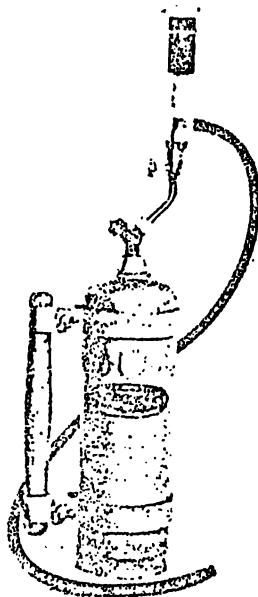


Fig 1.57

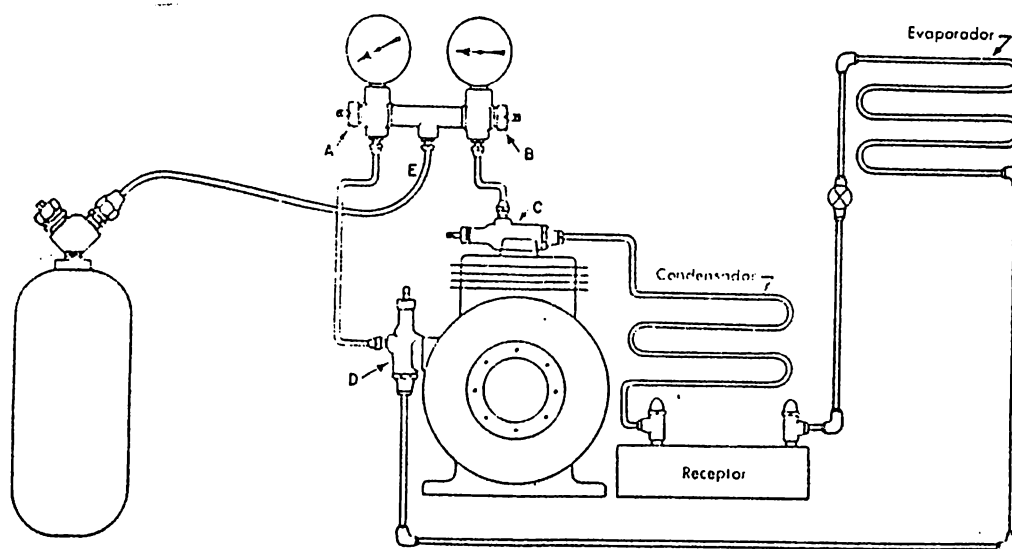


Fig. 1.58

Para hacer funcionar un detector de fugas electrónico, la habitación debe de estar libre de vapores de halógenos. El sistema que se vaya a probar deberá estar a una presión de , aproximadamente 100

psi. El detector de fuga se conecta a una fuente de energía eléctrica de 115 Voltios 60 Hertzios. Un regulador automático de voltaje mantiene esa magnitud en más o menos un voltio. Para verificar si hay alguna fuga, se mantiene la sonda a un centímetro del punto que se esté comprobando. El boquerel se mueve a razón de un centímetro por segundo, poco más o menos. Cuando pasa por una fuga, se absorbe vapor de halógeno que, al llegar al elemento de la sonda sensible a los halógenos, hace que aumente la corriente indicada en el instrumento.

COMO LOCALIZAR FUGAS, UTILIZANDO UN DETECTOR DE FUGAS DE HALUROS O UN DETECTOR ELECTRÓNICO.

Herramientas y Materiales

Compresora

juego de medidores

Múltiple

Detector de fugas de haluros

Detector de fugas electrónico

Procedimiento (ver Fig. 1.58)

1. El instructor asignará una unidad de refrigeración.
2. Instalen bien un juego de medidores
3. Ajusten todas las válvulas y traten de obtener un vacío sin burbujas. Nota: Las burbujas persistentes indican una fuga en el sistema. Detengan la compresora.
4. Cierren las válvulas (A) y (B) del múltiple.
5. Fijen el cilindro de refrigerante 12 a la parte central del múltiple (E). No abran las válvulas del cilindro del refrigerante. No hagan funcionar la compresora.
6. Hagan funcionar el detector de fugas electrónico o de haluros.
7. Abran la válvula del cilindro del Refrigerante 12.
8. Abran las válvulas (A) y (B) del múltiple. Eleven levemente la presión en ambos kg./cm medidores hasta $25 \text{ Lbs./pulg}^2 = 1.75767 \text{ kg./cm}^2$.
9. Verifiquen cuidadosamente todos los accesorios con el detector de fugas de haluros (o el electrónico) . Se deben reparar todas las fugas.

10. Si no se descubren fugas, eleven la presión a $50 \text{ Lbs/pulg}^2 = 3.51535 \text{ kg./cm}^2$ y repitan la etapa
11. Si no hay fugas, eleven la presión a $75 \text{ Lbs/pulg}^2 = 5.273 \text{ kg./cm}^2$ y repitan la etapa 9.
12. Cierren la válvula del cilindro del refrigerante 12.
13. Cierren las válvulas (A) y (B) del múltiple.

1.10 EL ACEITE EN LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Al igual que todo equipo mecánico, un compresor de refrigeración requiere lubricación. El aceite necesario para lubricar los cojinetes y los pistones en compresores recíprocos. En el caso particular de un compresor a tornillo el aceite cumple la función de sellador entre los rotores. El aceite también actúa como sellador, aunque en menor grado en los demás tipos de compresores. Los requerimientos especiales que presentan los aceites para sistemas de refrigeración se deben al hecho de que el aceite está en contacto con el refrigerante en la gran mayoría de los casos. Asimismo, en mayor o en menor medida, el refrigerante circula junto con el aceite.

1.10.1 CALIDAD DEL ACEITE.

Los aceites para refrigeración modernos son productos altamente refinados en los que se han eliminado elementos indeseables tales como compuestos de azufre y cera. Deben contener muy bajo nivel de humedad y se deben tomar las precauciones necesarias para evitar su contaminación.

Las propiedades esenciales de un aceite para sistemas de refrigeración son:

- Lubricación adecuada
- Estabilidad
- Solubilidad en el refrigerante

(entre otras propiedades se pueden mencionar: fuerza dieléctrica y punto de enturbamiento bajo.)

La mayoría de los aceites para refrigeración son de origen natural, siendo clasificados como aceites minerales. Son el producto de la mezcla de diferentes tipos de moléculas en proporciones que varían según el abastecedor, si bien la molécula naftémica es la que más se aproxima.

Por lo tanto, los mejores aceites minerales son aquellos que contienen una alta proporción, alrededor de 50%, de moléculas naftémicas. Generalmente se denominan aceites "naftémicos".

La química moderna ha posibilitado la confección de moléculas que reúnen propiedades ausentes en los aceites minerales.

Los aceites sintéticos disponibles en la actualidad combinan propiedades excelentes de solubilidad, estabilidad y lubricación, comparables a los aceites minerales nafténicos.

1.10.1.1 VISCOSIDAD DEL ACEITE

Es necesario hacer una distinción entre la viscosidad normal de un aceite, empleada como medio de identificación, y la viscosidad real del mismo en un sistema de refrigeración.

La medición de la viscosidad normal se realiza a 40° Centígrados y se expresa en Centistokes (cSt). Los valores de viscosidad para aceite varían entre los 15 y 170 cSt. La mayoría de los aceites para refrigeración tienen un valor de viscosidad de 32 a 68 cSt. Las viscosidades mayores, como ser 100cSt, se utilizan en los compresores grandes, particularmente del tipo centrífugo o de tornillo.

Los fabricantes de compresores especifican el tipo de aceite adecuado para el equipo en base al valor de viscosidad. En general, el compresor ya es cargado en la fábrica con aceite de la marca determinada. Sin embargo, en la mayoría de los casos los manuales técnicos del fabricante especifican diferentes tipos de aceites que son técnicamente aceptables, como suplemento. Estas listas se basan en experiencias del fabricante.

En los EE.UU. la medición de la viscosidad para aceites se realiza a 100 °F y se expresa en SUS (Segundos Saybols Universales y en Centi Stokes cSt.). Las dos escalas no tienen una correspondencia precisa; a continuación se da una equivalencia aproximada para los valores de viscosidad más frecuentes:

150 SUS:	32 cSt
300 SUS:	68 cSt
450 SUS	100 cSt

El aceite de un sistema de refrigeración está expuesto a variaciones de temperatura considerables. Por ejemplo, la temperatura de descarga del compresor de un sistema de F22, con evaporación a -40 °C alcanza los 177 °C. Por lo tanto, el aceite en circulación experimenta un cambio de temperatura de más de 200 °C en un período de pocos minutos.

Además del efecto que ejerce la temperatura sobre la viscosidad, ésta se ve afectada también por el refrigerante. El refrigerante disuelve el aceite, siendo la viscosidad de la mezcla aceite/refrigerante menor que la del aceite mismo. La cantidad de refrigerante disuelto en el aceite en un punto determinado del circuito es función de los siguientes factores:

A) Refrigerante: el FREON 12 es completamente miscible con el aceite, siendo el FREON 22 más soluble que el FREON 502. Esto también representa el orden de solubilidad del aceite en refrigerante líquido.

B) Aceite: por ejemplo, un buen aceite sintético disuelve mayor cantidad de refrigerante que un aceite mineral típico. También hay variaciones entre los diferentes tipos de aceite minerales.

C) Temperatura: cuanto menor sea la temperatura mayor cantidad de refrigerante se disolverá en el aceite.

A medida que aumenta la temperatura, el refrigerante comienza a destilar de la solución.

D) Presión: un aumento de presión contrarresta el efecto del aumento de temperatura al mantener el refrigerante en solución.

Cuando un sistema de refrigeración funciona correctamente, todo el aceite que pasa por el compresor recorre el circuito del sistema junto con el refrigerante, retornando luego al compresor donde actúa como lubricante nuevamente. Sin embargo, hay casos en que el aceite puede acumularse en el circuito y causar problemas de lubricación en el compresor. Asimismo, la circulación del refrigerante puede quedar obstruida produciéndose así una pérdida de eficiencia en el sistema.

Tanto los problemas de circulación como el retorno de aceite pueden deberse a un aceite cuya viscosidad es muy alta.

Según lo mencionado anteriormente, los fabricantes de compresores especifican la viscosidad del aceite empleado. No obstante, cuando se presentan problemas en el retorno de aceite es conveniente verificar que se está empleando el aceite de menor viscosidad posible.

Puede parecer lógico que el aceite presentará mayor viscosidad en la zona más fría del circuito, o sea en el evaporador. Sin embargo, esta suposición no es cierta. La viscosidad más alta se observa en la línea de succión cuando el sobrecalentamiento es de 20° a 25° Centígrados aproximadamente (aumento de temperatura por encima de la temperatura de evaporación).

Por tanto es importante poner un intercambiador de calor entre las líneas de succión y de líquido.

La velocidad del gas en la línea de succión debe alcanzar un valor suficiente, recomendándose 3.5 m/s para tramos horizontales y 7.5 m/s para tramos verticales. Las velocidades no deben exceder lo 15m/s debido al ruido producido y para evitar una caída de presión excesiva.

Para que el diseño de la cañería sea adecuado, el tramo horizontal debe estar en declive en dirección al compresor y se deben utilizar trampas en la parte inferior de los tramos verticales.

1.11 PROCESOS AUXILIARES PARA EL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN

1.11.1 CORTE, ACODAMIENTO Y ABOCINAMIENTOS DE TUBOS DE COBRE.

Después de estudiar esta unidad, el alumno podrá:

- Cortar, escariar, acodar y abocinar tubos duros y blandos de cobre.
- Utilizar correctamente las herramientas siguientes: cortatubos, bloque abocinador, calibrador y micrómetro.

1.11.1.1 TUBOS.

El funcionamiento aceptable continuo de los equipos de refrigeración depende de la atención cuidadosa de los detalles y un buen trabajo.

Los tubos que llevan el refrigerante a los diversos componentes se consideran como parte vital del sistema. Vamos a examinar los artículos necesarios y que son esenciales para obtener un funcionamiento satisfactorio y sin dificultades.

En general, hay dos tipos de tubos: rígido (duro) y semi-rígido (blando). Los tubos rígidos pueden ser de cobre laminado y endurecido, acero inoxidable u otros materiales similares. Los tubos semi-rígidos pueden ser de cobre blando, aluminio, latón o una aleación especial. Para escoger el tipo adecuado de tubo para un trabajo, es preciso tomar en consideración los factores siguientes: el tipo de sistema de refrigeración, la disponibilidad y el costo de los distintos tipos de tubos el tipo de accesorios que se van a utilizar.

Es importante conocer el refrigerante que se utilizará en el sistema, ya que puede obtener efectos corrosivos sobre las tuberías de cobre. Por ejemplo, el amoniaco corroe el cobre; por ende, con ese refrigerante se deben utilizar tuberías de acero o aluminio. Las tuberías para refrigeración difieren de otros tipos de tubos en que se limpian y deshidratan, mientras que los extremos se sellan, como protección contra la suciedad y la humedad.

Las tuberías de cobre blando (destemplado) se pueden adquirir en rollos de 25 y 50 pies (7.62 y 15.25 m). El tamaño del tubo se especifica por medio de su diámetro exterior (1/4 pulg. D.E., 1/2 pulg. D.E.).

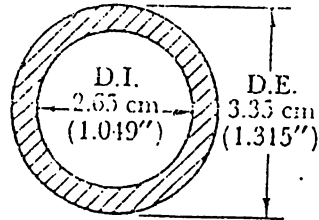


Fig. 1.59

Cuando es necesario retirar del rollo un trozo de tubería de determinada longitud, el rollo se pone en una superficie plana y se desenrolla el tubo de manera adecuada. Nunca se debe tirar lateralmente del tubo de cobre.

El manejo excesivo de la tubería de cobre blando suele hacer que se endurezca. Si es así, es preciso destemplan la tubería. Para destemplan un tubo de cobre, se debe calentar al rojo opaco y, luego, enfriarse en agua. Este proceso tiende a hacer que el cobre se ponga más brillante y retira parte de la oxidación.

1.11.1.2 CORTE.

El método mejor y más seguro de cortar una tubería de cobre es mediante el empleo de un cortatubos (fig.1.60). En algunos tipos de tuberías como las de acero inoxidable y las de diámetro grande, es aconsejable utilizar un tornillo de banco y una segueta. El tubo se deberá escariar o limar después de todas las operaciones de corte, sobre todo cuando se esté preparando para su uso con accesorios soldados.

Un buen método para unir tuberías de cobre a un sistema de refrigeración es mediante el empleo de accesorios abocinados. El tipo más común de abocinamiento utilizado es el de 45°. Para abocinar bien las tuberías de cobre es preciso utilizar las herramientas apropiadas. Una de las que se utilizan con mayor frecuencia el bloque abocinador, que tiene orificios de varios tamaños para recibir los

tubos de distintos diámetros. Después de que se sujeta la tubería en su posición correcta en el bloque, se fija un tornillo de avance, que se hace girar lentamente hasta que el cono se une con el tubo y se produce un abocinamiento liso.

Asegúrese de que el accesorio se ponga sobre la tubería antes de hacer el abocinamiento.

Se debe tener mucho cuidado al acodar o darle forma a una tubería para un trabajo específico. El tipo más sencillo de herramienta acodadora es el resorte torcedor que se muestra a continuación. El resorte exterior se desliza sobre la parte exterior del tubo, para evitar que éste último se hunda. Cuando se usa el acodador de tipo de resorte, se debe doblar el tubo un poco más de lo que se requiere, regresándolo después al ángulo apropiado. Esto afloja el resorte y facilita su retiro.

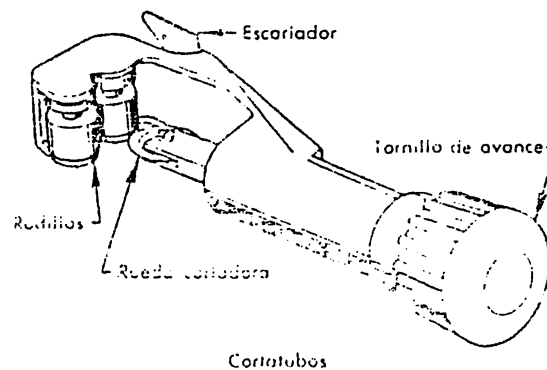


Fig.1.60

1.11.1.3 COMO CORTAR, ACODAR Y ABOCINAR TUBOS DE COBRE.

1.11.1.3.1 HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Segueta de arco con hoja de paso 18-24.

Tubería de cobre blando, 6.35 mm, 9.52 mm, 12.7 mm.

Tubería de cobre duro, 12.7 mm.

Acodador exterior de resorte.

Bloque y cono de abocinar.

Calibradores internos.

Micrómetro, 2.54 cm.

Tuberías abocinadas .

Lima.

Regla de acero.

1.11.1.3.2 Procedimientos

A) tubería de cobre, corte

1.- Desenrollen una tubería de cobre blando de 6.35 mm, para poder cortar 15 cm.

Nota: desenrollen sólo la tubería necesaria para el trabajo, puesto que el enrollamiento y desenrollamiento constante del tubo hará que se endurezca y se produzcan roturas.

2.- Midan un trozo de 15 centímetros, utilizando la regla de acero y marquen el tubo, haciéndole una línea con una lima.

3.- Pongan la tubería entre bloques partidos de fibra o madera, con orificios perforados para que se ajusten tuberías de todos tamaños.

4.- Sujeten los bloques y la tubería en el tornillo de banco. Para evitar que el tubo, salte, se deberá hacer el corte a aproximadamente 6 milímetros de distancia del tornillo de banco.

5.- Para iniciar el corte, pongan el extremo frontal de la segueta sobre la tubería, en la marca hecha en la etapa 2. Aplique un poco de presión y den el primer golpe, empujando la segueta en línea recta sobre la superficie del tubo. Liberen la presión y devuelvan la segueta a la posición inicial.

6.- Repitan la etapa 5, hasta terminar el corte.

7.- Midan otros 15 cm. de una tubería de cobre blando de 6.35 mm y márquela ligeramente con una lima.

8.- Corten el trozo de 15 cm., con el cortatubos y , mediante el procedimiento que sigue:

a) Pongan el tubo en la guía en V del cotatubos.

b) Aprieten el tornillo de avance hasta que se aplique sobre la tubería una presión considerable.

c) Hagan girar el cortador lentamente en torno al tubo, de modo que la rueda cortadora muy afilada de la herramienta se introduzca gradualmente en el metal de la tubería, para hacer un corte limpio y en ángulo recto.

d) Hagan girar el tornillo de avance para aplicar una mayor presión a la tubería y vuelvan a hacer girar el cortador alrededor del tubo. Repitan el procedimiento hasta terminar el corte de la tubería.

e) Se deben escariar y limar los bordes del tubo. Mantengan la abertura del tubo hacia abajo, mientras realizan el escariado, con el fin de que las rebabas metálicas no se alojen en el interior de la tubería.

9.- midan el diámetro interior de cada trozo de tubo cortado. utilizando los calibradores internos y un micrómetro.

10.- Midan el diámetro exterior de cada trozo de tubería, usando un micrómetro.

11.- Repitan las etapas 1 a 10, utilizando tubos de cobre blando de 9.35 y 12.7 mm. y tubo de cobre duro de 12.7 mm

B) Abocinamiento de tubería de cobre.

1.- Con uno de los trozos de tubería cortados con el cortatubos en el procedimiento A, póngalo en la posición adecuada en el bloque abocinador.

Nota: La tubería se debe extender aproximadamente 8 cm. por encima del bloque.

2.- Aprieten la mordaza.

3.- Escojan el cono adecuado para el tamaño del tubo que vayan a abocinar y póngalo en la herramienta. El cono deberá tener una excentricidad de 45°.

4.- Ponga una gota de aceite en el cono y atorníllelo con fuerza, de modo que entre al extremo del tubo.

5.- Una vez terminado el abocinamiento, suelten el cono, retiren el tubo abocinado del bloque.

6.- Verifiquen el abocinamiento para ver si no tiene alguno de los defectos que se mencionan a continuación. si es defectuoso, corten el borde mal abocinado.

7.- Repitan las etapas del 1 al 6, utilizando los trozos restantes de tubería de cobre que se cortaron en el procedimiento A.

C) Como acodar tubería de cobre

1.- Corten 4 trozos de 30 cm. de longitud del rollo de la tubería de cobre de 6.35 mm. Usen la segueta o el cortatubo.

2.- Sujeten firmemente en la mano el primer trozo de tubo y acódenlo par formar un cuarto de círculo.

3.- Tomen en las manos el segundo trozo de tubería y acódenlo para formar un arco de 180° (un semicírculo).

4.- Deslicen un acodador externo de resorte de 6.35 mm. sobre el tercer trozo de tubo y formen un cuarto de círculo.

5.- Deslicen un acodador externo de tipo resorte de 6.35 mm. sobre el trozo de cobre que queda y formen un semicírculo.

Nota: Al utilizar el acodador de tipo resorte, recuerden que se debe acordar el tubo un poco más de lo que se necesita y, luego, retrocederlo a la medida apropiada. Este procedimiento afloja el resorte, de modo que se pueda retirar con facilidad.

6.- repitan las etapas 1 a 5 utilizando otros tipos de tamaño de tubería.

7.- Examinen cada uno de los trozos de tubería después de acodarlos, para ver si se han hundido, estirado o endurecido, debido al exceso de manejo. con un micrómetro midan el diámetro exterior de cada trozo de tubo, en el centro del acodamiento (ver Fig.1.61).

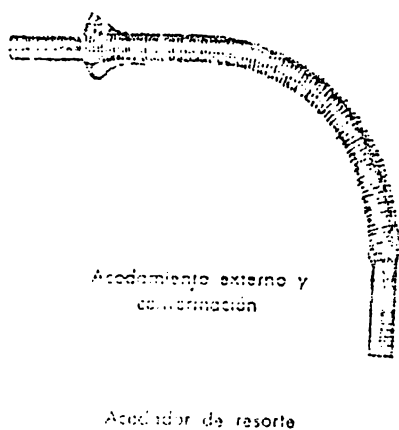


Fig1.61

1.11.2 SOLDADURA BLANDA

1.11.2.1 OBJETIVOS

Después de estudiar esta unidad, el alumno podrá:

- Escoger y preparar los equipos correctos para la soldadura blanda
- Encender un soplete de acetileno

- Estampar tuberías de cobre de varios tamaños -
- Hacer una junta soldada con tubos estampados.

1.11.2.2 COMO SOLDAR

El soldar es una operación sumamente importante al instalar tuberías y equipos de refrigeración. El proceso de soldado implica el sellado de dos trozos de metal mediante la aplicación de un agente pegador (soldadura) a una junta que se calienta. La soldadura se funde a una temperatura más baja que el metal de las dos piezas que se unen.

La soldadura blanda común suele contener una mezcla de estaño y plomo. Si hay cantidades iguales de estaño y plomo, se conoce como soldadura 50/50. Este tipo de soldadura se funde a 182° C.

Otro tipo de soldadura que se utiliza en el campo de la refrigeración es la de 95/5 y se compone de 95% de estaño y 5% de antimonio. El punto de fusión de la soldadura 95/5 es de 232°C. Este tipo de soldadura es un poco más dura que la de estaño y plomo y se trabaja bien con un soplete de gas.

1.11.2.2.1 PREPARACIÓN PARA SOLDAR

1- Las superficies tienen que estar limpias. La limpieza se hace frotando la superficie, hasta llegar al metal brillante con lana de acero, papel de lija o un cepillo de alambre. Las superficies se pueden limpiar químicamente, aplicando un líquido que disuelve los óxidos que se pueden formar en la superficie.

2- El franqueo apropiado entre los tubos y los accesorios se calcula aproximadamente y depende del buen juicio. Asegúrese de que la tubería se ajusta con precisión a los accesorios. Lo único que se requiere es una presión firme con la mano sobre la tubería, al insertarla en el accesorio.

3- Calor controlado. Con un soplete de acetileno, se aplica calor al accesorio y al tubo. El calor que se funda la soldadura aplicada a la junta entre el accesorio y la tubería. La soldadura fluye en torno a la junta y, al enfriarse, forma una unión fuerte entre las dos piezas.

1.11.2.3 EQUIPO DE CALENTAMIENTO

Para las operaciones de soldado es muy útil un tanque portátil que contenga gas de acetileno. El tamaño más común de los depósitos de acetileno es el llamado tanque "B" y contiene 1.13 milímetros cúbicos de gas. Este gas es acetileno puro, que contiene aproximadamente 92% de carbono. Es a prueba de congelación y se puede utilizar al aire libre o en interiores.

1.11.2.3.1 COMO ENCENDER UN SOPLETE DE ACETILENO

- 1- Antes de conectar el regulador al tanque, se abre ligeramente la válvula de éste último para eliminar el polvo o la suciedad de la salida de la válvula.
- 2- Limpien la manguera entre el tanque y el soplete, con aire comprimido.
- 3- Asegúrese de que todas las conexiones estén bien apretadas, para evitar que haya fuga de gas acetileno.
- 4- Abran una vuelta completa la válvula del depósito, con la llave de válvulas.
- 5- Abran la válvula de aguja del regulador a fondo; luego, abran la válvula de aguja del soplete apenas lo suficiente para dar un flujo apreciable de gas en la punta; enciendan el gas en la punta.
- 6- Ajusten la válvula de aguja del soplete para obtener una llama deseada. Nota: La llama correcta debe tener llama interna brillante y bien definida y una llama exterior azul pálida. Una llama amarilla indica que la presión de gas es inadecuada y que se debe abrir más la válvula de aguja.
- 7- Apaguen el soplete, cerrando la válvula del tanque.

1.11.2.4 ESTAMPADO DE TUBERÍAS

El estampado es el proceso de moldear tuberías de cobre de modo que se puedan unir dos trozos sin utilizar accesorios. Para darles forma a la tuberías se pueden utilizar una estampadora de macho o del tipo de tornillo. Cuando se utiliza la herramienta de macho, se sujeta la tubería en la porción de la barra abocinadora. Luego, se introduce a la tubería el macho estampador, a martillazos, de modo que estire los bordes de la tubería de modo que se ajuste bien al extremo de otro trozo de tubería.

Cuando se usa la herramienta del tipo de tornillo, se introduce en la tubería para estamparla.

1.11.2.4.1 COMO ESTAMPAR TUBERÍAS

- 1- Pongan la tubería en el bloque abocinador y sujeten la barra en un tornillo de banco.
- 2- Dejen que la tubería se extienda por encima de barra una distancia igual al diámetro del tubo más 3.18 mm. luego, sujeten la tubería con el tornillo de ajuste.

3- Escojan el macho apropiado y pongan en su punta una gota de aceite. Introduzcan a martillazos el macho en el tubo hasta una profundidad igual al diámetro original de la tubería.

4- Retiren el macho e inserten otro pedazo de tubo en la tubería estampada. Los dos trozos estarán listos para soldarse.

Nota: No hagan nunca un estampado donde vaya a ponerse un codo o cerca de un punto en el que se vaya a ir un abocinamiento.

1.11.2.5 COMO SOLDAR CON ESTAÑO

HERRAMIENTAS Y MATERIALES

Pasta de soldar.

Cepillo de alambre.

Tubos de cobre de 6.35 mm. 9.52 mm. y 12.7 mm.

Tés de cobre, 6.35 mm., 9.52 mm. y 12.7 mm.

Alambres de soldar 50/50.

Alambres de soldar 95/5.

Soplete Prestolite.

Herramientas estampadoras.

Papel de lija.

1.11.2.5.1 PROCEDIMIENTOS

A) Cómo soldar tuberías de cobre

1- Corten un trozo de tubería de ½ pulgada (12.7 mm) a una longitud de 15 centímetros y limen los bordes.

2- Utilicen lana de acero o papel de lija para limpiar la parte exterior de la tubería y la parte interior del accesorio, hasta que las superficies estén brillantes.

3- Apliquen una película fina y uniforme de pasta de soldar a la parte exterior de la tubería y la interior del accesorio.

4- Inserten la tubería en el accesorio hasta que se ajuste bien.

5- Apliquen calor uniformemente en torno al accesorio.

6- Cuando la soldadura se funda al entrar en contacto con el accesorio, retiren la llama.

7- Apliquen más soldadura en uno o dos puntos de la junta. Cuando se forme un collar de soldadura en torno al accesorio, dejen de aplicar soldadura.

8- Si hay demasiada soldadura en el accesorio, retírenla con un trapo mojado o un cepillo de alambre pequeño.

9- Inspeccionen la junta acabada.

B) Cómo soldar una junta con tubos estampados

1- Corten dos trozos de unos 20 cm. de tubería de cobre (de ¼ de pulgada de diámetro exterior). Estampen uno de los trozos, por el procedimiento explicado antes.

2- Escarien y limpien bien el trozo de tubería estampado.

3- Apliquen pasta de soldar a los dos trozos de tubería, con un cepillo pequeño.

4- Inserten la tubería no estampada en el extremo estampado del segundo trozo de tubería y pongan la junta en posición vertical.

5- Apliquen calor uniformemente en torno a la junta, utilizando el soplete de acetileno.

6- Apliquen la soldadura al interior de la junta en el momento apropiado.

7- Cuando se forma en la junta un collar de soldadura, retiren ésta última y dejen que la junta se enfríe, antes de mover las tuberías ensambladas.

8- Examinen la junta, para ver si tiene defectos.

9- Repitan las etapas 1-8, utilizando tubería de cobre de ½ pulgada = 12.7 mm. y 3/8 pulgadas = 9.5 mm.

1.11.3 CAMBIO DE COMPRESORES

En la recuperación de una unidad sellada, el cambio de compresor exige atenciones especiales y también herramientas y equipos indispensables:

Para cambiar un compresor se hace necesario lo siguiente:

1- detector de escapes o escurrimientos.

2- receptor de cilindros de carga.

3- vacuómetro.

4- cilindro de carga.

5- bomba de alto vacío.

- 6- balanza de precisión .
- 7- lima.
- 8- engates rápidos.
- 9- pincel.
- 10- lija.
- 11- alicata universal.
- 12- llaves de boca.
- 13- prensa de tubos de cobre.
- 14- llave de fenda.
- 15- introductor del relay.
- 16- soldadura acetilénica.
- 17- cilindros de R 12 e N2 (Nitrógeno).
- 18- Cortador de tubos.

Con este material se puede comenzar el trabajo.

Antes que nada, conviene recordar que el cambio de compresor debe ser realizado en un lugar bien ventilado para que el gas no contamine el ambiente, dificultando la prueba de escurrimiento.

Una vez desconectado el refrigerador, el procedimiento deberá ser ejecutado en la siguiente secuencia:

Primero: soltar los puntos de fijación y en seguida soltar el gancho de la tapa de relé.

Retirar después el relé y el protector térmico del cuerpo del compresor, desconectándose en seguida los dos hilos de conexión.

Con una lija, se retira la pintura de los tubos de las líneas de succión y descarga, por detrás y por delante. para posibilitar posteriormente la soldadura.

Los tubos deben ser cortados a una distancia de 25 a 50 mm de los pasadores del compresor.

Para efectuar este corte, el tubo pasador de proceso puede ser doblado, alejándolo del giro de cortador, facilitando así la operación.

Inmediatamente después de ser cortados los tubos, deben ser sellados con tapones de goma, para evitar al máximo la penetración de residuos o humedad en el sistema.

El compresor usado puede entonces, ser retirado.

Siempre que es cambiado el compresor, es cambiado también el filtro secador.

Para romper el tubo capilar, se hace una marca con la lima y así, fácilmente después de algunas flexiones, éste se partirá.

También esta línea deberá ser sellada con tapones de goma.

Durante el cambio, cuando se retira el compresor y el filtro secador del sistema, siempre se deben colocar tapones de goma, para evitar la entrada de cuerpos extraños y humedad en la tubería.

Los cuerpos extraños como polvo y limalla, van a ser arrastrados por el refrigerante, pudiendo ocasionar la Obstrucción del tubo capilar o mezclarse con el aceite, formando una masa abrasiva que actuará como una lija, disminuyendo la vida útil del compresor.

La humedad en la tubería tiende a aumentar el tiempo de vacío necesario y persistiendo la humedad, ésta causará graves problemas como:

- Obstrucción del capilar: el refrigerante circulando con elevado tenor de humedad, al pasar por el tubo capilar se expande; hay precipitación de la humedad y debido a la baja temperatura, ésta se congela en la salida del tubo, obstruyéndolo y consecuentemente, el sistema no funciona más.
- Relación con refrigerante: el agua reacciona como el refrigerante, formando ácido. Estos ácidos circulan en el sistema provocando corrosión. El material corroído, principalmente el cobre de la tubería se depositará en las partes más calientes del sistema, el pistón , cruceta, y eje, provocarán el llamado fenómeno de enchapamiento de cobre.
- Enchapamiento de cobre: es el depositamiento de sales de cobre sobre los componentes del compresor. Este fenómeno es el resultado de la precipitación del cobre, que está disuelto en el aceite bajo la forma de cristales, durante la circulación del aceite, sobre las partes calientes del compresor.
- Envejecimiento del aceite: la humedad provocará el envejecimiento del aceite, que es la formación de borra, que se deposita en el fondo del compresor, dificultando la lubricación.
- Reacciones con aislamiento: La reacción de la humedad con el refrigerante, provoca la degradación del aislante de las bobinas y del barniz del hilo, llegando a producirse la quemada del motor por cortocircuito.

En secuencia del trabajo utilizando R-12 o N2 es hecha la limpieza de las líneas del condensador y del evaporador. Esta limpieza es extremadamente necesaria siempre que se repara una unidad sellada.

Con el acoplamiento rápido, perfectamente fijado se procede a descargas rápidas y sucesivas de R-12 o N2

Esta operación debe ser realizada tanto en la línea del condensador, como en la línea del evaporador.

Nunca debe ser utilizado alcohol o cualquier otro anticongelante en la limpieza del sistema.

Con todo preparado para la instalación del nuevo compresor, se coloca primero el filtro secador nuevo. Para su armado debe ser hecha una pequeña curva en el capilar, que evitará su excesiva introducción en el filtro. Es necesario tener un especial cuidado para que la soldadura no obstruya la tubería.

Durante la soldadura, también se debe tener cuidado para no calentarlo.

La limpieza de la tubería, cuando es necesaria, puede ser hecha con los solventes como, percloroetileno, tricloroetileno, R-11 y R-12. recomendamos el uso de R-12, por el hecho de que si queda algún residuo después de la evacuación no habrá problemas, pues es el refrigerante con que el sistema opera. El uso de otros solventes tiene como consecuencia la necesidad de un vacío mucho más exhaustivo, para que no queden residuos. El solvente que queda va a alterar las condiciones de operación del sistema, aumentando las presiones principalmente en el lado de alta., llegando a hacer carbonización de la placa válvula.

El alcohol es un buen elemento para utilizarse como combustible de autos, en el “tanque”, “preparar bebidas” pero nunca debe utilizarse en un sistema de refrigeración.

El alcohol como cualquier otro anticongelante en lugar de minimizar los problemas de la humedad, los aumenta.

El material del filtro tiene mayor atracción por el alcohol que por el agua. En sistemas donde fuere agregado, el alcohol al pasar por el filtro secador cambia su lugar por el agua, dejándolo libre en el sistema. Esta agua reacciona como el refrigerante, corroyendo los componentes del sistema, causando el enchapamiento del cobre, el envejecimiento del aceite y degradación de los aislantes.

El desecante del filtro secador es un material que tiene fuerte atracción por el agua. Para que esto ocurra, éste es activado en la fábrica y para garantizar su rendimiento es lacrado.

Por lo tanto, debe ser dejado el menor tiempo posible expuesto al aire durante al armado.

En la armado del compresor se mantiene un equipo especializado, cuya función es hacer que una pieza se ajuste perfectamente a otra para garantizar que los compresor tenga los valores de capacidad y ejecución requeridos.

Un compresor reacondicionado en que el proceso de armado es hecho en condiciones arcaicas, utilizando inclusive piezas con elevado nivel de desgaste, nunca deben ser instalado ya que poseen menos vida útil.

El nuevo compresor, primeramente fijado en su posición, le son retiradas las cápsulas, entonces se sueldan las tuberías en los respectivos pasadores, que son los tubos del compresor. A continuación se suelda un tubo de aproximadamente 100 mm en el pasador de proceso, en cual será armado un acoplamiento rápido para posibilitar la evacuación y carga del refrigerante.

Para garantizar un trabajo perfecto, el compresor nunca deberá ser usado como bomba de vacío, pues así, el compresor estará absorbiendo las impurezas y la humedad de la tubería, comprometiendo seriamente su vida útil, además, que ningún compresor conseguiría realizar el vacío necesario al proceso.

Para está operación, debe ser utilizada una bomba de alto vacío con medición a través de vacuómetro.

Los procedimientos para la perfecta evacuación, consisten en dos ciclos de vacío hasta 100 micras (100 μm) de mercurio, intercalados por ecualización a la presión atmosférica con R-12 por algunos minutos.

Y finalmente, se realiza un nuevo vacío has 500 μm de mm.

Para la aplicación del refrigerante, se recomienda primero la pesada del recipiente evacuado, para saber su peso. En seguida, éste es cargado y pesado nuevamente. La diferencia entre las dos mediciones, vacío y lleno, representa el peso de la carga del refrigerante.

1.12 REGULACIONES SOBRE LA PRODUCCIÓN Y USO DE LOS REFRIGERANTES

4.1.4

1.12.1 **Protocolo de Montreal**

En 1974, Sherwood Rowland y Mario Molina , de la Universidad de California, afirmaron que los productos químicos sintetizados por el hombre, conocidos como clorofluorocarbonos(CFC), estaban perjudicando la capa de ozono estratosférica. Investigaciones posteriores corroboraron la teoría, y actualmente esta demostrado que la capa de ozono estratosférica - que protege a la tierra de

altos niveles de radiaciones ultravioleta del sol - esta siendo destruida por la actividad de los hombres. Las sustancias que agotan la capa de ozono se usan en la fabricación de miles de productos.

El protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono fue redactado bajo la dirección del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en septiembre de 1987. El protocolo identificando las principales sustancias que agotan la capa de ozono y fijo limites para la producción en el futuro. En 1992, mas de 80m países habían ratificado el acuerdo.

El proyecto es que el Protocolo se actualice continuamente cuando sea necesario. En junio de 1990, los signatarios del protocolo se reunieron en Londres para considerar las implicaciones de las nuevas pruebas científicas que demostraban que la capa de ozono se agotaba, incluso mas rápido de lo se había pensado en un principio. La reunión de Londres acordó eliminar la utilización y producción de los CFC y los halones para el año 2000 y controlar determinados productos químicos. Los signatarios del protocolo de Montreal acordaron reducir y eliminar el uso de los CFC, aunque no se hubiera desarrollado completamente sustitutos ni tecnologías alternativas. Industrias y fabricantes están comenzando a reemplazar los CFC por sustancias menos nocivas, pero un obstáculo importante en este proceso de conversión es la falta de información actualizada y precisa sobre los problemas de los CFC y las tecnologías sin CFC.

Las enmiendas de Londres al Protocolo reconocieron la ayuda financiera y económica que necesitarían los países en desarrollo y crearon el Fondo Multilateral Provisorio (IMOF) para proporcionársela. El PNUMA se encargo de las responsabilidades específicas para llevar a cabo el IMOF y creo el programa Acción Ozono dentro del Centro de Actividades del Programa Industria y Medio Ambiente del PNUMA(CAP/IMA) para realizar el intercambio de información y capacitación y para actuar como agencia distribuidora de información.

Una de las tareas mas importantes de este programa es asegurarse de que todos los que lo necesitan entiendan claramente los problemas relacionados con la sustitución de los CFC, y sepan como obtener la información y asistencia que puedan necesitar para hacerlo. De aquí la publicación en ingles , francés y español de varios informes en lenguaje claro, que resumen los problemas mas importantes de la sustitución de los CFC, para los directivos gubernamentales y de la industria. Esta es la primera de la serie de publicaciones preparadas por el CAP/IMA del PNUMA; otras tratan de disolventes, espumas, aerosoles y esterilizantes y halones para extinción de incendios.

Cada una de estas publicaciones resume los usos actuales de las sustancias del sector industrial que agotan la capa de ozono, la disponibilidad de sustitutos de los CFC y las implicaciones tecnológicas y económicas de convertir la producción. Aquellos que requieran una información más detallada deberán emitirse a los informes de 1992 de los comités sobre las Opciones Técnicas del PNUMA en los cuales se basa esta serie.

El Protocolo de Montreal, firmado por de 80 países, tiene como primer objetivo limitar y mas tarde acabar con la producción y utilización de sustancias que agotan la capa de ozono.

Para cumplir con dichos requisitos, las industrias frigoríficas y de aire acondicionado están investigando para usar como frigorigenos otras sustancias distintas de los CFC, adaptando sus técnicas de producción y creando programas de recuperación y reciclaje de los CFC. Se esta investigando gran cantidad de sustitutos. Algunos de los mas prometedores son los Hidroclorofluorocarbonos(HCFC) y los Hidrofluorocarbonos(HFC). Los HFC, a diferencia de los CFC y de los HCFC, no contienen cloro, uno de los principales elementos que agotan la capa de ozono.

Ya se esta produciendo algunos equipos frigoríficos y de aire acondicionado con frigorigenos distintos de los CFC. Hasta la fecha, el HCFC-22 es el más común de ellos. Sin embargo, dado que los HCFC también contribuyen al agotamiento de la capa de ozono, en un futuro su producción será probablemente restringida o prohibida. Entre los sustitutos a largo plazo del frigorigeno CFC mas común - el CFC-12 - figura el HCFC-134a y el HFC-152a.

Algunos de los equipos basados en los CFC pueden adaptarse al uso de frigorigenos distintos de los CFC. Los fabricantes y usuarios de equipos de refrigeración deberán decidir si seguirán utilizando los equipos basados en los CFC o bien adoptaran su actual equipo al uso de los sustitutos de ellos, suponiendo que ello sea posible. Algunos equipos no pueden ser adaptados, y por ello en los primeros decenios del próximo siglo seguirá habiendo cierta demanda de CFCs después de finalizada su producción. Varias industrias y empresas están creando programas de recuperación y reciclaje de CFC, con el fin de cumplir algunos de sus requisitos.

Los esfuerzos de los frigorigenos y usuarios de sistemas de refrigeración y aire acondicionado para transformar los refrigerantes CFC, reducir su uso y sus emisiones, y reciclarlos podría disminuir su utilización en dichos sectores en un 60% entre 1991 y 1995, y en un 30% adicional entre 1995 y 1997. La demanda de los HCFC, principalmente del HCFC-22, aumentara en aproximadamente un

5% en el periodo de 1991-95 y luego disminuirá a medida que se introduzcan los programas de reciclaje y se transforme los equipos para utilizarlos con alternativos a largo plazo. La utilización de HFCs aumentara alrededor de un 10% entre el año 1995 y el 2005.

El CAP/IMA del PNUMA, en colaboración con otras organizaciones internacionales, actúa como centro de intercambio de información sobre el agotamiento de la capa de ozono. y a través del programa Acción Ozono, proporciona consejos prácticos sobre cualquier aspecto de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

1.12.2 El principal daño producido por los refrigerantes y sus consecuencias.

1.12.2.1 La ciencia del agotamiento de la capa de ozono.

El ozono , gas que se encuentra de manera natural en la atmósfera de la tierra, absorbe radiaciones ultravioleta del sol de ciertas longitudes de onda. La concentración de ozono varia con la altura, alcanzando su máximo en la estratosfera, a unos 25-30 Km. de la superficie terrestre. Esta concentración de gas se conoce como la capa de ozono, y reduce la intensidad de las radiaciones ultravioleta del sol de determinadas longitudes de onda que llegan a la superficie de la tierra. Altas dosis de radiaciones ultravioletas de dichas longitudes de onda pueden perjudicar la vista de las personas, causar cáncer de piel, reducir el ritmo de crecimiento de las plantas, alterar el equilibrio del ecosistema, acelerar la degradación de los plásticos y aumentar los riesgos de enfermedad al suprimir la eficacia del sistema de inmunidad del cuerpo.

La radiación solar puede descomponer muchos de los gases de la estratosfera que contienen cloro y bromo. Los radicales de cloro y bromo pueden poner en marcha una reacción destructiva en cadena, perjudicando a otros gases de la estratósfera, incluido el ozono.

Efecto de los CFC sobre el ozono estratosférico

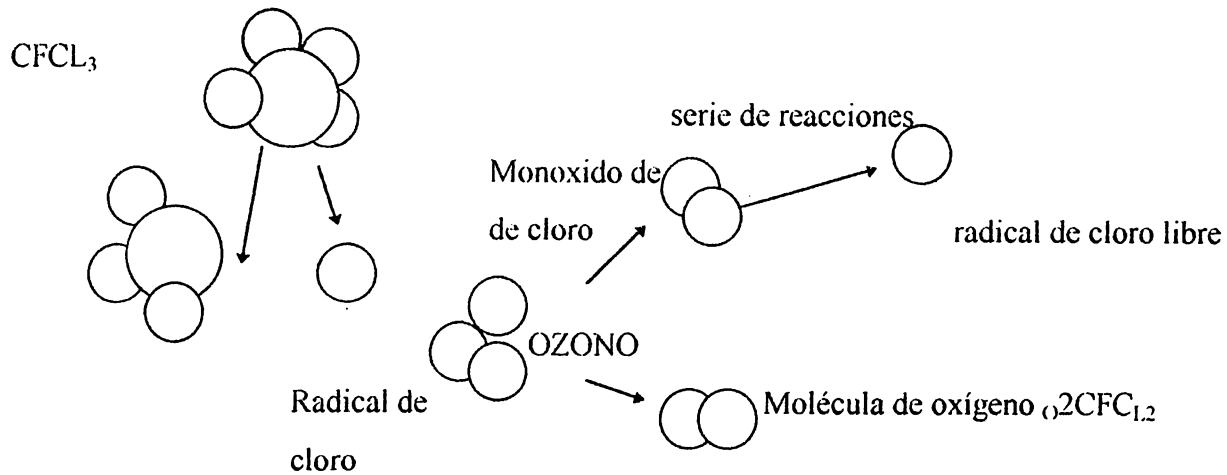


Fig.1.62

Las moléculas de ozono se descomponen dando oxígeno y monóxido de cloro y de esta forma disminuye su concentración. Después de esta reacción queda libre un radical simple de cloro o de bromo, que puede dar lugar a otras 100000 reacciones similares antes de ser expulsado de la estratósfera y pasar a la tropósfera.

Durante los últimos decenios, se han liberado a la atmósfera CFCs en cantidades suficientes para perjudicar la capa de ozono. Las pérdidas más importantes de ozono estratosférico tiene lugar regularmente cada primavera sobre la Antártida, provocando aumentos substanciales de los niveles de radiaciones ultravioleta en dicha zona. Un efecto similar pero más débil se ha detectado sobre el ártico. Actualmente tenemos pruebas de que la concentración de ozono disminuye en varias tantos por ciento, en primavera y verano, en ambos hemisferios a latitudes medias altas. Así mismo, en invierno, también se reduce la concentración a dichas latitudes en el hemisferio sur. En general, se ha perjudicado más la capa de ozono durante los años 80 que en los 70.

El segundo impacto de un gas en el medio ambiente es su contribución al calentamiento del planeta. El potencial del planeta (GWP) está relacionado con la capacidad de dicho gas para absorber radiaciones infrarrojas. El GWP es una estimación del calentamiento atmosférico resulte de la liberación de una unidad de masa de gas. En relación con el calentamiento del planeta, a diferencia del agotamiento de la capa de ozono, no está contemplado por Protocolo de Montreal.

Los CFC contribuyen de manera importante al calentamiento del planeta, pero hay indicios de que este efecto está globalmente compensado por el enfriamiento que resulta de la destrucción del ozono por los CFC en la parte inferior de la estratosfera.

Los clorofluorocarbonados totalmente halogenados (CFC) solamente contienen cloro, flúor y carbono y poseen un alto ODP. Los compuestos parecidos que no están totalmente halogenados y contienen hidrogeno además de cloro flúor y carbono, se denominan hidroclorofluorcarbonos o HCFC. La presencia de hidrogeno en los HCFC reduce su permanencia en la atmósfera y tienen un efecto agotador de la capa de ozono menor que el de los CFC. No obstante, los HCFC están clasificados por el Protocolo de Montreal como sustancias de transición y es probable que su utilización sea controlada en el futuro.

Los compuestos químicos que contienen una combinación de CFC, HCFC y HFC se han obtenido para aplicaciones específicas. Sus ODP son inferiores a los de los CFC que contienen - aunque son mas nocivos para el medio ambiente que los HCFC y HFC.

El Protocolo de Montreal, elaborado en 1987 bajo auspicios del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, entró en vigor el 1 de enero de 1989. El Protocolo de Montreal definió las medidas que sus signatarios deberían tomar para limitar la producción y uso de las sustancias controladas, en principio cinco CFC y tres halones. A fines de 1992 formaban parte del Protocolo más de 80 países, 40 de las cuales eran países en desarrollo.

La reciente información científica pronto demostró que el Protocolo original no protegería o bastante la capa de ozono. Una revisión hecha en Londres el mes de junio de 1990 adoptó medidas de control suplementarias, y suministro asistencia técnica y financiera a los signatarios de los países en desarrollo. Las enmiendas de Londres presentaron controles sobre otros 10 CFC, sobre el tetracloruro de carbono y metilcloroformo, y estableció fechas límite para la eliminación de las sustancia controladas.

El Protocolo de Montreal - y el convenio de Viena del cual surgió - son los primeros acuerdos mundiales para proteger la atmósfera.

1.12.2.2 Reglamentación

Debido a que los CFC son compuestos altamente estables, virtualmente no tóxicos, no inflamables, no corrosivos, simples y baratos de fabricar, son ampliamente usados en la industria y productos de consumo.

A cada uno de los compuestos químicos que se controlan se les asigna un ODP con relación al CFC-11, el cual se le ha dado arbitrariamente un ODP de 1. Estos valores se utilizan para calcular el índice del daño infligido a la capa de ozono por cada uno de los países que produce y utiliza dichas sustancias controladas. La utilización se define como la producción total más las importaciones menos las exportaciones, y excluye, por tanto, las sustancias recicladas. Así el efecto relativo sobre el agotamiento de la capa de ozono de la producción de CFCs se calcula multiplicando la producción anual de cada uno de los CFC controlados por su ODP. Estos totales se suman para obtener un índice del daño potencial sobre el ozono. Los países signatarios deberán haber reducido este total en un 50% en 1995, en un 85% en 1997 y en un 100% en el año 2000 (los países en desarrollo disponen de un periodo adicional de 10 años para cumplir estos requisitos).

En octubre de 1992 fue hecha otra revisión del Protocolo, en Copenhague, con la participación de 87 naciones. Esta vez, el resultado anticipó aún más el cronograma de desactivación de la producción, emisión y consumos de estas sustancias que dañan la capa de ozono.

El Salvador firmó, mediante ratificaciones de la Asamblea Legislativa, el 2 de octubre de 1992, el Protocolo de Montreal, aceptando automáticamente el Convenio de Viena.

En marzo de 1995 se constituyó la Comisión Nacional de Ozono de El Salvador, con el propósito de apoyar el cumplimiento del Protocolo de Montreal y sus enmiendas; esperando realizar acciones como: reconversión industrial de equipos, para realizar alternativas de sustancias que no destruyan la capa de ozono; capacitación para utilizar los frigorígenos en equipos actuales sin eliminarlos a la atmósfera, sino empleando procesos de recuperación y reciclaje; todo esto como parte de lo que será el programa país financiado por el PNUMA.

Dados los daños que ocasiona la reducción de ozono en la vida terrestre, es importante hacer esfuerzos en la eliminación de las sustancias que agotan la capa de ozono en el país, de manera gradual, y no súbita, para evitar así un impacto radical en la economía nacional. Para ello, se ha elaborado una guía para los procedimientos de recuperación, aprovechamiento, reciclaje y conversión de estos refrigerantes.

La producción de CFCs, por parte de los países desarrollados, serán eliminadas a finales de 1995; por lo tanto, El Salvador, como signatario del Protocolo de Montreal, y, en un futuro de sus enmiendas, se verá afectada por esa medida. Si bien el país tiene un plazo adicional de diez años, con respecto a los países desarrollados, es necesario proporcionar una herramienta futura que sirva

como base para el tratamiento de refrigerantes tradicionales y alternativos, empleando en los campos de la refrigeración y aire acondicionado, en vías de evitar la destrucción de la capa de ozono.

1.13. CONVERSIÓN A REFRIGERANTES ALTERNATIVOS.

La conversión a refrigerantes alternativos de los equipos de refrigeración y aire acondicionado que utilizan refrigerantes CFCs es algo que se dará con el tiempo, debido a la eliminación que plantea el Protocolo de Montreal .

1.13.1 **Alcance de la Conversión .**

En el ciclo de refrigeración que se usan los CFCs es en el de compresión de vapor, el cual es el mas difundido en todo el mundo, por lo tanto, el alcance que tendrá la conversión a nivel mundial será total.

En nuestro país el alcance que tendrá la conversión es el mismo que a nivel mundial, pero a largo plazo. Sin embargo, la producción de CFCs por parte de los países desarrollados cesaron a finales 1995 y la implementación del programa País en El Salvador hace necesaria la búsqueda de alternativas a corto plazo, tal como reciclar refrigerantes. La escasa disponibilidad de CFCs y su alto precio en el futuro, junto a las exigencias legales para su eliminación, harán que los propietarios de equipos que las consumen opten como última solución convertir sus sistemas a refrigerantes alternativos o cambiarlos por uno nuevo que no emplee CFCs.

1.13.2 **Desventajas y Ventajas de la Conversión.**

Desde el punto de vista del medio ambiente esta opción es la mejor ya que se utilizan refrigerantes con ODP cero o muy bajos.

Por el lado técnico hay que hacer ajustes y cambios, como por ejemplo: el aceite mineral se cambia por un aceite éster.

Esta solución es definitiva, ya que no se produce reducción en la capa de ozono, el cual es el objetivo del Protocolo de Montreal.

En cuanto a costo puede ser variable, dependiendo de las modificaciones que se tienen que hacer al sistema a convertir. Sin embargo se puede decir que la conversión , actualmente, es relativamente

cara comparada con otras alternativas como el reciclaje, ya que los refrigerantes y los accesorios tienen un precio muy por encima comparado con los CFCs .

Existen refrigerantes HCFCs, tales como el R-22, que también se consideran como alternativos, a mediano plazo, cuyo manejo es conocido y su precio es relativamente bajo.

1.13.3 Refrigerantes Alternativos.

Se denominan “alternativos” por que son la elección para sustituir a los refrigerantes que dañan la capa de ozono. Estos refrigerantes no contienen átomos de cloro, que e el principal destructor del ozono, por lo tanto que su ODP es igual a cero, no así su PCG, aunque en promedio es menor que el de los CFCs. Algunos refrigerantes alternativos son llamados Hidrofluorocarbonos y su abreviatura es HFCs.

Como se puede ver en la tabla T-1.6, entre los refrigerantes alternativos se mencionan los HCFCs, y mezclas de estos con HFCs. El ODP de los HCFCs es bastante bajo y el ODP del resultado de una mezcla que contenga HFCs y HCFCs son una alternativa de transición a la conversión, por lo que el Protocolo de Montreal estipulo su fecha de eliminación para mucho tiempo después de la eliminación de los CFCs. Sin embargo, en la tabla también se mencionan posibles alternativas para los HCFCs

En la actualidad, el único refrigerante alternativo que se encuentra el mercado nacional es el HFC-134a, sustituto del CFC-12. El HFC-134a tiene, hoy en día, un precio cinco veces mayor que el CFC-12; por esta razón, no tiene demanda en el aspecto de conversión, sino solamente en el mantenimiento de aquellos equipos que lo utilizan(por ejemplo, el aire acondicionado de algunos vehículos nuevos).

TABLA T-1.6

Refrigerantes actualmente preferidos como alternativos de refrigerantes convencionales.

REFRIGERANTE CONVENCIONAL	REFRIGERANTE ALTERNATIVO
CFC-11	HFC-245a
	HCFC-141b
	HCFC-123
CFC-12	HCFC-134a
CFC-113	HFC-152a
CFC-114	(HCFC-22/HCFC-142b)
CFC-115	(HCFC-22/HFC-152a/CFC-114)
R-502(CFC-12/HFC-152a) % p (73.8/26.2)	R-401C(HCFC-22/HFC-152a/CFC-124) % p(33/15/52)
R-502 (HCFC-22/CFC-115) % p (48.8/51.2)	R-402 A(HFC-125/HFC-290/HCFC-22) %p(60/2/60)
	R-402B(HFC-125/HFC-290/HCFC-22) % p (38/2/60)
	R-404A(HFC-125/HFC-143a/HFC-134a) %p (44/52/4)
	R-407B
HCFC-22	R-407B
	R-407C
HCFC-123	HFC-245a

1.13.4 Aspectos a Considerar en la Conversión

El principal aspecto a considerar en la conversión es que el refrigerante alternativo presente las mismas propiedades del CFC a sustituir, y que proporcione resultados de operación parecidos a los anteriores, bajo las condiciones de trabajo del equipo.

En la tabla T-1.6 se muestran algunos refrigerantes alternativos con algunas propiedades, la tabla esta separada en dos grupos, un grupo de refrigerantes alternativos con ODP igual a cero y el otro grupo con refrigerantes que tienen un muy bajo ODP y se pueden considerar como alternativos de transición.

Es importante que la relación presión temperatura de los dos refrigerantes (convencionales y alternativos) en el rango de temperatura deseada sea parecida, obteniéndose así un resultado de operación similar. Por ejemplo, para el HFC-134a se muestran las propiedades de presión temperatura comparadas con el CFC-12 en la tabla anterior.

Esta gráfica se obtiene empleando los datos de las tablas presión temperatura de saturación.

Se observa que los refrigerantes HFC-134a y CFC-12 presentan las mismas a 19°C aproximadamente.

Otros aspectos a considerar del refrigerante alternativo a usarse en reemplazo son: la miscibilidad con el aceite, la inflamabilidad, compatibilidad y estabilidad con los demás materiales, toxicidad y estabilidad atmosférica.

1.13.5 Procedimiento de actualización de los refrigerantes sustitutos.

A) REGISTRAR INFORMACIÓN DE LA LÍNEA BASE

Es deseable registrar la información sobre el funcionamiento del sistema antes de la adecuación, para establecer las condiciones operativas normales del equipo. La información debe incluir mediciones de temperatura en todo el sistema, incluyendo el evaporador, la succión y descarga del compresor, el condensador y el aparato de expansión. Estas mediciones serán útiles al ajustar el sistema con el refrigerante sustitutos durante la adecuación.

B) AISLAR LA CARGA DEL REFRIGERANTE

La carga del refrigerante debe ser aislada del resto del sistema bombeándola hacia el recipiente del líquido se deberá retirar el refrigerante utilizando una máquina recuperadora certificada, capaz de cubrir o exceder los niveles requeridos de evacuación.

La carga deberá ser depositada en un cilindro de recuperación.

NO DEJE ESCAPAR EL REFRIGERANTE.

Es útil conocer la cantidad de carga del refrigerante en uso recomendada para el sistema. Si no se conoce, pese el total del refrigerante retirado y utilice esta medición como una guía para la cantidad inicial del nuevo refrigerante sustituto a cargar el sistema.

C) SELECCIONAR EL LUBRICANTE DEL COMPRESOR Generalmente se utiliza el aceite mineral y los alquilbencenos como lubricantes para los compresores de R-502. Sin embargo, para lograr la mezclabilidad del sustituto con el lubricante se debe utilizar un poliéster

Las diferencias entre los lubricantes a base de poliéster hacen difícil presuponer que son intercambiables. Verificar con el fabricante del compresor en cuanto al grado de viscosidad a la marca correcta del lubricante para el tipo de compresor del sistema que se está actualizando.

D) VACIAR EL LUBRICANTE.

Ya que muchos compresores herméticos pequeños no tienen orificios para el vaciado del aceite, puede ser necesario retirar el compresor del sistema para vaciar el lubricante. El mejor punto del sistema para vaciar es la línea de succión del compresor.

Siguiendo este procedimientos es posible vaciar casi el 95% del lubricante. Recuerde que se debe retirar la mayor parte del aceite mineral antes de agregar el lubricante de reemplazo.

El caso de sistemas mas grandes debe vaciar el aceite desde puntos múltiples en el sistema.

Se debe prestar particular atención a las áreas bajas alrededor del evaporador en donde con frecuencia se acumula el lubricante. Tambien se debe vaciar el aceite mineral de los separadores y/o los acumuladores de succión de aceite.

E) MEDIR LUBRICANTE EXISTENTE.

Mida y registra el volumen de lubricante retirado del sistema. Compare esta cantidad con la cantidad recomendada por el fabricante para asegurar que se a retirado la mayor parte del mismo.

Este volumen también se utilizara como guía para determinar la cantidad del lubricante de poliolester a agregar en el siguiente paso.

F) VOLVER A CARGAR EL COMPRESOR CON LUBRICANTE DE POLIOLESTER O ALQUILBENCENO

Agregue al compresor el mismo volumen de lubricante que el volumen de aceite mineral vaciado

En el caso de sistemas pequeños con líneas costas de refrigerante, el aceite mineral puede tener suficiente miscibilidad con el sustituto, para alcanzar un regreso adecuado hacia el compresor

G) REINSTALAR EL COMPRESOR

Reinstalar el compresor siguiendo las practicas de servicio recomendadas por el fabricante.

H) EVALUAR EL APARATO DE EXPANSIÓN

La mayoría de los sistemas con válvulas de expansión comunes que utilizan el CFC-12 operan satisfactoriamente con los nuevos sustitutos. Si el sistema incluye un tubo capilar, se necesitara reemplazarlo con uno de mayor restricción para lograr un funcionamiento satisfactorio sobre el rango completo de las condiciones de diseño.

Si no se tiene la información disponible del fabricante se sugiere reemplazar el tubo capilar con uno del mismo diámetro pero con una longitud 50% mayor.

Por ejemplo, si el tubo capilar del sistema con CFC-12 tiene una longitud de 40 pulgadas, la longitud optima para el sustituto debe ser aproximadamente de 60 pulgadas. Si embargo, puede ser más sencillo y efectivo reemplazar el tubo capilar con una válvula de expansión de tamaño

apropiado. En la mayoría de los casos se puede operar la unidad con el tubo capilar original cargándola con una cantidad menor del sustituto.

El funcionamiento puede ser satisfactorio si se espera que las condiciones ambientales sean relativamente constantes. No obstante, si se espera la operación en un amplio rango de temperaturas de condensación, se puede presentar un funcionamiento no satisfactorio a temperaturas de condensación altas y bajas.

Entre los problemas potenciales se incluiría una retroalimentación de líquido y una sobrecarga del motor a temperaturas de condensación altas, así como una pérdida del sello del líquido que entra al tubo capilar a temperaturas de condensación bajas.

I) REEMPLAZAR EL FILTRO DESECANTE.

Después del mantenimiento del sistema, una práctica recomendada de servicio es reemplazar el filtro desecante. Hay dos tipos de filtros desecantes que se utilizan comúnmente en equipos de refrigeración: el de llenado holgado y de núcleo sólido.

Muchos de los desecantes estándar de llenado holgado o de núcleo sólido que se utilizan con el refrigerante son compatibles con algunos sustitutos no todos los casos. Hay que consultar con el fabricante para asegurarse el desecante de reemplazo compatibles con los sustitutos.

J) VOLVER A EVACUAR Y CARGAR CON EL REFRIGERANTE.

Siga las prácticas normales de servicio para reconectar y evacuar el sistema. Para retirar el aire y alguna otra sustancia no condensable, recomendándose un vacío completo a 1000 micrones o menos en ambos extremos del lado de baja del sistema.

Tratar de evacuar un sistema con la bomba conectada solamente a un extremo inferior del mismo no servirá para retirar adecuadamente la humedad y las sustancias no condensables tales como el aire. Utilizando un buen manómetro electrónico para medir el vacío, ya que con el medidor de refrigeración no se puede realizar una lectura precisa.

K) VOLVER A CARGAR EL REFRIGERANTE.

Si se bombeo la carga del sistema hacia el receptor del líquido, el resto del sistema deberá evacuarse y después abrirse las válvulas del receptor del líquido.

Si se recolecto la carga original en un cilindro de recuperación, se evacua el sistema y se recargara con el refrigerante original. Puede ser necesario llenar hasta el máximo la carga refrigerante para compensar la pequeña cantidad perdida en el vaciado del aceite mineral.

L) ENCENDER EL COMPRESOR.

Encienda el compresor con el lubricante de poliolester y el refrigerante y déjelo funcionando por lo menos durante 24 horas. En seguida vacíe el poliolester y reemplácelos con una nueva carga de poliolester.

Revise el lubricante que se vació y asegúrese que el contenido residual de aceite mineral es menor del 5%. Existen estuches(kit) de pruebas de diversos proveedores de lubricantes con los que se verifica el contenido residual del aceite mineral.

Por lo general se requiere aproximadamente tres cargas para lograr que el contenido de aceite mineral llegue a un nivel aceptable.

M) REVISAR LA OPERACIÓN DEL SISTEMA.

Encienda el sistema y deje que las condiciones se estabilicen. Si el sistema esta cargado con una cantidad menor agregue la mezcla del sustituto en incrementos de 5% con respecto al peso de la carga original.

Por ejemplo si la carga original era de 100 libras, cargue incrementos de 5 libras. Continuando hasta lograr las condiciones de funcionamiento deseadas.

Después de la estabilización, las presiones de succión del compresor deberán encontrarse a aproximadamente 1 psi de la operación normal del sistema.

Puede ser necesario reajustar el cortocircuito de presión alta para compensar las presiones mayores de descarga del sistema con mezclas. Se debe realizar este procedimiento cuidadosamente para evitar exceder los limites operativos recomendados del compresor y de otros componentes del sistema.

El uso de un aparato de expansión no optimizado para el sistema, tal como el tubo capilar original, hará que la unidad sea mas sensible a la carga y/o a las condiciones operativas.

Como resultado el funcionamiento del mismo cambiara mas rápidamente se esta sobrecargado o tiene una carga menor de sustitutos.

N) CONTINUAR CON LA LIMPIEZA DEL SISTEMA.

Repetir los pasos K y L hasta que el contenido residual sea menor que el 5%. El lubricante que se retiro de los compresores en el procedimientos de limpieza se debe desechar apropiadamente.

O) INDICAR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

Después de actualizar el sistema con mezclas, indique por medio de una etiqueta los compresores del sistema identificando el refrigerante y especificando el tipo de lubricante en el sistema. Esto ayudara a asegurar que en el futuro se utilizara el refrigerante y lubricante apropiados para dar servicio al equipo.

1.13.6 Aspectos del Aceite Lubricante.

Una de las principales características deseables de un aceite lubricante para refrigeración, además de lubricar las partes del compresor, es la miscibilidad con el refrigerante. Dicha característica, garantiza la circulación del aceite en el sistema de refrigeración y su vuelta al compresor. Los aceites minerales y sintéticos actualmente utilizados son completamente miscibles con los CFCs y HCFCs, no así con los HFCs debido a su alta polaridad(no se mezclan).

El problema que crea la inmiscibilidad del refrigerante y el aceite, es que el aceite no retorne al compresor con sus respectivas consecuencia, otro problema que se puede crear debido a la inmiscibilidad es la acumulación de aceite en el evaporador, disminuyendo la capacidad de refrigeración del equipo.

Como solución a este problema se desarrollaron nuevos tipos de lubricantes. Estos son aceites sintéticos de alta polaridad del tipo éster, siendo miscibles con los refrigerantes HFCs. Sin embargo, algunas veces el aceite éster daña ciertas partes del sistema, debido a que al ser calentado aumenta su acidez y es aún mayor si absorbe agua(la que podría estar presente en el sistema); por ello es necesario tener algunas precauciones y consultar con el proveedor del producto en cuanto a su compatibilidad con los materiales

Otra característica de gran importancia de los aceites éster , es la absorción de humedad (higroscopicidad) la cual es mucho mayor que la de los aceites minerales ver figura 2.2.

Esta característica es de preocupación en el instante en que la concentración de humedad a niveles muy elevados provoca la descomposición (hidrólisis) del tipo de aceite éster en ácido y alcohol incidiendo notablemente en el aislamiento de los alambres de cobre, en los materiales aislantes usados en las ranuras del motor y en la bobina , tornándolos frágiles, y por lo tanto, conduciendo a que se queme el motor. Por lo anterior, se recomienda que los componentes, incluso el compresor, no deben quedar abiertos por mas de 15 minutos, para evitar que absorban humedad del aire.

1.13.7 Inflamabilidad.

La sustitución progresiva de los átomos de hidrogeno por átomos de flúor tiende a reducir la inflamabilidad de los hidrocarburos. Como una regla de dedo, un hidrocarburo que contenga flúor no será inflamable si el número de enlaces de carbono-fluor excede el total de enlaces de carbono-carbono y carbono-hidrogeno.

La inflamabilidad de los refrigerantes alternativos sean HFCs, HCFCs u otro tipo se debe considerar para cada caso.

1.13.8 Estabilidad y Compatibilidad con Materiales.

Los materiales metálicos actualmente utilizados en los sistemas de refrigeración tales como : acero, cobre y aluminio son totalmente compatibles con los HFCs. Los elastómeros como CAF, Nylon y Neopreno no presentan problemas al trabajar con HFCs; otros como goma natural, botil y vitons, forman boyas y se hinchan en presencia de algunos HFCs, por lo que no se recomiendan.

1.13.9 Toxicidad.

La toxicidad de un potencial refrigerante alternativo es de crucial importancia, ya que estos frecuentemente se usan para: almacenamiento de alimentos, enfriamiento de liquido, acondicionamiento de aire, etc. Por lo que pueden tener contacto con las personas, ante posibilidades de una fuga.

El aire es la excepción a la regla de que todas las sustancias gaseosas son , hasta ciertos grado, tóxicas. Desde luego, hay varios grados de toxicidad. El dióxido de carbono no lo exhalamos al respirar, y por lo tanto es inocuo para los seres humanos hasta determinada concentración en la atmósfera que los rodee. Sin embargo, una persona que se exponga a una atmósfera con 8 a 10% de dióxido de carbono, o mas, perdería rápidamente el conocimiento.

Las pruebas que se realizaron en los laboratorios Underwriters' Laboratorios fueron para el tipo de sustancia química, el porcentaje del vapor que se probó en la atmósfera dada, y la duración de exposición del animal a la mezcla. Los laboratorios han desarrollado una clasificación numérica que va del valor del 1 al 6 (ver tabla T-1.7). El número más bajo es para el refrigerante mas tóxico y peligroso, y el mayor es el del refrigerante menos tóxico. A continuación una lista de las

clasificaciones de los refrigerantes y de las concentraciones y duraciones de las exposiciones que producen lesiones graves.

T-1.7

Grupo	Limitaciones	Refrigerante
1	Concentraciones de gases o vapores de 0.5 a 1 % durante unos 5 minutos pueden producir lesiones graves o la muerte	DIÓXIDO DE AZUFRE
2	Concentraciones de gases o vapores de 0.5 a 1% durante unos 30 minutos pueden producir lesiones o la muerte	AMONIACO
3	Concentraciones de gases o vapores de 2 a 2.5% durante 1 hora pueden producir lesiones graves o la muerte	CLOROFORMO
4	Concentraciones de gases o vapores de 2 a 2.5% durante 2 horas pueden producir lesiones graves o la muerte	CLORURO DE METILO
5	Gases o vapores que son menos tóxicos que los del grupo 4, pero más tóxicos que los del grupo 6 Butano, Propano.	Refrigerantes 11, 22, 502;
6	Concentraciones de gases o vapores de un 20% durante un periodo de unas 2 horas aparentemente no producen lesiones.	Refrigerantes 12, 114

1.13.10 Estabilidad atmosférica.

Teniendo como objetivo evitar la destrucción de la capa de ozono, la mejor solución es utilizar refrigerantes que no contengan átomos de cloro o bromo, es decir un refrigerante con ODP igual a cero.

Sin embargo, una combinación de una fuerte absorción infrarroja y un largo periodo de vida en la atmósfera pueden hacer vulnerables al compuesto de tener un alto PCG.

1.13.11. Otro esquema de la Conversión de refrigerantes

El procedimiento de conversión que se planteará es un ejemplo de los pasos que se tienen que seguir para efectuar el cambio de un sistema que use CFCs a HFCs, tomando en cuenta factores como : la miscibilidad del lubricante y la absorción de humedad del lubricante. Estos pasos son:

A. Consultar a los fabricantes originales del equipo para modificaciones específicas a los equipos como pueden ser : capacidad del evaporador, capacidad del condensador, tipo de válvula de expansión, los materiales usados en el circuito, tipo de aceite, potencia del compresor, desplazamiento del compresor.

B. Recuperar la carga de refrigerante CFC en un cilindro de recuperación .

C. Drenar el aceite mineral del sistema, especialmente del compresor, de todos los puntos bajo, y si existiese, del separador de aceite.

D. Reemplazar los filtros/deshidratadores, poniendo siempre filtros del tipo para CFCs.

E. Cargar el sistema con el lubricante sintético poliol éster adecuado para la aplicación. Para esto se debe consultar las características de estos lubricantes con el fabricante o el proveedor.

F. Hacer vacío, mantenerlo por un mínimo de una hora para cargar el sistema con el CFC anteriormente recuperado.

G. Hacer funcionar el sistema con el CFC y el lubricante éster dando un tiempo suficiente para que el lubricante de éster y el aceite mineral se mezclen totalmente con la carga de CFC. El tiempo de funcionamiento variará desde varias horas hasta una semana, dependiendo del tamaño del equipo.

H. Drenar el lubricante éster y recargar con una nueva carga de este mismo, para luego repetir el paso anterior. Repetir este procedimiento hasta que el nivel residual de aceite mineral sea menor que el recomendado por los fabricantes del equipo original. La mayoría de estos fabricantes recomiendan menos del 5% de contenido residual de aceite mineral. Algunos equipos soportar niveles mayores, pero si la cantidad de aceite mineral es significativa, disminuye la eficiencia de los intercambiadores de calor (condensador y evaporador).

I. Recuperar el CFC para su posterior almacenamiento en un cilindro recuperador o destrucción en una instalación apropiada.

J. Hacer cualquier modificación necesaria al equipo (tal como recomiendan los fabricantes del equipo original). Esto puede incluir el cambio de los filtros/deshidratadores de las líneas de

liquido y de succión, el ajuste de la válvula de expansión, el reajuste de los controles y posiblemente modificar el compresor.

K. Deshidratar y revisar si existen fugas en el sistema.

L. Hacer vacío correspondiente y cargar con el HCFC apropiado para el caso.

M. Como ultimo paso revisar por un periodo de tiempo el funcionamiento del sistema.

1.13.12 Rotulación

Es muy útil para información, mantenimiento o reparación, conocer que el equipo de refrigeración o aire acondicionado que ha sido convertido a algún refrigerante alternativo este indicado o rotulado.

El rotulo debe contener: el nombre y número de refrigerante alternativo, la cantidad de este refrigerante empleado en el sistema, el tipo de aceite y las condiciones de presión, corriente y voltaje en que trabaja.

La ubicación debe ser en un lugar claramente visible y que se encuentre protegido de la intemperie, humedad y calor para que dure mucho tiempo.

1.13.13 Reacondicionamiento para A/C Móviles

Casi todos los sistemas de aire acondicionado A/C móviles utilizan el CFC-12 como el fluido refrigerante. Esto incluye automóviles, camionetas, camiones ligeros y pesados, así como autobuses y equipo de construcción para carreteras.

La ciencia ha encontrado evidencia que los CFCs son la principal causa de agotamiento de la capa de ozono protectora de la tierra.

El HFC-134a (ver tabla T-1.8) es el refrigerante a elegir para sustituir el CFC-12 en los nuevos sistemas de A/C móviles.

1.13.13.1 Propiedades del HFC-134a

T-1.8

	HFC-134a	CFC-12
Fórmula química	CH ₂ FCF ₃	CCL ₂ F ₂
Peso Molecular	102.0	121
Potencial de agotamiento del ozono(ODP)	0	1.0
Potencial de calentamiento del Globo con Halocarburos (HGWP)	0.26	3.0
Toxicidad (TLV; ppm)	1.000	1.000
Inflamabilidad	No inflamable	No inflamable.
Punto de ebullición 1 atm. °C	-26.2	-29.8
Punto de congelación °C	-101	-158
Temperatura critica °C	101	112
Presión critica psia	588.3	596.9
Densidad del líquido @(77F),g/cc	1.203	1.31125C
Presión de vapor @25 °C(77F)	96	94.5
Densidad del vapor 25°C	3.6	
Solubilidad en agua @ 25C(77F)		
1 atm, % en peso	0.15	0.028

1.13.13.2 Consideraciones de Seguridad.

Puesto que las propiedades físicas y químicas del HFC-134a son muy similares al CFC-12 , la mayor parte de las mismas consideraciones de seguridad se aplican al HFC-134a .Existe una importante diferencia entre los dos materiales. Ambos no son inflamables a temperatura ambiente y a presión atmosférica. Sin embargo pruebas bajo condiciones controladas han indicado que a presiones superiores a la atmosférica con concentraciones de aire mayores a los 60% en volumen, el HFC-134a puede formar mezclas combustibles, en este respecto el producto se comporta de manera similar al HCFC-22 , que no es inflamable, pero también es combustible a presiones superiores a la

atmosférica en presencia de altas concentraciones de aire. BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA se deberá probar presión en Almacenamiento a Granel, llenado de cilindros, carga de equipo o Reacondicionamiento de recuperación o sistemas A/C móviles con mezcla aire / HFC-134a

1.13.13.3 Cambios en el Sistema

Para el propietario del sistema, el sistema se verá igual. Sin embargo habrá algunos cambios importantes realizados internamente para asegurar un buen rendimiento y confiabilidad. El cambio mas importante esta en el lubricante. Los sistemas CFC-12 utilizan aceites minerales; este tipo de aceite no es apropiado para HFC-134a debido a su baja miscibilidad. Los sistemas con HFC-134a emplean un nuevo lubricante sintético de la familia polialquilenglicol (PAG). Este material tiene miscibilidad aceptable y una buena estabilidad térmica.

También es compatible con la mayoría de los componentes en el sistema. Debido a que se soportan cargas mas elevadas en el compresor a causa de una mayor proporción en la compresión. Los soportes en ciertos tipos de compresor se volverán a diseñar. Así mismo debido a las diferentes propiedades químicas y físicas del HFC-134a , la configuración interna del compresor podrán ser cambiadas ligeramente para mejorar el rendimiento. El HFC-134a opera a presiones de descarga del compresor elevadas que el CFC-12 ; por lo consiguiente, la capacidad de condensación se debe incrementar. Esto se efectuara aumentando la capacidad del propio condensador o mejorando el flujo de aire a través del condensador incrementando la capacidad del ventilador o agregando desviadores de aire para evitar que el aire que sale del compartimiento del motor pase a través del condensador.

Se utiliza un desecante en forma de esferas de tamiz molecular en el sistema para eliminar pequeñas cantidades de humedad. Debido a que el HFC-134a es químicamente es mas reactivo con el desecante que se utiliza actualmente con CFC-12 , se utilizara un nuevo tipo de desecante XH-7. Debido a la mayor solubilidad de agua tanto para el PAG como el HFC-134a , y a una capacidad para retener agua ligeramente menor del nuevo desecante , es posible que se requiera alrededor del 10% al 20% mas de desecante.

En los nuevos sistemas de HFC-134a es la reducción de la carga refrigerante y se estima que se reducirá en un 10% en ciertos sistemas. Otro objetivo importante es reducir las emisiones de refrigerante desde el sistema. Esto se llevara a cabo utilizando mangueras que son menos permeables al HFC-134a. La mayor parte de estas mangueras contendrá una capa de fino Nylon para

actuar como la barrera contra la permeabilidad. También se reducirán las fugas rediseñando el sello del eje del compresor y las conexiones en todo el sistema

1.13.14 **Reacondicionamiento específicos de Equipos con MP 39 y MP66**

Los refrigerantes MP39 y MP66 son mezclas de tres componentes; HCFC-22 , HFC-152a y HCFC-124 que se han desarrollado como refrigerantes alternos para reemplazar al CFC-12 en aplicaciones de refrigeración de temperatura media. La mayoría de sistemas con CFC-12 que usan compresores recíprocos pueden ser reacondicionados fácil y económicamente para usar MP39 y MP66 . esto permite que el equipo instalado continúe en servicio durante el resto de su vida útil. Ambos refrigerantes ofrecen propiedades ambientales mejoradas en comparación con el CFC-12 , con un potencial de agotamiento de ozono y un potencial de sobrecalentamiento de la tierra significativamente mas bajos

Las mezclas de MP y lubricante de alquilbenceno son compatibles con la mayoría de los materiales de construcción comunmente utilizados en los sistemas con CFCs. La composición de cada mezcla ha sido seleccionada para proporcionar un rendimiento comparable con el CFC-12 para aplicaciones específicas , en términos tanto de capacidad como de eficiencia de energía. Como resultado, las modificaciones mínimas del sistema son anticipadas cuando se reacondicionan los sistemas con CFC-12 a MP39 o MP66.

Tanto el MP39 como el MP66 son miscibles con lubricantes de alquilbenceno, los cuales actualmente están en uso comercial con CFC-12 en algunos sistemas de refrigeración. Otros refrigerantes alternos como el HCFC-22 y el HFC-134a , pudieran requerir mayores modificaciones dentro del sistema al ser reacondicionado el sistema actualmente con CFC-12 , lo cual pudiera resultar costoso.

El MP39 es el refrigerante alternativo recomendado para la mayoría de los sistemas con CFC-12 de temperatura media. Con el se espera un rendimiento comparable con el CFC-12 en sistemas que operan con temperaturas del evaporador de -23 a -7 °C, haciéndolo adecuado para reemplazarlo en aplicaciones tales como: vitrinas de supermercado cámaras de refrigeración, maquinas expendedoras de bebidas, conservadores de alimentos y lácteos, maquinas despachadores, **refrigeradores caseros**. El uso del MP66 esta diseñado principalmente para reemplazar al CFC-12 como refrigerante de adecuación en refrigeración de transporte. Sin embargo en casos que existan

relaciones de alta presión, el uso del MP66 puede provocar serias reducciones de capacidad y temperaturas de descarga excesivas.

Es importante comunicarse con el fabricante del equipo para solicitar recomendaciones sobre la actualización del CFC-12 .EL MP66 también es adecuado para aplicaciones de congeladores domésticos y comerciales en los que las temperaturas del evaporador se encuentran por debajo de - 23°C.

Se debe utilizar las mezclas MP o el HFC-134a?

En la medida de lo posible , la adecuación preferida para el CFC-12 es HFC-134a, un refrigerante que no agota la capa de ozono y que reemplazara al CFC-12 en la mayoría de aplicaciones OEM(original equipment manufacturer). Sin embargo , en algunos casos la actualización con HFC-134a puede ser difícil ya que se debe retirar todo el aceite mineral en el sistema. Para estos casos se puede preferir fluido s o mezclas de servicio profesionales tales como los son los MP39 y MP66.

Las mezclas MP no son azeotropos, cada uno se puede aislar. Como consecuencia , los técnicos de servicio se deben familiarizar con procedimientos modificados para realizar cada adecuación de manera efectiva utilizando las mezclas MP.

1.13.14.1 Propiedades.(ver tabla T-1.9)

T-1.9

	MP39	MP66
Clorodifluorometano HCFC-22%	52	60
Difluoroetano HFC-152a %	15	13
Clorotetrafluoroetano HCFC-124%	33	27
Punto de Ebullición °C	-33	-34.7
Presión de vapor psia@25 °C	111.2	100.4
% de volatilidad	100 de su peso	100 de su peso
Índice de evaporación	mayor de 1	mayor de 1
Solubilidad en agua %@25 °C	0.21 de su peso	0.1 de su peso
Gravedad específica g/cc@25 °C	1.188	1.186

1.13.15 El Refrigerante HP62

Es la mejor alternativa para los nuevos equipos basados en la tecnología de R-502 . Si se esta instalando un nuevo equipo de refrigeración, la alternativa para proteger el medio ambiente cuando se este ejecutando el equivalente al R-502 entonces HP62 es el mejor reemplazo. El HP62 es una mezcla de hidroc fluorocarbono con potencial de agotamiento de ozono igual a cero, esto es bueno para al medio ambiente, pero también tiene unas temperaturas bajas de descarga mas que el R-502 , extendiendo la vida del compresor. El HP62 es el mejor refrigerante ideal para los mas completos rangos de operación. Hay grandes razones para especificar el HP62, por ejemplo: tiene los mas cercanas presiones de operación para el R-502 comparado con otro nuevo refrigerante HFC, esto significa que puede ser usado in mas equipos diseñados y no requiere diseños no es requerido. El HP62 opera en sistemas de R-502 y cualquier sistema R-22.(ver tabla T-1.10)

1.13.15.1 Propiedades

	HP62	R-502
Punto de Ebullición °C	-46.5	-45.4
Presión de vapor,		
Liquido saturado psia@25 °C	182.0	168
Densidad del vapor saturado		
-15 °C Lb/Ft ³	1.14	1.30
Densidad del liquido saturado		
-25 °C Lb/Ft ³	65.45	75.9
Calor vaporización BTU/Lb	103	77.15
potencial de agotamiento de ozono	0	0.23

1.13.15.2 Modificaciones del Sistema.

El HP62 provee eficiencia de energía y capacidad igual al R-502 con una temperatura mas baja de descarga y una presión de descarga ligeramente mayor. Como resultado tenemos las mínimas modificaciones del sistema que pueden ser anticipadas cuando el Reacondicionamiento en los sistemas de R-502 .

La compatibilidad química de plásticos y elastómeros deberían se consideradas antes de la readecuación a HP62 y el poliolester. Pruebas muestran que estará dentro de una familia de elastómeros y plásticos que trabajaran con todos los refrigerantes alternativos. Se recomienda que los sellos, sello de ejes y empaques sean revisados con el equipo del fabricante antes de readecuarlos.

Es importante la nota que el HP62 no fue diseñado para uso en conjunto con otros refrigerantes en donde adicionando HP62 a cualquier otro refrigerante puede formar mezclas las cuales podrían causar daños al sistema.

El HP62 es el refrigerante alternativo para todo el rango de temperaturas de los sistemas de R-502 , haciéndose uso en aplicaciones tales como:

- * Servicio de comida, refrigeración comercial.

- * Refrigeración en transporte y

para temperaturas entre los rangos de aplicaciones del refrigerante R-502 . Refrigerantes alternativos basados en HCFC para readecuación son también capaces, para aplicaciones comerciales semiherméticos tales como supermercados, temperaturas medias y bajas, el HP62 ofrece las mejores características de operación del compresor mas bajas en la descarga.

1.13.16 Refrigerante HP80(R-402A)

El HP80 es un refrigerante libre de CFC, comercialmente disponible , que esta diseñado para reemplazar al R-502. El equipo con R-502 existente necesitara ser reacondicionado con refrigerantes alternos con el objeto de prolongar la vida útil del mismo, ya sea como resultado de la decisión para dejar de emplear los CFCs o seguir la eliminación por etapas de los refrigerantes con base CFC.

El HP80 es una mezcla ternaria de HCFC-22 HFC-125 HC-290(propano).

Como el HP80 tiene un hidroclorofluorocarbono , sustancia química regulada por la legislación actual y programada para control, los técnicos de servicio deben tener en mente que los futuros reglamentos pueden restringir aún mas el uso de refrigerantes que contengan HCFC y pueden imponer el uso máximo de CFCs tal como el AZ-50.

En la medida de lo posible para la sustitución alterna del R-502 debe ser un HFC como el AZ-50 (R-507). AZ-50 es un refrigerante que no agota la capa de ozono y su uso se ha incrementado en muchas aplicaciones OEM.

La mayoría de aplicaciones de refrigeración comercial es a temperaturas baja y media, en los cuales están los congeladores para supermercados, maquinas expendedoras de bebidas, exhibidores de productos refrigerados y maquinas para fabricar hielo.

En la mayoría de compresores de desplazamiento positivo(reciprocante, giratorio o rotatorio, de tornillo y en espiral) se pueden reacondicionar de manera fácil y económica para emplearse con el HP80. Esto permite que el equipo existente continúe operando en forma regular y eficiente aún después de que el R-502 ya no este disponible.

1.13.16.1 Propiedades del Sistema .

Se selecciono la composición HP80 para brindar la temperatura de descarga mas baja posible al mismo tiempo que proporciona un desempeño comparable al R-502 en términos tanto de capacidad como de rendimiento energético. Como resultado, se anticipan mínimas modificaciones al sistema al reacondicionar estos R-502 con HP80 .

El Reacondicionamiento de este R-502 a refrigerantes alternos como el HCFC-22 o HFC-125 , pueden adquirir modificaciones mas extensas.

El HP80 alternativa recomendada para la mayoría de los sistemas R-502. Con el HP80 se espera un rendimiento comparable al R-502 en sistemas que operan a temperatura del evaporador de menos 40°C y superiores.

(ver tabla T-1.11).

Tabla T-1.11

	HP80
Pentafluoroetano HFC-125 %	35-40
Clorodifluorometano HCFC-22 %	55-60
Propano %	2- 5
Punto de Ebullición °C	-47.4
Presión de vapor psia@25 °C	179.6
% de volatilidad	100 de su peso
Índice de evaporación	mayor de 1
Solubilidad en agua %@25 °C	no determinada
Gravedad específica g/cc@25 °C	1.14

1.13.17. Refrigerante HP81.

Se ha hecho necesario el desarrollo el desarrollo del refrigerante HP81 un azeotrópico para la sustitución del R-502. Provee reducciones casi del 90% tanto en el potencial de agotamiento de ozono como en el potencial de sobrecalentamiento de la tierra y se caracteriza por un rendimiento de enfriamiento que es esencial igual al R-502 . El R-502 que generalmente se usa para temperaturas bajas, es una mezcla azeotrópico compuesta por HCFC-22 (Clorodifluorometano) y CFC-115 (cloropentafluoroetano).

R-502 tiene un Punto de Ebullición de -45.6 °C , que lo convierte en el refrigerante de elección para muchas aplicaciones como congeladores de alimentos en supermercados, el transporte con refrigeración , maquinas para fabricar cubos de hielo.

Debido a la gran inversión instalada en sistemas de refrigeración a bajas temperaturas que se operan con R-502 , era necesaria una alternativa con propiedades similares para permitir la continuación del uso del equipo.

El HP81 , una mezcla azeotrópica de HFC-125 (Pentafluoroetano) HC-290 (propano) y HCFC-22 , tiene un Punto de Ebullición de -47.4 °C y propiedades físicas y parámetros de rendimiento de refrigeración que son muy similares al R-502 .

Se seleccionó esta composición para HP81 que proporciona un 4% en la capacidad de refrigeración en la capacidad de refrigeración y la misma eficiencia de energía que el R-502 . La temperatura de descarga del compresor es ligeramente mayor que para R-502 .Una comparación de la capacidad de refrigeración dentro del rango de temperaturas de evaporación -40 a 0 °C y una temperatura de condensación fija de 54.4 °C y una temperatura de succión de 18.3 °C esto comprueba que el HP81 proporciona una capacidad mayor de un 2% a un 8% que el R-502.

Con las mismas condiciones de operación, una gráfica del coeficiente de rendimiento(COP) contra un rango de temperaturas del evaporador muestra que el HP81 proporciona una mayor eficiencia de energía de 10 al 2%.

Con las mismas condiciones de operación, una gráfica de la temperatura de descarga del compresor contra las temperaturas del evaporador muestra que HP81 tiene una mayor temperatura de descarga del compresor entre 5 °C y 15 °C que el R-502 . Sin embargo HP81 proporciona una reducción en la temperatura de descarga del compresor tan elevada como lo es de 10 a 30 °C comparado con un sistema de una sola etapa de HCFC-22. Para aplicaciones donde la temperatura de descarga del compresor es una limitación.

1.13.17.1 Propiedades Azeotrópicas.

El HP81 es azeotrópico, las pruebas de fugas a temperatura ambiente muestra que los cambios en la composición son menores aún con grandes fugas del sistema. Cuando el 50% de HP81 se ha evaporado, la composición remanente en el sistema solo cambiara aproximadamente en un 7% en peso. Si ocurre una gran fuga de liquido, la composición no cambiara mesurablemente.

1.13.18 Refrigerante 404A.

EL HFC-404a es una mezcla de refrigerantes HFC-125 / HFC-143a / HFC-134a , desarrollado para servir como refrigerante alternativo a lo largo plazo del R-502 y HCFC-22 en aplicaciones de refrigeración comercial de temperatura baja y media.

Este producto es un HFC y por lo tanto no esta programado para discontinuación gradual bajo la presente regulación.

Entre las aplicaciones en las que el HFC-404a es un refrigerante adecuado para la adecuación en la que se incluyen los congeladores para supermercados, maquinas expendedoras de bebidas, exhibidores de productos refrigerados, maquinas para fabricar hielo y transporte refrigerados.

El HFC-404a no es un simple reemplazo para el R-502 . Los aceites minerales y los lubricantes alquilbencenos, los cuales se han venido utilizando tradicionalmente con el R-502 , no se mezclan con HFC-404a y por lo tanto se les debe reemplazar con nuevos lubricantes.

1.13.19 Refrigerante HFC-23 para muy bajas Temperaturas de Refrigeración.

El refrigerante HFC-23 conocido como FREON-23 es comercialmente capaz de la sustitución de los CFCs R-503 y R-13. Porque el R-503 y R-13 están dañando la capa de ozono ya que ambos contienen cloro, ellos serán desplazados por parte del Protocolo de Montreal. El HFC-23 no contiene cloro y además tiene un potencial de agotamiento de ozono igual a cero.

1.13.19.1 Propiedades Físicas y Ambientales.

Las propiedades físicas y ambientales generales del HFC-23 , R-503 y R-13 son comparadas a continuación:

	T-1.12		
	HFC-23	R-503	R-13
Punto de Ebullición °C	-80	-88.7	-81.4
Temperatura critica °C	25.8	19.4	28.8
Presión critica PSI	701.4	627.4	561
Presión de vapor psia@25 °C	685	NA	622
Densidad del vapor saturado			
-29 °C Lb/Ft ³	2.75	4.29	3.33
Densidad del liquido saturado			
-29 °C Lb/Ft ³	75.98	76.68	80.71
Calor vaporización BTU/Lb	103	77.15	63.85
potencial de agotamiento de ozono	0	0.599	1

1.13.20 Conservación y reciclaje de frigorígenos.

La conservación y reciclaje de frigorígenos tiene un propósito doble.

- * A base de reducir las emisiones de frigorígenos, se minimiza el daño a la atmósfera

- * A base de asegurar la reutilización de los frigorígenos, tendremos una reserva de los mismos para poder utilizar una vez se halla terminado la producción de CFCs.

Para ser eficaces deberá aplicarse técnicas de conservación al diseño , producción, funcionamiento y mantenimiento de los equipos, así como la utilización, recuperación, reutilización, transporte y almacenaje de los frigorígenos

Siempre deben usarse técnicas de recuperación y equipos que no liberan frigorígenos a la atmósfera. Algunas veces puede volverse a usar un frigorígenos sin ningún tratamiento posterior pero normalmente deberían reciclarse o recuperarse, dependiendo de su utilización posterior, para asegurarse de que no contiene ácido , petróleo, humedad, gases u otros contaminantes.

Normalmente un equipo nuevo de reciclaje consiste en un sistema de recuperación y un ciclo de purificación y cuesta entre 2000 y 10000 dólares.

Se utilizan varios procedimientos para purificar los frigorígenos , procedimientos que a su vez producen distintos grados de pureza. Están actualmente disponibles los equipos que utilizan uno o más de los procedimientos siguientes:

- * filtración - separación de las partículas de materia del frigorígenos
- * Secado - eliminación de la humedad.
- * Separación del petróleo
- * Destilación - evaporación y condensación del frigorígenos .

Si siguen con los procedimientos aceptados, el reciclaje del frigorígenos del sistema de aire acondicionado de un vehículo puede procurar hasta el 50% de frigorígenos que se necesita cargarlo nuevamente

El reciclaje y la regeneración serán cada vez más importante y extendidos, ya que la producción de CFCs va disminuyendo. Finalmente solo habrá CFCs reciclados para mantener los equipos que todavía están en funcionamiento.

1.13.21 **Flujogramas de readecuación de equipos estacionarios y móviles, para la utilización de un refrigerante alterno.**

1.13.21.1 Readecuación para equipos estacionarios (tipo casero).

El refrigerante MP39 es uno de los participantes para la readecuación y el reacondicionamiento de equipos caseros. El MP39 es el refrigerante alterno recomendado para la mayoría de los sistemas con CFC-12 de temperatura media.

Con el MP39 se espera un rendimiento comparable al del CFC-12 en los sistemas que operan con temperaturas del evaporador de $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, haciéndolo adecuado para emplearlo en aplicaciones tales como:

- Cámaras de refrigeración.
- Conservadores de alimentos lácteos.
- Máquinas despachadoras.
- Máquinas enfriadoras de bebidas.
- Refrigeradores caseros.

El refrigerante MP66 es uno de los refrigerantes alternos para ser utilizados, en congeladores del tipo doméstico, esto debido a que manejan temperaturas en evaporador entre de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para el caso se presenta el flujograma para la conversión de equipos a utilizar el refrigerante MP39.(Anexo 2).

1.13.21.2 Readecuación de equipos móviles.

Con la eliminación de los CFC's, los equipos de refrigeración, en este caso equipos de A/C, existentes necesitaran ser remplazados con nuevo equipo o ser reacondicionado para permitir que se use con refrigerntes alternos.

El refrigerante 134-a estudiado anteriormente es uno de los participantes para la readecuación y reacondicionamiento de equipos A/C móviles para lo cual se ha considerado su flujograma de proceso de readecuación en el anexo 3..

1.13.21.3 Equipos y accesorios necesarios para la conversion

1. Equipo de seguridad (guantes y lentes)
2. Manómetro de presión.

3. Termómetro
4. Bomba de vacío
5. Equipo para detectar fugas
6. Báscula
7. Unidad de recuperación
8. Cilindro de recuperación.
9. Contenedor para el lubricante recuperado
10. Nuevo lubricante.
11. Nuevo refrigerante, y nuevo deshidratador.

CAPITULO II

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los procesos para la localización de las principales fallas en el sistemas de refrigeración de un equipo doméstico, para lo cual se mencionan inicialmente los diferentes defectos que se frecuentan en estas unidades.

Encontraremos las diferentes causas de fallas en los refrigeradores domésticos, con sus respectivas recomendaciones de trabajo para el mantenimiento de estos equipos tan importantes en la vida de nuestras sociedades, e industrias en general del país.

El uso adecuado de los equipos de refrigeración doméstica se puede catalogar en un buen mantenimiento y una inspección de los problemas, reales que le estén ocurriendo y así poder atacarlos dentro de los procedimientos adecuados para su mantenimiento correctivo como preventivo que se desee realizar.

Existen muchas causas de fallas en los sistemas de refrigeración dentro de los cuales se tiene las presiones del sistema, las temperaturas de evaporación y condensación, tiempos de reacción de los componentes eléctricos, métodos de evacuación del sistema, métodos de carga de refrigerante suciedad y humedad, también se tiene las causas probables debidos a los defectos de la materia prima esencial para la construcción de los equipos de refrigeración.

Causas muy importantes, pero no muy tomadas en cuenta son, el manejo por los usuarios que influyen en la vida del equipo, ya que estos tienen requerimientos demandantes del sistema de refrigeración extremos, que por las capacidades de estos equipos, no les pueden cumplir y la conclusión de los usuarios es el equipo no sirve.

2.2 LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN REFRIGERACIÓN

En el anexo 5 encontrará un **cuadro de fallas y reparaciones**.

2.2.1 BAJA PRESIÓN EN LA SUCCIÓN

La presión de trabajo en la succión de un sistema de refrigeración, sea una unidad de aire acondicionado (alta temperatura), refrigerador (temperatura media), o congelador (baja temperatura), varía entre unos límites de presión que dependen de la carga de calor al evaporador. A

su vez, como la carga de calor en el evaporador varía con la cantidad de aire o líquido y/o la temperatura del aire o líquido que entra al evaporador, no es posible establecer una presión de trabajo definida en la succión. Por lo tanto, la presión de trabajo en la succión en un sistema de refrigeración no tiene valor significativo a menos que sea demasiado alta o baja.

Normalmente, las presiones de succión están en lo correspondiente a los límites de punto de ebullición de 35 °F a 65 °F. (2 a 18 °C.) en los sistemas de alta temperatura, de -10 °F a +5 °F. (-23 a -15 °C.) en los de temperatura media, y -25 a -5 °F. (-32 a -21 °C.) en los de baja temperatura. Las presiones de succión equivalentes mucho menores a esos límites indican que el gas no regresa al compresor con la suficiente rapidez con la que lo maneja. En el caso que las presiones en la succión sean demasiado altas, el compresor no maneja el gas tan rápidamente como regresa del evaporador. La eficiencia de un compresor depende de la presión del gas que entra a él (presión de succión) y de la presión que sale (descarga). Esta diferencia de presión se conoce como diferencial de compresión. Si la presión de succión baja y/o la de descarga sube, el diferencial de presión aumenta y la eficiencia volumétrica del compresor (capacidad del compresor de manejar el gas) disminuye. A la inversa, si la presión en la succión en la succión aumenta y/o la de descarga disminuye, con la cual se tiene una disminución del diferencial de compresión, aumenta la eficiencia volumétrica de compresión. Esto significa que en un sistema de refrigeración que funciona con normalidad, la cantidad de vapor de refrigerante producida en el evaporador y la eficiencia volumétrica del compresor alcanzan un punto de equilibrio . Por lo tanto, el punto de equilibrio de la presión en la succión sólo tiene importancia cuando ese punto de equilibrio queda arriba o abajo de los límites normales.

Las causas de baja presión de succión podrían ser las siguientes:

- A) Carga inadecuada para el evaporador.
- B) Mala distribución de carga.
- C) Distribuidor o circuitos del serpentín taponados.
- D) Tubo de líquido obstruido o taponado.
- E) Dispositivo de reducción de presión del refrigerante averiado mal ajustado.
- F) Tubo de refrigerante demasiado estrecho.
- G) Falta de refrigerante.
- H) Serpentín inundado de aceite.

Y) Baja diferencia de presiones.

2.2.2 ALTA PRESIÓN EN LA SUCCIÓN

Como se explicó anteriormente, la presión de succión es un equilibrio entre la producción de vapor por el evaporador, al absorber calor y hacer hervir el refrigerante líquido, y el compresor que succión el vapor y lo descarga a alta presión y caliente en el condensador.

Si por algún motivo el evaporador aumenta la rapidez de evaporación, o el compresor pierde capacidad de manejo de éste, la presión de succión se equilibrará en un valor más alto. Es natural que, un sistema se pone en marcha por primera vez, la presión en la succión será alta, por la carga térmica acumulada en el evaporador. Sin embargo, después de un tiempo razonable de funcionamiento, la presión de succión debe bajar a un nivel normal. Si continúa alta, puede ser debido a la demasiada rapidez de evaporación en el evaporador, o a reducción en rapidez de bombeo del compresor, o a una combinación ambas causas.

Una alta rapidez de evaporación en el evaporador puede deberse a:

- A) Carga inadecuada en el evaporador.
- B) Dispositivo reductor de presión del refrigerante averiado o mal ajustado.
- C) Sobrecarga del refrigerante.

La reducción en la rapidez de bombeo del compresor se puede deber a:

- A) Alta diferencia de presiones.
- B) Sobrecarga de refrigerante.
- C) Condensador inundado.
- D) Motor o transmisión del ventilador del condensador averiados.
- E) Ubicación de la unidad.
- F) Aire en el sistema.
- G) Obstrucción en el tubo de gas caliente.
- H) Compresor averiado.

2.2.3 ALTA DIFERENCIA DE PRESIONES

La alta diferencia de presiones en la unidad de condensación se origina por la incapacidad del condensador para eliminar el calor del gas comprimido por el compresor tan rápidamente como sale de éste. Como la capacidad del condensador para transmitir calor está determinada por la velocidad de transferencia de cada pulgada cuadrada de superficie de aleteo y tubo, la cantidad de

aire que pasa por el condensador y la temperatura del aire (temperatura ambiente en la unidad) que entra al condensador, cualquier cambio en esos factores aumenta la capacidad general de transferencia del condensador. A continuación se presentan las causas que afectan uno o más de los factores de transferencia del condensador:

- A) Sobrecarga del refrigerante.
- B) Condensador obstruido.
- C) Motor o transmisión del ventilador del condensador averiados.
- D) Ubicación de la unidad.
- E) Aire en el sistema.
- F) Tubo de gas caliente obstruido.

2.2.4 BAJA DIFERENCIA DE PRESIONES

La baja diferencia de presiones se origina por una rapidez de salida de calor en el condensador mayor que la normal, o por una disminución en la capacidad del condensador para bombear vapor. Siempre que el condensador saque calor del vapor a la velocidad necesaria, la temperatura y presión del condensador permanecerán dentro de los límites deseados.

Si la baja diferencia de presiones se debe a baja rapidez de bombeo del compresor, el problema puede ser:

- A) Baja presión en la succión.
- B) Carga inadecuada para el evaporador.
- C) Mala distribución de carga.
- D) Circuitos de distribuidor o serpentín obstruidos.
- E) Tubo de líquidos obstruido o taponado.
- F) Dispositivo reductor de presión del refrigerante averiado o mal ajustado.
- G) Tubo de refrigerante muy estrecho.
- H) Falta de refrigerante.
- Y) Serpentín Inundado por aceite.
- J) Compresor averiado.

Si la baja diferencia de presiones se debe a un aumento de la rapidez de remoción de calor en el condensador, el problema se podría deber a:

- K) Baja temperatura ambiente.

2.2.5 CARGA INADECUADA PARA EL EVAPORADOR

La causa más común de baja presión de succión es carga insuficiente en el evaporador.

2.2.6 AIRE EN EL SISTEMA DE REMOCIÓN DE CALOR.

Este problema, cuando el aire es el medio de transferencia, se debe en general a la velocidad del soplador, a alta resistencia al paso del aire en el ducto o en otras partes (mala colocación del producto en el caso de aplicaciones de temperatura media o baja), a filtros de aire sucios. Con frecuencia es una combinación de dos o más de esas causas. Debido al predominio de problemas con filtros de aire obstruidos:

1- Revise y limpie o cambie los filtros de aire antes de seguir haciendo más pruebas. Todas las pruebas de caída de temperatura a través del serpentín, al igual que mediciones de presión de succión se deben hacer con filtros limpios de aire.

2- Revise para asegurándose que los ajustes de las compuertas reguladores o de control de aire no hayan cambiado. Asegúrese que las rutas de aire no estén obstruidas con el producto. Con frecuencia, las personas cambian el sistema de distribución de aire, por falta de conocimiento adecuados, por cerrar las compuertas o controles de aire sin tener en cuenta los resultados posibles.

3- Revisar el motor del soplador, y su transmisión en el caso del soplador con transmisión de bandas, para asegurarse que:

a- El motor del soplador esté bien lubricado y trabaje libremente.

b- El motor del soplador esté limpio. Las aspas podrían estar cargadas de polvo y tierra u otra suciedad. Si el rodete está sucio, lo debe quitar y limpiar por completo. No trate de cepillarlo, por que un mal trabajo de limpieza sólo provocará desbalanceo en el rotor y tendrá como resultado mucha vibración y ruido. Hasta podría ocasionar la desintegración del rotor.

2.2.7 MALA DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA

2.2.7.1 EN SISTEMAS TUBOS CAPILARES

En serpentines que usan tubos capilares, la carga desbalanceada de los circuitos del serpentín hará que pase líquido y posiblemente regrese al compresor, con las consecuencias de manejo de líquido y falla del compresor. La Fig. 2.1 muestra un serpentín tipo A con seis tubos capilares, cada uno alimentando a un circuito por separado. Como la resistencia al flujo de cada circuito es igual a la de

los demás, cada circuito recibe una cantidad igual de refrigerante. En el caso de la figura antes mencionada a cada circuito va la sexta parte del total.

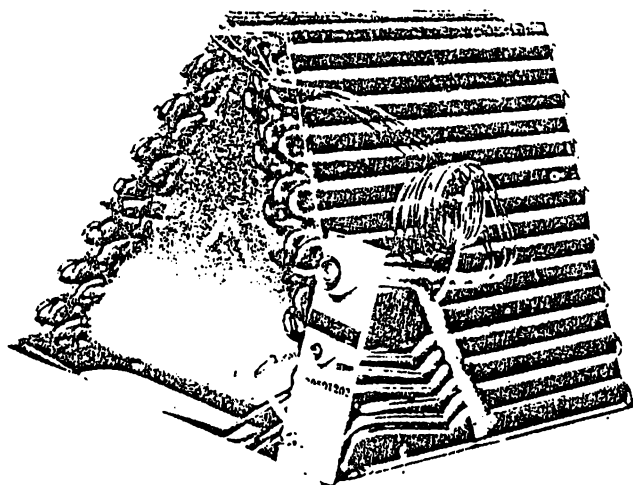


Fig. 2.1

Si cualquiera de los circuitos no recibe la carga suficiente para hacer que hierva el refrigerante en el serpentín, todo líquido que queda al final del circuito saldrá del serpentín, entrará al tubo de succión y correrá por él hasta haber adquirido el suficiente calor como para terminar el proceso de ebullición.

Independientemente del dispositivo de reducción de presión que se use, se debe revisar el serpentín para estar seguro que la caída de temperatura del aire a través de cada sección transversal del circuito sea aproximadamente igual y que el aumento de temperatura del refrigerante (sobrecalentamiento en cada circuito sea el mismo).

2.2.8 SERPENTINES TAPONADOS

La reparación de serpentines con obstrucciones es un procedimiento puramente mecánico. Sin embargo, nunca se debe llevar a cabo el proceso de cortar y sacar tubos del serpentín, o sacarlos de circulación, o cortar tramos de tubos alimentadores del circuito, o de tubos capilares para circunvalar o eliminar el tapón. Es mejor cambiar el serpentín si el bloque no se puede quitar. El circunvalar tubos de serpentín o acortar tubos alimentadores provoca un desbalanceo en la capacidad de las secciones del serpentín, y ocasiona menor capacidad del serpentín y del sistema. Si se acorta la longitud de los tubos capilares tan sólo se reducirá la caída de presión a través del tubo, se elevará la presión de trabajo del serpentín, se reducirá la diferencia de temperaturas entre el

refrigerante y la carga, y se reducirá la capacidad del serpentín. También se puede provocar abundante paso de líquido al compresor, y daños al sistema.

Los tubos capilares taponados se deben cambiar por otros de igual diámetro y longitud para mantener la eficiencia de diseño del sistema.

2.2.9 FALTA DE REFRIGERANTE

La causa más común de falla del sistema y de llamadas solicitando servicio es la pérdida de refrigerante del sistema.

Si en determinado momento se encuentra que al sistema le falta refrigerante, se debe encontrar y reparar la fuga, y evacuar el sistema para recargarlo. Cuando se buscan fugas, revise todas las superficies de cada parte del sistema de refrigeración. Esto comprende todos los tubos del evaporador y condensador, todas las uniones de fábrica o de campo, todos los tramos de tubo, todas las conexiones y también las terminales eléctricas del compresor y las uniones soldadas del mismo.

Nunca suponga que una parte del sistema sea hermética, aún cuando esté armada e instalada de fábrica.

2.2.10 SOBRECARGA DEL REFRIGERANTE

Una sobrecarga de refrigerante en el sistema provocará síntomas iguales a los de un condensador tapado, avería en el motor o transmisión del ventilador, o aire en el sistema.

La razón de la mayor diferencia de presiones del sistema se debe a que el refrigerante líquido ocupa un mayor porcentaje de los tubos del condensador, reduciendo la capacidad de transmisión de calor del condensador. Como resultado de ello, la cantidad de subenfriamiento del refrigerante líquido que sale del condensador será mayor que lo normal. Lo único que puede elevar la cantidad de subenfriamiento, es demasiado refrigerante en el sistema. El subenfriamiento sólo se afecta por la cantidad de líquido en el condensador. Esta puede deberse a estorbos al flujo en el tubo del líquido, o a una sobrecarga de refrigerante en el sistema. Si la causa es sobrecarga, los demás síntomas dependerán del tipo de sistema, así por ejemplo en los sistemas de baja capacidad por los que se está interesado, que usan tubos capilares. En este tipo de sistema pasa refrigerante líquido en función de la caída de presión a través del tubo capilar. Por tanto, si la presión del líquido que entra al tubo aumenta por cualquier motivo, la capacidad del flujo aumenta. Esto hará que la cantidad de refrigerante en el serpentín sea mayor que la normal. Si, el sistema tiene carga correcta, sólo hay el

refrigerante suficiente como para llenar el serpentín, y como resultado sólo se tendrá un aumento en la temperatura de operación de éste. Sin embargo, si el sistema se sobrecarga, el refrigerante llenará, y saldrá de él, y posiblemente llegue al compresor en estado líquido. Si regresa suficiente refrigerante líquido al compresor, se le puede acabar el aceite o éste puede pasar a los cilindros y provocar golpes de líquido y daños.

2.2.11 CONDENSADOR OBSTRUIDO

Si el radiador de un automóvil se tapa con insectos, hojas, pasto, tierra u otros materiales, el motor se sobrecarga igualmente, si el condensador del refrigerador o de la unidad de aire acondicionado se tapa con insectos, hojas etc., la capacidad de transmisión de calor del condensador se reduce, aumenta la diferencia de presiones, el consumo de corriente sube, etc., hasta que la unidad se sobrecalienta lo suficiente para pararse por la sobrecarga, o por acción de control por alta presión. Como la Obstrucción del condensador es gradual, es posible que la unidad trabaje sobrecargada sin que entre el corte por alta presión durante cierto tiempo, esto se da con equipos de determinada capacidad alta.

Las capas gruesa de tierra y polvo se pueden quitar humedeciendo el condensador con una solución concentrada de detergente, o con limpiadores comerciales de serpentín, y lavando con una manguera de jardín. Siempre enjuague en dirección opuesta a la del flujo de aire a través del condensador del tipo de ventilación forzada. Los limpiadores de aspersion a presión también se pueden emplear. La limpieza periódica es un proceso sencillo en las unidades de refrigeración, para lo cual la limpieza de todos los componentes ya sean eléctricos o mecánicos, corresponden a un mantenimiento preventivo de las mismas.

2.2.12 AIRE EN EL SISTEMA

Una causa normal de alta diferencia de presiones es que haya aire u otros gases no condensables en el sistema. Un mal trabajo de evacuación, al tratar de sacar la humedad, o tan sólo para sacar la humedad, pueden ocasionar que quede aire en el sistema. Los procedimientos para la evacuación del aire en el sistema ya se mencionó anteriormente.

2.3 DEFECTOS ELÉCTRICOS EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

No sólo defectos puramente eléctricos son tratados bajo esta categoría, sino, varios defectos en el sistema de refrigeración, los cuales tienen influencia sobre el sistema eléctrico, porque condiciones de operación anormales van a parar al compresor por la actuación del protector térmico.

Esta sección incluye una pequeña introducción en la mayor parte de los compresores eléctricos, proporcionando cuatro diferentes síntomas de defectos, divididos en la siguiente forma:

- Caso donde el compresor no parte y no se produce actuación del protector térmico.
- Casos donde el compresor trata de partir, produciéndose la actuación del protector térmico.
- Casos donde el compresor parte, más, inmediatamente después de partir el protector actúa.
- Casos donde el compresor parte correctamente, más, el protector del motor actúa durante la operación debido a sobrecarga.

2.3.1 PRINCIPALES COMPONENTES ELÉCTRICOS

Para determinar la causa del apareamiento de defectos, es necesario conocer el funcionamiento del sistema eléctrico.

2.3.1.1 MOTOR

Los compresores están equipados con motores de inducción monofásico, con partida resistiva.

-El motor de un compresor está compuesto por dos elementos: el rotor y el estator

El rotor es móvil, fijado directamente sobre el eje excéntrico. Mientras que el estator, es atornillado en el bloque.

Los dos son formados por un grupo de láminas de acero, que poseen ranuras. En las ranuras del estator, son introducidas las bobinas de hilo de cobre.

En el grupo del rotor es fundido aluminio sobre presión, con anillos en cortocircuitos en las partes inferior y superior.

En el estator se encuentran dos bobinados:

- Auxiliar y principal

-La bobina Auxiliar es utilizada durante la partida, después de la cual, la bobina principal trabaja sólo.

-La bobina Principal está constituido por hilo de cobre de diámetro mayor y relativamente con pocas espirales mientras que la bobina auxiliar es de hilo más fino y más espirales, lo que significa que esta se calienta más rápido, debiendo por lo tanto, ser accionado durante un corto espacio de tiempo, para impedir un recalentamiento excesivo y las respectivas consecuencias.

Para asegurar el control perfecto del tiempo del funcionamiento de la bobina auxiliar, el compresor esta dotado de un relé.

Las conexiones para las bobinas del motor, pasan a través del terminal hermético.

Son datos característicos de un motor: corriente de partida, torque de partida, torque de volcamiento y número de polos.

La corriente de partida, también es llamada corriente de motor bloqueado y expresa la cantidad de corriente que el compresor consume en el momento de la partida. Torque de partida, es la resistencia a la rotación que el motor tendrá que vencer en el momento de partida.

Los motores con motor de alto torque de partida "HST" (High Starting Torque) y motores de bajo torque de partida "LST" (Low Starting Torque), se clasifican:

-Motores HST: son usados en compresores aplicados en sistemas con control de flujo de refrigerante por válvula de expansión.

-Motores LST: son usados en compresores aplicados en sistemas con control de flujo de refrigerante por tubo capilar, debido a la equalización de las presiones de succión y descarga a través del capilar, durante los períodos de parada por el termostato.

El torque de volcamiento, expresa la carga a la cual el motor del compresor estará sujeto durante el funcionamiento.

Cuando el motor en operación fuere sometido a torque mayores, que el de volcamiento, este parara.

En los compresor herméticos, sin embargo, la bobina auxiliar entrará en funcionamiento, evitando la parada. Bobinas desconectadas y cortocircuitos, pueden ser verificados midiéndose las resistencias de las bobinas del motor. Ver fig. 2.2 y 2.3. En el anexo 6 se muestra las conexiones de bobinas de arranque y marcha de algunas marcas de compresores.

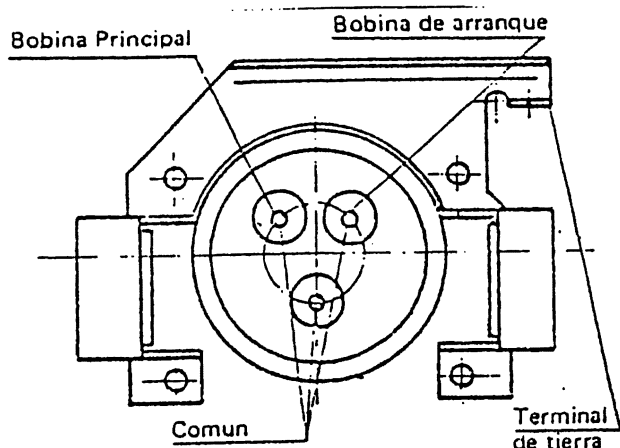


Fig. 2.2

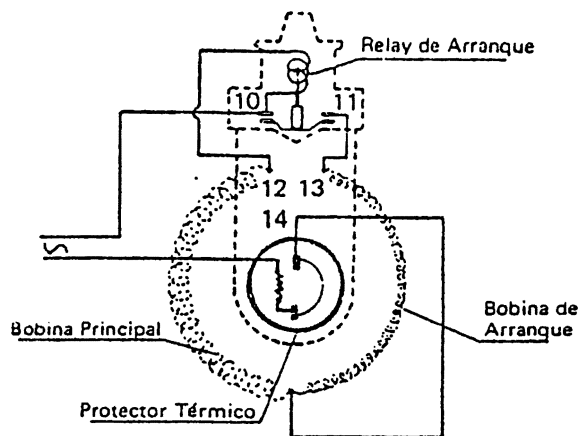


Fig. 2.3

2.3.1.2 RELAY DE ARRANQUE

Como ya dijimos, la bobina auxiliar sólo es utilizada momentáneamente durante la partida. Una vez completada la función, la bobina auxiliar debe ser desconectada, tan luego como sea posible, para evitar un posible recalentamiento del bobinado.

La operación conecta/desconecta del bobinado auxiliar, es comandada por el relé de partida. El accionamiento del relé es hecho a través de la variación del consumo de corriente del bobinado principal.

En la partida, la corriente absorbida por este bobinado es alta, haciendo al relé conectar la bobina auxiliar.

Poco antes que el compresor alcance la rotación nominal, la corriente baja y el relé, desconecta la bobina auxiliar. Estas dos corrientes definidas como:

- Corriente de conexión
- Corriente de desconexión

Básicamente, el relé de arranque consiste en una bobina con núcleo, que comanda el puente de contacto que acciona la bobina auxiliar.

NOTA: A cada tipo de compresor le corresponde un relay específico y único, sin el cual no hay condiciones de funcionamiento del compresor.

Los posibles defectos en los relés de arranque son: contactos quemados, circuitos del arrollamiento interrumpido y defectos mecánicos, que impidan la conexión del puente de terminales de la bobina auxiliar.

2.3.1.3 CAPACITOR DE PARTIDA

Normalmente, no es necesario usar capacitores de partida en los Compresores de equipos de baja capacidad. Sin embargo, en los casos donde éste es exigido, el capacitor debe ser conectado entre los terminales, eliminando el puente de hilo de cobre entre éstos. El objetivo del capacitor de partida, es aumentar la razón del torque de partida, por la corriente de partida, o sea aumentando el torque de partida, sin que haya aumento de la corriente de partida.

NOTA: " Es peligroso manipular capacitores de partida cargados ".

2.3.1.4 PROTECTOR TÉRMICO

En los compresores herméticos, son utilizados protectores térmicos del tipo " off-on ". Los protectores térmicos actúan en función de la temperatura del bimetálico.

Influyen en la temperatura del bimetálico del protector térmico: la temperatura del compresor y la corriente que fluye de la resistencia eléctrica abajo del bimetálico.

El protector térmico está definido de tal forma que proteja el motor del compresor contra recalentamientos excesivos en sobrecargas durante la partida o el funcionamiento.

El protector térmico actuará en las siguientes condiciones:

- a) En rotor bloqueado " o otra condición en la cual el consumo de corriente del motor es elevado y permanece así por varios segundos. Esto incluye el motor volcado, o sea una condición cuando el motor es sobrecargado a tal punto, que el relay de arranque, en función del alto consumo de corriente de la bobina principal, conecta la bobina auxiliar, manteniéndola conectada varios segundos.
- b) Otra condición es cuando el motor del compresor consume una corriente igual a la corriente de desconexión del protector térmico. Esta condición está causada por la sobrecarga prolongada de corriente y temperatura del compresor.

Siendo la función del protector térmico proteger el motor del compresor contra sobrecargas, el hecho de ocurrir actuaciones de éste, no significa que hayan defectos en el compresor o en el sistema de refrigeración. Este es un caso donde el protector térmico en intervalos regulares, impidiendo el funcionamiento normal del compresor.

Mantenimiento correctivo

2.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS DEFECTOS ELÉCTRICOS DEL SISTEMA Y DE LOS PROCESOS PARA SU CORRECCIÓN.

2.3.2.1 "Defectos": EL COMPRESOR NO ARRANCA Y EL PROTECTOR NO ACTÚA

Cuando el sistema está siendo alimentado por la tensión recomendada y el compresor no parte, no habiendo actuación del protector térmico, el defecto, con certeza es originado por interrupciones en el sistema eléctricos.

La interrupción puede ser causada en los siguientes componentes

- a) Compresor
- b) El equipo eléctrico del compresor, incluyendo el protector térmico y el relay de arranque
- c) El termostato
- d) Defectos en los cables eléctricos (Hilación), o fusibles quemados.

Procedimientos de "REPARACION" : Verificar el estado de Hilación eléctrica, si no hay interrupciones en las bobinas del compresor. Si el defecto no fuere encontrado en las dos alternativas anteriores, entonces cambie el relay de arranque y el protector térmico.

Una verificación completa puede ser usada con una luz de prueba o un Ohmetro.

2.3.2.2 "DEFECTOS": EL COMPRESOR TRATA DE ARRANCAR, MAS EL PROTECTOR ACTÚA "

En este caso existe consumo de corriente por el compresor y el defecto puede ser causado por dos razones siguientes:

2.3.2.2.1 ROTOR BLOQUEADO

Cuando el torque de partida del motor no es suficiente para dar partida al compresor, éste es considerado como "rotor bloqueado". En esta condición, la corriente de partida fuerza el accionamiento del relay de arranque y la temperatura de la bobina auxiliar aumenta rápidamente.

Sin embargo, el protector térmico está dimensionado para actuar en la condición de rotor bloqueado, antes que la bobina auxiliar alcance límites críticos de temperatura.

Las causas del "rotor bloqueado" pueden ser ocasionadas por:

- a) El sistema no está con presiones ecualizadas (solamente para compresores LST).
- b) Defectos mecánicos en el compresor.
- c) Otras condiciones: tensión en la red baja, capacitor de partida defectuoso o capacitancia inadecuada.

2.3.2.2.2 BOBINA DE PARTIDA NO OPERANDO

Cuando la bobina de partida del motor está desconectada, el disturbio se asemeja como en muchos casos del "rotor bloqueado".

La única diferencia, es que no existe consumo por la bobina auxiliar.

La bobina auxiliar no operando puede ser:

- A) Bobina auxiliar interrumpida.
- B) Defecto en el relay.

El defecto puede ser detectado, midiéndose la resistencia de la bobina auxiliar y probando o cambiando los otros componentes.

2.3.2.3 "DEFECTOS": EL COMPRESOR ARRANCA, MAS EL PROTECTOR TÉRMICO ACTÚA INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA PARTIDA.

Este problema puede ser originado por dos causas:

- Sobrecarga en el motor
- Operación anormal del relay o protector térmico.

2.3.2.3.1 SOBRECARGA EN EL MOTOR

En un sistema de refrigeración con control de flujo de refrigerante por tubo capilar, estando las presiones y temperaturas ecualizadas, el compresor será sobrecargado inmediatamente después de la partida.

Si la carga es tan grande a punto de parar el motor, entonces existe error en el proyecto del sistema: el compresor debería poseer motor más fuerte o el sistema debería ser adecuado para el compresor en cuestión. Motor volcando inmediatamente después de la partida, puede ser verificado fácilmente

por el proveimiento de energía al compresor. Después que el compresor parte, la bobina auxiliar deja de funcionar, desconectada por el relé, más, el consumo de corriente aumenta gradualmente, hasta que sea tan alto, que el relé la conecte nuevamente. El protector térmico actuará inmediatamente después, o sea, cuando el protector se rearme, esta misma secuencia de acontecimientos se repetirá.

La tendencia del motor a volcar después de la partida, aumenta con la reducción del voltaje, porque el torque de volcamiento disminuye con la caída de la tensión.

Este problema pone en evidencia, que el compresor no es adecuado para trabajar con tensiones muy bajas.

2.3.2.3.2 OPERACIÓN ANORMAL DEL RELAY O PROTECTOR TÉRMICO

La Operación defectuosa del relé, provoca la no desconexión de la bobina auxiliar, haciendo al protector térmico actuar rápidamente, después que el compresor haya partido.

El problema puede ser causado por el uso del compresor en tensiones arriba de lo recomendado.

Otra posibilidad, es que sea utilizado un relé no adecuado o compresor con corriente de desconexión muy baja.

Otro tipo de Operación defectuosa del relé, es cuando éste desconecta la bobina auxiliar en forma prematura, más, inmediatamente la conecta de nuevo, causando actuación del protector térmico.

Este defecto difícilmente es diferenciado del "Volcamiento del motor", el motivo de esto, es que el relé desconecta la bobina auxiliar antes que el motor alcance la rotación necesaria para operar solamente la bobina principal.

Esto puede ser causado por voltaje muy bajo en el momento de la partida o por relé defectuoso, con corriente de desconexión muy alta.

En el primer caso, es necesaria una verificación de la tensión en los terminales del compresor, ya que la causa puede haber sido provocada por deficiencias en el suministro de energía eléctrica.

Teóricamente, también es posible que el protector térmico sea muy sensible y actúe prematuramente, en función de la carga en el motor, inmediatamente después de la partida.

2.3.2.4 "DEFECTO": Protector térmico actúa durante el funcionamiento

Cualquier actuación del protector térmico durante la Operación normal del compresor. Puede ser incluido en esta categoría de defectos.

De acuerdo con la manera que el protector opera, la corriente de conexión es siempre relacionada con la temperatura en el cuerpo del compresor. Esto significa que la desconexión del protector térmico provoca una gran combinación de temperaturas del cuerpo del compresor y del consumo de corriente.

Las condiciones siguientes, contribuyen con el aumento de la temperatura del motor y consecuentemente, el cuerpo del compresor y del protector térmico:

- Temperatura ambiente elevada
- Presión de condensación alta
- Poca ventilación en el compresor
- Sobre-tensión
- Alta-presión de evaporación

Las condiciones siguiente contribuyen para el aumento del consumo de corriente:

- Aumento de la Presión de evaporación
- Aumento de la Presión de condensación
- Sobre-tensión

Si el protector actúa durante la operación, las razones pueden ser muchas veces encontradas en las condiciones que hacen aumentar la temperatura del motor o el consumo de corriente.

Algunas probables condiciones serán descritas, divididas en grupo como sigue:

2.3.2.4.1 EXTREMA SOBRE-TENSION

Como ya fue mencionado anteriormente, altos voltajes causan elevadas temperaturas del motor, como también, alto consumo de corriente.

Por lo tanto, es obvio, que tales condiciones pueden causar actuación de protector térmico.

La solución para evitar tales problemas, sería de instalar un transformador. Cuando fuere esperada la aplicación de compresores en lugares con extrema sobre-tensión, se puede utilizar el tubo enfriador de aceite

2.3.3 PROCEDIMIENTOS PARA EVALUAR DEFECTOS

En esta sección son dados los procedimientos para determinar la causa de varios defectos y corregirlos. En el anexo 7 encontrará una hoja de inspección

2.3.3.1 EL COMPRESOR NO ARRANCA, EL PROTECTOR NO ACTÚA.

Las posibles causa de este defecto están distribuidas como sigue:

¿ESTA EL TERMOSTATO EN POSICIÓN DESCONECTADO?

Si está, colóquelo en posición más fría.

Si el compresor todavía no partió entonces proceda al rubro siguiente.

¿HAY TENSION EN LA RED DE LA (TOMA CORRIENTE)?

Pruebe con voltímetro, si hay falta de instrumentos, use una luz de prueba o llave de prueba.

En muchos refrigeradores son utilizadas cajas de terminales, en otros el propio equipo eléctrico del compresor es usado como tal. Verificar si hay tensión en las cajas terminales.

Si no hubiera voltaje, el cable de alimentación estará defectuoso. Cámbielo.

Verificar con la luz de prueba, si hay tensión en los terminales del cable del termostato, en la caja de terminales o en el relé.

Si no hay pasada a través de los cables del termostato, éste o sus cables están defectuoso.

Encuentre el defecto y corríjalo.

Retire las conexiones de los terminales del compresor. Verifique con un ohmetro o luz de prueba, si hay interrupciones entre los terminales, "común" y "funcionamiento" (como alternativa, pruebe hacer partir el compresor sin relé, como es descrito posteriormente).

Si una interrupción es encontrada, entonces el compresor debe ser cambiado. Si no hay interrupciones en la bobina principal, el defecto debe ser en el relé de partida. Cámbielo.

2.3.3.2 El protector térmico actúa después del arranque o durante la operación.

a) Cuando surge este defecto, se debe seguir el siguiente procedimiento:

-Verificar el voltaje de relé y del compresor,

-Verificar los componentes eléctricos,

-Verificar si el voltaje del relé está de acuerdo con los límites de funcionamiento del compresor y refrigeradora.

El rango de tensión aceptable en el funcionamiento es del 85 hasta 110% de la tensión nominal.

b) El protector térmico actúa después del compresor accionar, más no parte.

c) El compresor parte más el protector no actúa, inmediatamente después de la partida.

Retire el relay de partida. Verifique con el ohmetro, en embobinado auxiliar.

Con el embobinado interrumpido o en cortocircuito, el compresor debe ser sustituido.

d) El compresor actúa durante la operación.

e) El protector actúa después del compresor arrancar, más no continua la operación.

RAZONES POSIBLES

A) Interrupción del circuito de partida, o sea, el embobinado auxiliar, o relay de partida, o capacitor de partida, están averiados.

B) Rotor bloqueado, o sea, bloqueo interno en la parte mecánica, o caso compresor HST, Presión no equalizadas.

2.3.3.3. TEMPERATURAS Y PERIODOS DE OPERACIÓN INSATISFACTORIOS

¿ESTA EL TERMOSTATO CORRECTAMENTE AJUSTADO?

Verificar si hay una proporción razonable entre el ajuste y del termostato y las temperaturas de operación del refrigerador o períodos de operación respectivamente.

Verifique si la bandeja colectora del agua está correctamente armada. Si todas las condiciones están correctas.

2.3.3.4 ¿FUE LLENADO RECIENTEMENTE EL REFRIGERADOR CON PRODUCTO CALIENTES?

Si este fuere el caso, estime causas relacionadas a la capacidad del refrigerador. Para congeladores, la capacidad de congelamiento es normalmente conocida y por eso da una clara impresión.

2.3.3.5 ¿ENFRÍA EL SISTEMA?

Verificar si hay enfriamiento en la entrada del evaporador.

Si el refrigerante comienza a circular inmediatamente que el compresor es conectado, pero, luego la circulación para, probablemente hay formación de hielo en el tubo capilar. En este caso el bloqueo desaparecerá cuando el compresor es desconectado y la temperatura en la parte bloqueada alcance

0° C. ó más. El tubo capilar será obstruido nuevamente, cuando el compresor fuera colocado en funcionamiento. Este disturbio obliga a la apertura del sistema para reparaciones. Si no hay enfriamiento, no hay circulación de refrigerante y el defecto puede ser:

- Pérdida de carga.
- Obstrucción en el sistema.
- Compresor sin capacidad.

En estos tres casos, el sistema debe ser abierto para encontrar el defecto. Esto puede ser hecho armando manómetros en la succión y descarga, verificando las presiones cuando el compresor estuviese funcionando y parar.

Las condiciones antes mencionadas, o sea, "no enfriamiento" puede ser medido en la entrada del evaporador, cuando el compresor está funcionando.

Debe haber también un gran escurrimiento si el defecto fuera "Pérdida de carga" porque el sistema estará vacío.

Cuando el manómetro muestra que no hay presiones en el sistema, el caso está claro, más es cierto que el sistema absorbió humedad y una reparación extensiva es necesaria.

Si el problema se relaciona a "sistema bloqueado", se debe sospechar primeramente del tubo capilar.

Los síntomas del defecto pueden ser como sigue:

Si el compresor está trabajando, deberá haber una baja presión en el lado de succión, pues el refrigerante fue todo transferido para el condensador, donde habrá alta presión.

La temperatura y la presión en el condensador, no son necesariamente muy altas, pues con el capilar obstruido, no habrá circulación de refrigerante y consecuentemente no habrá cambio térmico.

Un síntoma cierto de este defecto, es que cuando el compresor es parado, no se produce equalización de las presiones en el sistema.

Si el compresor no tiene capacidad, el sistema puede ser como sigue: Si es colocado en funcionamiento el compresor, no habrá alteraciones de las presiones.

Coloque el termostato en la posición más fría o cortocicúitelo de manera que el compresor funcione continuamente.

Cuando son alcanzadas las condiciones estables, verificar las temperaturas obtenidas en la superficie del evaporador.

La carga correcta es caracterizada por pequeñas diferencias de temperaturas en la entrada y en la salida del evaporador. Si las temperaturas en la superficie son anormales, o sea, si existe mucha diferencia, esté no es completamente utilizado.

Las razones pueden ser:

- Poco refrigerante en el sistema.
- El capilar está parcialmente bloqueado o ofrece mucha resistencia al flujo de refrigerante.
- Capacidad del compresor reducida.

En esto casos, también es necesario abrir el sistema, para obtener un diagnóstico correcto, o sea instalación de manómetros. Sin embargo, es posible con la medición de las temperaturas de superficie de evaporador y condensador, la sustitución de éstos por un instrumento adecuado.

2.3.3.5.1 Falta de refrigerante en el sistema

Los síntomas pueden ser conforme sigue:

La presión de evaporación y el consumo de energía pueden ser más bajos que lo normal. La presión de condensación también puede ser menor que la normal.

En la salida del evaporador se produce un mayor recalentamiento en el límite de enfriamiento reducido,

No habrá líquido sub-enfriado en la salida del condensador o en la entrada del tubo capilar.

2.3.3.5.2 Tubo capilar bloqueado o resistencia muy elevada

Este defecto se caracteriza por la presencia anormal de mucho refrigerante en el condensador, cuando fuere alcanzadas condiciones estabilizadas. Esto significa que mayores presiones de condensación y por la medida de la superficie del condensador, el líquido sub-enfriado puede ser determinado en una gran parte del condensador, antes de la entrada del tubo capilar.

El aumento de la resistencia del tubo capilar provoca en la succión, condición similar a cuando el sistema pierde refrigerante.

Los mismos síntomas descritos antes pueden aparecer en forma idéntica, cuando el compresor funciona en temperaturas ambientes bajas, que pueden ser cerca de -10°C . La presión de

condensación será relativamente baja, habiendo sub-enfriamiento de líquido en la mayor parte del condensador.

En el lado de succión, el sistema puede ser similar al de falta de refrigerante.

Este problema puede ser solucionado cubriendo parcialmente el condensador, aumentando la presión de condensación artificialmente, hasta que la temperatura ambiente vuelva a la normal nuevamente.

Si la resistencia del tubo capilar es muy alta, éste deberá ser cambiado.

Cuando la capacidad del compresor es reducida, la presión de evaporación y la temperatura en la superficie del evaporador son altas.

El aumento de la presión de condensación reduce la capacidad del compresor, el motivo para el aumento de la presión de condensación puede ser la temperatura ambiente, más, condiciones de armado o suciedad en el condensador pueden en algunos casos causar la protección térmica. La presión de condensación puede ser verificada midiéndose la superficie del condensador o a través de manómetros. Alta presión aumenta el consumo de energía. El problema también puede ser causado por el gabinete: empaquetadura defectuosa, mala aislamiento, etc.

CAPITULO III

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo está relacionado con los dos anteriores, de manera que se tomarán en cuenta todos los conocimientos de refrigeración estudiados. La área de refrigeración que se estudia en esta parte es la de mantenimiento de equipos de aire acondicionado, describiendo las unidades que comunmente se ven en el medio nacional, y concentrado a los equipos de baja capacidad como los son los A/C de ventana o cuarto. Para ello el presente cuenta con un conjunto de conocimientos donde hace notar, todos y cada uno de los principales problemas que se pueden suscitar en estos equipos y los procesos para solventarlos.

3.2 LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN AIRE ACONDICIONADO

3.2.1 ACONDICIONAMIENTO DE AIRE : ARRANQUE INICIAL, PRUEBAS Y OPERACIÓN

El único objetivo del arranque inicial , pruebas y operación correctas es tener la unidad de aire acondicionado produciendo las condiciones deseadas de confort al menor costo de operación . Eso quiere decir que se debe tener cierta cantidad correcta de aire(la carga de enfriamiento) pasando por el serpentín de expansión seca y que el sistema de refrigeración debe trabajar a su máxima eficiencia.

Una unidad de aire acondicionado solo transfiere calor de un lugar y lo lleva en otro mediante el cambio de estado de un refrigerante. La carga del serpentín debe ser la correcta, dependiendo de la temperatura y contenido de humedad del aire que se va a enfriar. Por lo tanto, la cantidad de aire que pasa por el serpentín de expansión seca deber ser la correcta..

El sistema de refrigeración debe ser capaz de transmitir la cantidad deseada de calor al igual que eliminar el calor agregado que entra la electricidad consumida. Cada parte componente, al igual que la cantidad de refrigerante, debe estar bien, correcta y funcionando en forma adecuada. Con los pies³/min. correctos pasando por el serpentín y el sistema trabajando bien, la unidad entregará su capacidad diseñada. Para determinar si la unidad trabaja en forma correcta, se revisa cada fase de operación.

3.2.1.1 PRUEBAS ANTES DE ARRANQUE DE LA UNIDAD.

- Para el archivo de la historia del servicio se deben anotar el número del modelo, el número de serie y la fecha de instalación. Cualquier asunto acerca de la garantía, al igual que la historia de servicio.
- Los sistemas con válvulas termostáticas de expansión trabajan distinto a lo que concierne a presiones y temperaturas del refrigerante. Esto se debe tener en cuenta.
- Tipo de protección fusible: fusible sencillo o interruptor termomagnético. En motores con alta corriente de arranque se deben usar fusibles o interruptores termomagnéticos con demora, Si no son de este tipo de demora, se deben cambiar antes de arrancar la unidad. Si no se hace esto, se tendrán cortes innecesarios. Las unidades de condensación tienen un tamaño de fusible estampado en la placa. Si los fusibles son de menor capacidad que la especificada ocasionarán cortes innecesarios. Los fusibles o interruptores termomagnéticos que sean mayores que los especificados no darán protección que evite los daños eléctricos.
- Tamaño del conductor a la unidad de condensación. El cable que lleva la corriente a esa unidad deben ser del diámetro suficiente para evitar la demasiada caída de voltaje cuando la unidad trata de arrancar. Si el cable esta sobredimensionado, en general también la protección de interruptor termomagnético estará sobredimensionado, con lo cual se reduce la protección a la unidad, al igual que se origina un aumento innecesario en costos de materiales y de instalación. Los conductores subdimensionados originaran demasiada caída de voltaje y problemas de arranque en la unidad.
- Voltaje de línea estando apagada la unidad de condensación. El voltaje en la unidad apagada, o voltaje sin la carga, debe estar dentro de las especificaciones de voltaje para la unidad. Estas son del 10% de mas o de menos con respecto al voltaje nominal si la unidad es monofásica. Si el voltaje nominal es de 230V, el máximo será de 253V y el mínimo 207V. Las unidades para 240 tienen limites de 264 y 216 V como mínimo. Esos voltajes son los extremos que tolera la unidad para continuar trabajando. Esto no quiere decir que sus componentes vayan a tener la vida de máxima de diseño. Para alcanzar, el voltaje de suministro debe ser igual al voltaje nominal . En las unidades trifásicas de voltaje dual, la tolerancia es 10% de más ó 5% de menos respecto al valor nominal.

- Estado del filtro de aire. La cantidad de aire que pasa por el serpentín de expansión seca influye mucho sobre el sistema. Por lo tanto se debe revisar el filtro de aire antes del arranque inicial para eliminar la posibilidad de errores de prueba. Aunque posiblemente no se vean como una alfombra a causa del polvo y la pelusa de la superficie, se aconseja reemplazar los filtros desechables. Si el sistema tiene filtro de aire electrónico, se debe limpiar cuando menos dos veces al año y revisar cada mes. En algunas zonas polvosas, se debe limpiar seis veces al año como mínimo.

3.2.1.2 PRUEBAS AL ARRANCAR LA UNIDAD.

Se deben de hacer dos mediciones eléctricas al arrancar la unidad. Se debe conectar un voltímetro entre las terminales de alto voltaje del lado del suministro del contactor , y el amperímetro de gancho debe abarcar uno de los conductores al contactor.

- Voltaje en la unidad de condensación cuando trata de arrancar. cuando se conecta la carga de arranque a la línea, el contactor cierra y conecta la carga del compresor y del ventilador del condensador. El voltaje no debe bajar mas de 5 V. Si lo hace, el problema puede consistir en cualquiera de los siguientes casos:
 - a. El diámetro del conductor podría se muy pequeño en comparación con la longitud instalada. La mayor parte de las unidades presentan el tamaño de conductor en *ampacidad* o capacidad en amperes, basada en longitud del conductor de 20 a 30 metros entre el tablero de distribución y la unidad.
 - b. El tamaño de servicio de acometida a la construcción podría ser pequeño. Se debe repetir la prueba de arranque, midiendo el voltaje en el cortacircuitos del tablero de distribución. Si la caída de voltaje en el tablero es menor que 5V cuando en la unidad es de 5V, el circuito del ramal de la unidad tiene conductor muy pequeño. Si la caída en el cortacircuitos también es mayor que 5V, el conductor de servicio a la construcción es demasiado pequeño o esta sobrecargado. Para resolver este problema se debe poner en contacto con la compañía eléctrica.
- Consumo de corriente en amperes de la unidad en (a) arranque y (b) marcha. Siempre que se pone en marcha una carga inductiva(motor), hay un gran paso de corriente, y en 1 segundo esa corriente debe bajar a los amperes de plena carga. Se debe vigilar el amperímetro durante el

proceso de arranque para asegurar que todo este correcto y trabajando bien. La unidad debe tomar la corriente adecuada inicial y en marcha para permanecer en la línea. Si la corriente no baja bastante después del arranque, *se debe desconectar de inmediato la unidad*. Los amperes de la unidad a rotor bloqueado, y los amperes a plena carga aparecen en la placa.

3.2.1.3 FLUJO DE AIRE POR EL SERPENTÍN DE ENFRIAMIENTO.

Para revisar una unidad de aire acondicionado, se debe establecer la carga correcta en el serpentín de expansión seca. Esto quiere decir que se debe pasar la cantidad correcta de aire por el serpentín. En estas condiciones la unidad producirá la caída deseada de temperatura del aire. Por lo tanto, solo es necesario medir el ΔT° , del aire que pase por el serpentín. A $80^\circ\text{F}(27^\circ\text{C})$ de bulbo seco y 50 % de humedad relativa en el aire de retorno de la unidad, la caída correcta de temperatura debería ser $20^\circ\text{F}(11^\circ\text{C})$. Como el contenido de calor en el aire cambia cuando cambia la temperatura y/o la humedad relativa, si la cantidad de aire es correcta producirá varias caídas de temperatura.

Si aumenta la temperatura y/o humedad, la caída de temperatura va a disminuir. Si la temperatura y/o humedad disminuye, la caída de temperatura de aire aumenta. El sistema solo elimina una determinada cantidad de calor. Por lo tanto, mientras mayor sea la cantidad de calor en el aire, se le eliminara menos calor por pie^3 (cubico). Como la eliminación de humedad (carga latente) no afecta la temperatura, el cambio de humedad relativa tendrá el mayor efecto sobre la caída de temperatura del aire. Para determinar la carga correcta del serpentín(los pies^3/min . correctos) se debe determinar la caída correcta de temperatura. Esto se puede hacer empleando la carta psicométrica y una escala de relación de carga.

De lo anterior vemos que mientras mayor sea el contenido de calor del aire, en especial del calor latente, peor será la diferencia de temperaturas producidas. A la inversa mientras mas seco este el aire, mayor será su caída de temperatura. Debe darse cuenta que la caída de temperatura que se produce en el aire varia con el contenido calorífico de este. Una caída de temperatura de $20^\circ\text{F}(11^\circ\text{C})$ solo es correcta para $80^\circ\text{F}(27^\circ\text{C})$ de bulbo seco y 50% de humedad relativa. Por lo tanto , antes que pueda revisar bien una unidad de aire acondicionado, debe establecer la cantidad de aire para obtener la caída correcta de temperatura. Para determinar esa caída correcta, se debe usar el

psicómetro de honda y la carta psicométrica anexo 4. Habiendo hecho lo anterior, cualquier problema se puede clasificar como uno del sistema de aire o uno del sistema de refrigeración.

Suponiendo que la unidad se ajusta en forma correcta antes de que se desarrollara el problema, si la caída de temperatura es mayor que lo que debería, el problema consiste en una reducción de cantidad de aire; los sistemas de refrigeración no aumentan la capacidad. Si la caída de temperatura es menor de la que debería, el problema está en el sistema de refrigeración, ya que los sopladores no aumentan sus capacidades.

- Temperatura y humedad relativa del aire en la rejilla del aire de retorno.
- Con un psicómetro de honda, mida las condiciones del aire antes de entrar a la parrilla de aire de retorno. Esta medición se debe comparar a continuación con las del aire de retorno en la cámara plena de la unidad.
- Tomando las condiciones del aire de retorno en los dos lugares se verá si el sistema de aire de retorno toma aire exterior de la zona acondicionada. Si hay un aumento de 3°F o mayor en la temperatura del aire de retorno, el sistema de retorno se debe sellar y aislar. Un aumento de 5°F puede reducir la capacidad efectiva del sistema un 20%.
- Temperatura del aire suministro en la unidad. Esa temperatura se debe tomar lo suficientemente lejos aguas abajo del serpentín para tener la mezcla de aire procedente de cada sección de este. El termómetro no se puede colocar a menos de 15 cm de la superficie del serpentín para evitar que la transferencia de calor afecte la indicación del termómetro. También se debe revisar y comparar la temperatura del aire que sale por cada sección del serpentín. Si el serpentín tiene una distribución adecuada de aire y si la distribución del refrigerante es correcta, las temperaturas medidas del aire deben ser iguales. Si se encuentran diferencias de temperatura de más de 2°F (1°C), se debe determinar y corregir el motivo de la diferencia.
- Caída de temperatura del aire al pasar por el serpentín de expansión seca. Al restar la temperatura del aire de suministro de la del aire de retorno se calcula la ΔT° , del aire que pasa por el serpentín. El que esa ΔT° sea correcta dependerá de los resultados determinados por el gráfico de caída de temperatura basada en la temperatura y humedad relativa del aire de retorno.
- Temperaturas de aire de suministro en los registros del mismo. Como en la revisión de la eficiencia del sistema de retorno de aire, se debe comparar la temperatura del aire que procede de diversos registros con la del aire que sale del serpentín de expansión seca. Se permite una

elevación máxima de temperatura de 3°F(1.5°C). Si se encuentra mas que eso, se debe aislar el ducto de suministro. Se recomienda un mínimo de 5 cm (2 pulg.) de aislamiento con barrera de vapor.

- Temperatura de tubo de succión en el serpentín de expansión seca. Para determinar el sobrecalentamiento de operación del serpentín, se debe medir la temperatura del tubo de succión en un punto no mas alejado que 15 cm del múltiple de succión del serpentín.
- Presión de succión del compresor. Esta presión se mide en la unidad de condensación, porque es donde ponen la toma de presión la mayor parte de los fabricantes. Esto quiere decir que la presión real en el serpentín de expansión directa es mayor que la presión medida, a causa de la caída de presión, o resistencia al flujo de vapor, en el tubo de succión. Para aumentar la exactitud, se debe sumar la caída de presión en el tubo de indicación del manometro. Esta caída de presión en el tubo se puede suponer como 3 Psig sin perder mucha precisión.
- Sobrecalentamiento del serpentín de expansión seca. Si se resta la temperatura equivalente de la presión de trabajo del serpentín(presión medida en la succión mas 3 Psig) de la temperatura del tubo succión se calculara el sobrecalentamiento de operación bajo las condiciones de trabajo de la unidad. Bajo las condiciones normales ARI, la mayor parte de las unidades de aire acondicionado trabajan con un sobrecalentamiento entre los limites de 7 a 10°F(4 a 6°C), con una temperatura exterior de 95°F(5°C).

3.2.1.3.1 UNIDADES CON TUBO CAPILAR

Sin embargo , cuando varia la temperatura exterior, el sobrecalentamiento cambia. La razón es que al cambiar la temperatura exterior cambia la presión diferencial de operación. Este cambio en presión diferencial cambiara el flujo por los tubos capilares y el del serpentín de expansión seca. Como resultado, el cambio de flujo cambiara el sobrecalentamiento de operación.

3.2.1.3.2 UNIDADES CON VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSTATICAS.

La válvula termostática se puede ajustar para el sobrecalentamiento adecuado cuando se aplica la carga correcta al serpentín de expansión seca. Con la información recopilado de antes de arrancar la unidad, se deben ajustar los pies³/min. a través del serpentín a la carga correcta, dependiendo de la temperatura del bulbo seco y la humedad relativa del aire de retorno.

- Temperatura de succión del compresor. Esta temperatura se debe medir y comparar con la del tubo de succión en el serpentín de expansión seca. cualquier aumento en la temperatura del gas en el tubo de succión indica que hay ganancia allí. Habrá alguna ganancia aun cuando el tubo este aislado y ubicado en forma correcta. Es normal un aumento hasta de 10°F(5°C) y no afectara al enfriamiento del motor compresor. Cualquier aumento de mas de 10°F, o bien una temperatura de gas de 80°F(27°C) o mayor podría hacer que se sobrecalentara el motor del compresor y se sobrecargara hasta desconectarse. Cualquier aumento anormal en la temperatura del gas en la succión se debe investigar y corregir.
- Temperatura del aire que entra al condensador. Esta temperatura, que normalmente se llama temperatura ambiente al condensador, se debe tomar en un lugar directamente enfrente a la entrada de aire al condensador, pero a mas de 15 cm de la superficie de este. En los condensadores de aire forzado, seria a la entrada del ventilador del condensador. En las unidades con aire inducido, como por ejemplo las de descarga vertical, la temperatura se debe tomar en varios puntos y calcularse su promedio. En los condensadores en forma de U, por ejemplo, las indicaciones de temperaturas se deben tomar a ambos lados y en la parte inferior de la U. Se usa el promedio de las tres temperaturas como la temperatura del aire que entra.
- Temperatura de condensación que corresponde a la presión de condensación. La presión n de descarga del condensador , convertida a la temperaturas de condensación, se usa para determinar la división del condensador, al igual que el subenfriamiento. La mayor parte de las unidades tienen la toma de presión para medir la presión de descarga en el tubo de liquido a la salida del condensador. La diferencia entre esa presión y la real de descarga del compresor es la caída de presión a través del condensador. Como la resistencia al flujo por el condensador es entre 1½ y 3 psig, esta magnitud de error en la indicación no se toma en cuenta en el caso general. Sin embargo, en unidades con condensadores remotos, la diferencia podría ser bastante mayor. La presión real de descarga del compresor se debe medir y comparar con la presión del tubo de liquido. Si esta diferencia es mas que 10 psig, se deben tomar medidas correctivas.
- División del condensador. La división de un condensador es la diferencia entre la temperatura de condensación del refrigerante y la del aire que entra al condensador. Hace algunos años se acostumbraba sumar 30°F a la temperatura del aire que entra al condensador y usar resultado como temperatura de condensación del refrigerante. Era un método muy burdo e inexacto de

determinar la temperatura de condensación, porque la decisión depende de la cantidad de calor en el aire que entra al serpentín de expansión seca.

- Temperatura de tubo de líquido. Esta temperatura se debe tomar a menos de 15 cm de la salida del condensador, y anotar como parte del procedimiento de prueba. Esta temperatura y la de condensación del refrigerante se usan para determinar la cantidad de subenfriamiento del líquido.
- Subenfriamiento del líquido. Cuando el líquido a alta presión y temperatura media que procede del condensador pasa por el dispositivo de reducción de presión, el líquido tibio se enfría a la temperatura de operación del serpentín de expansión seca, al evaporarse parte del refrigerante. El vapor resultante que se llama *gas de vaporización instantánea*, lo debe manejar el compresor. Como este gas no lo produce absorción de calor alguna en el serpentín, representa una pérdida de eficiencia del sistema. Por lo tanto, mientras menor sea la temperatura del líquido que sale del condensador, menor cantidad de gas se habrá producido y mayor será la eficiencia del sistema. La menor temperatura de líquido se produce agregando mayor cantidad de refrigerante al sistema para producir una acumulación de refrigerante líquido en el condensador, antes que pase al tubo del líquido. Mientras más refrigerante se agregue, mayor será el subenfriamiento. Sin embargo, Al acumularse líquido en el condensador, se reduce la superficie efectiva de condensación, haciendo que el resto de la superficie trabaje más y se produce una división mayor. El aumento en la temperatura de condensación hace que el compresor trabaje más y baje la eficiencia del sistema. Lo que se trata es cargar el sistema hasta tener una cantidad adecuada de subenfriamiento, cuando el aumento de eficiencia por reducción de gas de evaporación instantánea debido a la mayor división. Prácticamente todos los sistemas normales de aire acondicionado trabajan mucho mejor entre 18 y 20°F (10 y 11°C) subenfriamiento.
- Temperatura de descarga del condensador. La temperatura del aire que sale del condensador se debe anotar para determinar la capacidad de trabajo de la unidad. Cuando se determina la temperatura del aire de salida del condensador, se debe usar un promedio de indicaciones en varios lugares.

En unidades de condensación que emplean ventiladores de aire forzado, se debe tomar una cuadrícula de temperaturas. Como la cantidad de aire que pasa por las diversas secciones del condensador será distinta dependiendo de la posición de los ventiladores del condensador,

variara el aumento de temperatura. A la salida del serpentín se hacen marcas de los lugares de toma de temperatura, para obtener un promedio tan exacto de temperaturas como sea posible. En esta unidad en especial se usarían 15 indicaciones, y se promediarían para obtener la temperatura de salida

En unidades de descarga vertical con aire inducido, el procedimiento es mucho mas fácil. Se colocan termómetros en las rejillas de descarga. Se deben usar tres como mínimo, uno en el punto medio del condensador y los demás colocados de modo que dividan el círculo por igual. Con las tres indicaciones, se obtiene el promedio. Estas temperaturas, menos la del aire que entra al condensador, dará el aumento de temperatura del aire en el mismo ΔT° .

- Pies³/min. a través de la unidad de condensación. A menos que se use un equipo complicado de prueba, es muy difícil determinar los Pies³/min. a través de la unidad de condensación. Sin embargo, esta información aparece en forma de lista en las publicaciones del fabricante.

3.2.1.4 CONCLUSIONES

Una unidad de aire acondicionado se caracteriza por la cantidad de calor, tanto sensible como latente, que toma el serpentín de expansión seca. Si se conocen los Pies³/min. que pasan por el serpentín, se puede determinar el calor mediante la velocidad del aire en el ducto multiplicada por el área del ducto, por la caída de temperatura del aire a través del serpentín. Se puede calcular la capacidad latente juntando el agua condensada en el serpentín durante una hora. Esa capacidad se suma para obtener la capacidad total "neta". La capacidad neta es la nominal de la unidad.

3.2.2 GUÍA PARA SERVICIO

Ahora que se ha adquirido un conocimiento básico de fallas en un sistema de aire acondicionado, habrá probablemente cierta ansiedad por comenzar a aplicar estos conceptos a situaciones específicas. Para ayudar a un rápido diagnóstico y corrección de un problema, en este tema se presenta una muestra de una guía para el servicio de equipos de aire acondicionado. La guía se denomina *indicador de problema* y esta basada en las categorías de fallas mas comunes:

3.2.2.1 Figura 3.1 La unidad no arranca.

3.2.2.2 Figura 3.2 La unidad arranca y luego se desconecta.

3.2.2.3 Figura 3.3 La unidad arranca y se protege continuamente.

3.2.2.4 Figura 3.4 La unidad trabaja pero no enfría adecuadamente.

Para la solución de cualquier problema hay que ser énfasis en la utilización de las herramientas y equipo adecuado para poder afrontar cualquier situación de servicio.

La experiencia demuestra que la mayoría de problemas son fallas eléctricas.

Sin embargo muchos problemas ocurren en el sistema de refrigeración y otros en el sistema de distribución de aire; aun mas, otros resultan por falta de conocimientos sobre que pueda el obtener de su sistema.

3.2.3 INDICADOR DE PROBLEMAS.

En el punto central de la carta se especifica el problema básico: Comenzar por ahí.

Hacia afuera en los semicírculos adyacentes, se especifican las posibles causas del problema básico.

Determinar cuales de estas causas existen antes de ir mas allá.

El resto de los semicírculos especifican una serie de condiciones que pueden en un momento dado contribuir a causar fallas que originan el problema básico. Determinar también estas condiciones antes de proceder a cualquier reparación.

Los números en las cartas son para guía y para explicación. Donde no se han utilizado números es porque se ha considerado la frase se entiende por si sola.

3.2.3.1 La unidad no arranca.: Algunas unidades están equipadas con un contactor, otras con un arrancador y aunque son muy parecidos, el arrancador se distingue porque incluye un termino generalmente de reconexión manual para evitar que el compresor arranque y de detenga constantemente debido a sobrecargas. Un contactor no tiene térmico de sobrecarga ni reconexión manual. Si la unidad arranca verifique los fusibles, cierre el interruptor principal de desconexión y coloque los controles en la posición de trabajo. Observar si el contactor o arrancador esta abierto o

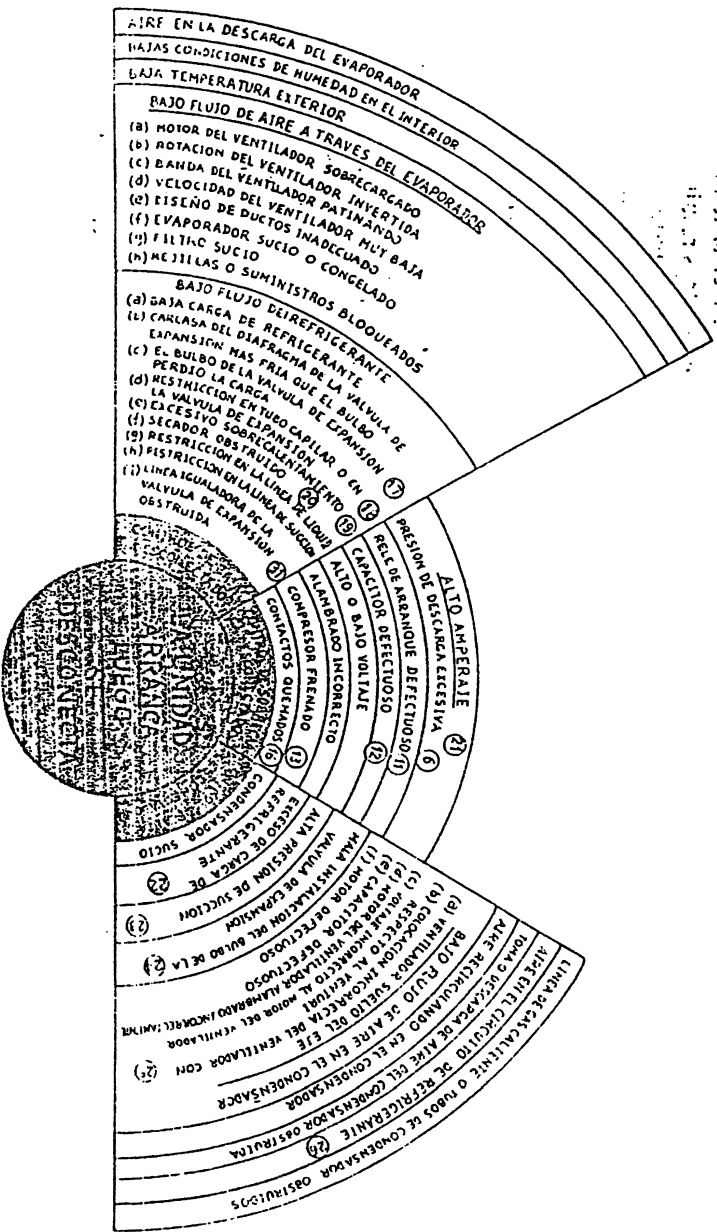


Fig. 3.2

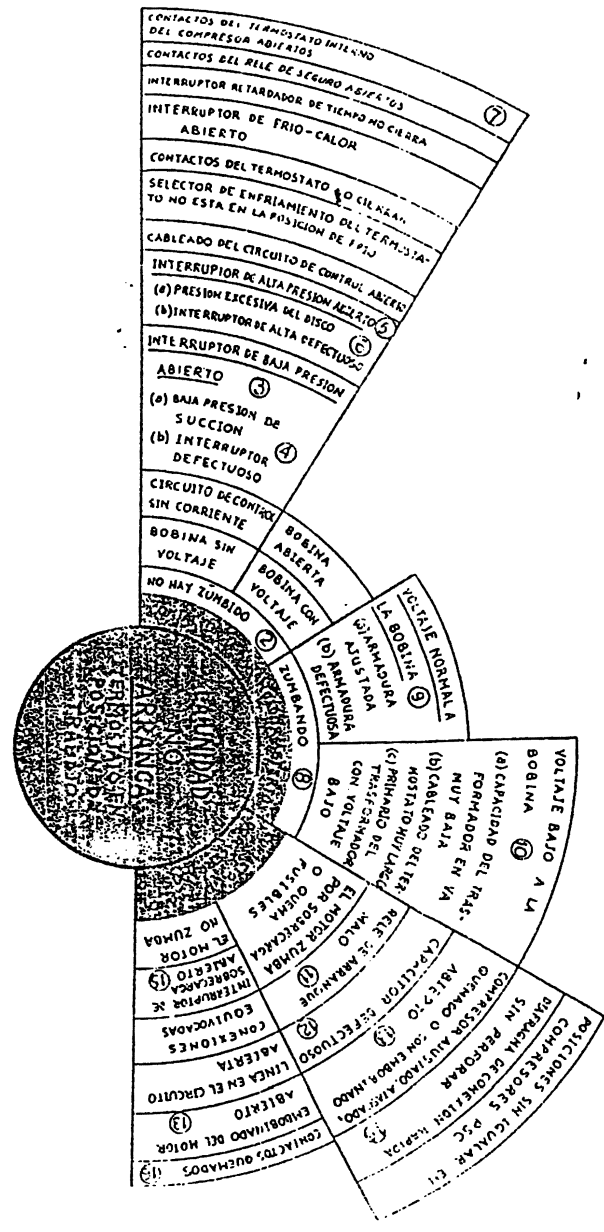


Fig. 3.1

cerrado . Si no esta cerrado, accione la reconexión manual. Si después de todo aun no cierra, verifique el voltaje en la bobina del arrancador.

3.2.3.2. Contactor o arrancador abiertos, no hay zumbido: Cuando el contactor o arrancador están abiertos pero no hay zumbido, la indicación es de que no hay voltaje en la bobina, o si hay voltaje, la bobina esta abierta. Acciones la reconexión del arrancador y la reconexión del control de alta presión. Si la unidad no arranca verifique que el voltaje de la bobina con un voltímetro. Si hay voltaje la bobina esta abierta. Cambie la bobina del arrancador o del contactor. Si no hay voltaje, verifique el suministro de corriente al circuito control. Si hay corriente en el circuito de control use el ohmetro para verificar uno por uno, la continuidad en los siguientes controles:

Control de alta presión

Control de baja presión.

Interruptor retardador de tiempo.

Rele de seguro y el termostato.

También verifique el cableado para asegurarse de que no haya una conexión suelta o un cable abierto.

3.2.3.3 Interruptor de baja presión abierto.: Este interruptor esta calibrado de fabrica para que abra sus contactos a aproximadamente 25 Lbs/pulg² con un diferencial de 35 a 40 Lbs/pulg².

3.2.3.4 Baja presión de succión.: La presión de succión bajo condiciones normales de operación no debe estar por debajo de aproximadamente 65 Lbs/pulg² con R-22.

3.2.3.5 Interruptor de alta presión abierto : Este interruptor esta calibrado de fabrica para que abra sus contactos a aproximadamente 415 Lbs/pulg² , con un diferencial de aproximadamente 65 Lbs/pulg² . Alguno requieren reconexión manual, otros son de reconexión automática.

3.2.3.6 Excesiva presión de descarga.: La presión de descarga no debe generalmente exceder la presión correspondiente a la temperatura ambiente (unidades enfriadas por aire)mas de 30 a 32°F para R-22 cuando la presión de succión es de aproximadamente 70 Lbs/pulg² .

3.2.3.7 Termostato interno del compresor abre y cierra. : Algunos compresores están equipados con termostatos internos. El termostato puede ser de 24 voltios o para voltaje de línea. Su objetivo esta en sensor excesivas temperaturas en el embobinado del compresor y rápidamente abrir el circuito de fuerza para evitar que se queme el motor. Esta alta temperatura puede ser causada por alto consumo de corriente o por altas temperatura del gas de succión, haciéndolo inadecuado para enfriar el motor. El gas de succión caliente se puede deber a una carga baja, demasiado sobrecalentamiento, una restricción en la línea de liquido o en la línea de succión, o a una

restricción en el secador. Cuando el termostato interno se abre, se puede demorar de 5 a 30 minutos en enfriarse lo suficiente para volver a cerrar. Para chequear un termostato interno de 24 voltios y ver si está abierto, una momentáneamente los terminales del termostato interno. Si la unidad arranca, los contactos del termostato están abiertos. Espere hasta que el compresor se enfríe antes de tratar de arrancarlo de nuevo. Mientras tanto, investigar las posibles causas del problema. Para chequear el voltaje de línea del termostato interno y ver si está abierto, deje el circuito sin corriente y remueva cuidadosamente todos los cables de los terminales del compresor. Asegúrese de no aflojar los terminales en el punto donde pasan a través de la carcasa del compresor, puesto que esto puede causar un escape de refrigerante. Haga una prueba de continuidad entre los terminales con el ohmetro. Si se produce una lectura de resistencia infinita puede estar abierto el termostato o el embobinado. Permita que el compresor se enfríe antes de probar de nuevo.

3.2.3.8 Contactor o arrancador abierto y zumbando: Cuando el contactor o arrancador están abiertos y zumbando, está indicando que la bobina está energizada pero que el contactor o el arrancador no son capaces de cerrar

3.2.3.9 Bobina con voltaje normal: Verificar que el voltaje que llega a la bobina. No puede estar más de un 10% por debajo del requerido para que el contactor o arrancador cierre, si el voltaje es normal, el mecanismo puede estar frenado o malo. Remover e inspeccionar este mecanismo limpiándolo internamente si es necesario. Si el mecanismo es demasiado lento, reemplazar el mecanismo del contactor o del arrancador.

3.2.3.10 Bobina con voltaje por debajo de lo normal: Verificar el voltaje que llega a la bobina. Si está más de un 10% por debajo del especificado, puede deberse a: (a) la capacidad en voltamperios del transformador es muy baja o (b) el voltaje del primario del transformador está demasiado bajo.

3.2.3.11 Relé de arranque defectuoso: Un relé de arranque se usa solamente en el caso del compresor monofásico de arranque con capacitor y marcha con capacitor (sistema CSR). Este tipo de compresor arranca a veces "contra presionado", es decir, con la presión de descarga mayor que la presión de succión. Los contactos del relé de arranque deben estar cerrados cuando el compresor está descansando y deben abrir cuando el compresor alcanza un 85% de su velocidad de trabajo. Su función consiste en sacar el capacitor de arranque, desconectándolo del embobinado de arranque cuando el motor se aproxima a su velocidad de trabajo. Algunas veces los contactos se pueden quedar abiertos o pueden estar cerrados, pero sin permitir el paso de la corriente. Si la presión de

descarga y la presión de succión son iguales, el compresor puede que arranque y continúe trabajando. Para verificar si existe esta situación, arranque la unidad vuélvala a desconectar reiniciandola de nuevo antes de que las presiones puedan igualarse. Si los contactos del relé están abiertos o no están conduciendo la corriente , el compresor no arrancara y el fusible de línea posiblemente se quemara. Cambie entonces el relé, Algunas veces los contactos se quedaran pegados y no abren. En este caso el compresor se desconectara por sobrecarga. Cambie también el relé.

3.2.3.12 Capacitor defectuoso: La función del capacitor de arranque consiste en proporcionar el suficiente torque de arranque en un compresor monofásico, con arranque y marcha con capacitor (CSR). La función del capacitor de marcha consiste en mejorar el factor de potencia, reduciendo así el consumo de corriente en un compresor monofásico , con arranque y marcha con capacitor (CSR). Su función es compresores con capacitores divididos permanentes (PSC) consiste en ayudar en algo con el torque de arranque y reducir el consumo de corriente. Los capacitor de arranque o de marcha en corto quemaran el fusible de la línea o harán que el compresor arranque y desconecte accionado por el interruptor de sobrecarga. Un capacitor de arranque abierto será la causa de un amperaje por encima de lo normal en los compresores s CSR y pueden obligarlos a arrancar y desconectar por sobrecarga. Un capacitor de marcha abierto en compresores del tipo PSC hará que estos se desconecten inmediatamente por sobrecarga.

3.2.3.13 Compresores frenado, atascado, quemado o con el embobinado abierto: Antes de llegar a la conclusión de que estamos frente a uno de estos casos, asegúrese de verificar la continuidad en el embobinado del motor del compresor. Remueva cuidadosamente todos los cables de los terminales del compresor. Asegúrese de no aflojar los terminales en el punto donde pasan a través de la carcasa del compresor puesto que esto puede causar un escape de refrigerante. Si no parece que este abierto o quemado el embobinado, verifique todos los demás componentes en el circuito del motor compresor, tales como el interruptor de sobrecarga que se puede quedar abierto, antes de retirar el compresor. Que el compresor se atasque o se frene se debe generalmente a la falta de retorno del aceite al compresor. Asegúrese de verificar la línea de succión para comprobar si esta retornando el aceite en caso de que el compresor este atascado o frenado. Siempre que la línea de succión deba ser elevada en instalaciones hechas en el sitio, se debe incluir una trampa a la salida del evaporador. Si el compresor es de tres fases, intercambie cualquier par de líneas de las que van

hasta el motor . Esto hará que cambie el sentido de la rotación y pueda que suelte el compresor. Si resulta que el embobinado del motor esta abierto:

- a) Suelte el refrigerante
- b) Retire el compresor y selle las tuberías tanto del compresor como del sistema.
- c) instale un nuevo compresor
- d) Instale un nuevo secador
- e) Presione el sistema hasta llegar a 74 Lbs/pulg² y verifique si hay fugas.
- f) Haga vacío tres veces hasta 28 pulg. de mercurio, rompiendo cada vez el vacío con vapor de refrigerante, hasta subir la presión a 5 Lbs/pulg²
- g) Recargue el sistema.

COMPRESOR QUEMADO : Siempre que un compresor se queme el circuito se contamina fuertemente y debe ser limpiado a fondo si se quiere evitar que los compresores se sigan quemando.

Procede de la siguiente manera:

- a) Instale un tubo de cobre de ¼ pulg. con un válvula de corte en la línea de liquido o en la válvula de servicio del lado de alta. Descargue el refrigerante dentro de un recipiente tapado para evitar que salpique y evitar quemaduras de ácidos. La reacción química producida al quemarse el compresor produce un ácido dentro del sistema, el cual puede ser peligroso. Desalojar el refrigerante rápidamente para sacar parte del los contaminantes fuera del sistema.
- b) Retire el compresor y tape sus aberturas.
- c) Retire la válvula de expansión o capilar, secador y separados y coloque un espaciador en sus respectivos sitios
- d) Conecte la línea de igualación de la válvula de expansión a la línea de succión.
- e) Haga un abertura en la línea de liquido y conecte un tubo de ¼ pulg. en lado del condensador de la línea de liquido
- f) Cierre la válvula de corte instalada en el tubo.
- g) Conecte el cilindro R-22 a la línea de descarga (anteriormente conectada al compresor) invierta el cilindro y cargue el sistema por el lado de alta por lo menos con tres libras de refrigerante liquido
- h) Descargue mas refrigerante en el recipiente a través de la válvula de corte.

- i) Limpie el lado de baja de una manera similar cargando el sistema con liquido por el lado de alta descargándolo por la succión.
- j) Limpie la válvula de expansión e instale de nuevo o reemplace el tubo capilar y el filtro por uno nuevo
- k) Instale un compresor repuesto.
- l) Instale un filtro secador del tamaño adecuado en la línea de succión, con un elemento nuevo, instale un filtro secador nuevo en la línea de liquido.
- m) Presione el sistema hasta 75 Lbs/pulg² y verifique si hay fugas.
- n) Haga vacío al sistema tres veces con la bomba de vacío y rómpala cada vez con refrigerante sacado del cilindro. No use el compresor para hacer vacío al sistema.
- o) Cargue el sistema con la cantidad apropiada de refrigerante midiéndolo por libras
- p) Opere el sistema durante 48 horas.
- q) Descargue el refrigerante a través de la válvula de succión o reduzca la presión si el sistema tiene válvula de liquido y succión. Para reducir la presión, cierre la válvula de liquido y momentáneamente puentee el control de baja. No haga vacío con el compresor. Cierre la válvula de succión, cuando la presión hay bajado a unas pocas libras.
- r) Retire el filtro secador de la línea de succión y una esta de nuevo; instale un nuevo filtro secador en la línea de liquido.
- s) Presurice el sistema hasta 75 Lbs y verifique si hay fugas.
- t) Descargue las líneas o todo el circuito y recárguelo, o abra las válvulas de liquido y de succión si la presión al recoger el refrigerante internamente.

3.2.3.14 Los diafragmas de conexión rápida no están perforados: Si los diafragmas no están perforados, las presiones de descarga y de succión no se igualan rápidamente; por consiguiente, el compresor desconecta por sobrecarga o por los fusibles quemado.

3.2.3.15 Interruptor de sobrecarga abierto: Algunas veces los interruptores de sobrecarga fallan, quedando con los contactos en la posición abierta o con los contactos cerrados pero sin que puedan conducir electricidad. Para verificar esto desconecte el circuito de fuerza y con el ohmetro mida la resistencia para determinar si el interruptor esta abierto o cerrado. Una lectura de cero Ohmios indicara que esta cerrado, una lectura infinita que esta abierto.

3.2.3.16 Contactos quemados.: Algunas veces los contactos se cerraran mecánicamente pero no conducirán corriente. Para verificar esto, desconecte el circuito de fuerza y mida la resistencia en los contactos con el ohmetro. si los contactos están cerrados la lectura debe ser cero. Si el ohmetro da una lectura de unos pocos Ohmios, cambie todo el contactor o el juego de contactos.

3.2.3.17 El bulbo de la válvula de expansión perdió la carga.: Si el bulbo de la válvula de expansión pierde la carga, no habrá presión para abrir la válvula obligando al sistema a trabajar con muy baja presión de succión. Para verificar esto, retire el bulbo de la línea de succión y tómelo entre sus manos. Si la presión de succión no aumenta en unos pocos minutos y no hay restricciones en las líneas de refrigerantes, tenemos una indicación de que el bulbo ha perdido su carga. Cambie el elemento de la válvula que incluye el bulbo o cambie toda la válvula.

3.2.3.18 Tubo capilar o distribución de la válvula de expansión restringido.: Para comprobar esto , mida la presión de succión (una presión de succión muy baja indica una restricción o muy poca carga), reduciendo temporalmente el flujo del aire al evaporador y permitiendo a la unidad condensadora trabajar. Si hay una restricción parcial o una carga baja, aparecerá hielo rápidamente en el punto de la posible Obstrucción. Si no hay Obstrucción aparecerá hielo uniformemente sobre todo el evaporador. Si hay una Obstrucción total en cualquier parte del circuito del refrigerante desde el condensador pasando por el evaporador y hasta el compresor, no habrá hielo, pero la presión de descarga corresponderá aproximadamente a aquella de la temperatura ambiente puesto que no habría vapor para comprimir.

3.2.3.19 Demasiado sobrecalentamiento.: El sobrecalentamiento corresponde a la temperatura del refrigerante por encima de la temperatura correspondiente a la presión de vapor. Excesivo sobrecalentamiento indica que el serpentín evaporador esta " hambriento" de refrigerante o sea que no hay suficiente refrigerante liquido entrando al serpentín. Para comprobar si hay sobrecalentamiento.

- a) Haga funcionar el equipo al menos por 20 minutos
- b) Verificar la presión de succión
- c) Verificar la temperatura del gas de succión en el punto en que sale del evaporador
- d) Comparar la temperatura de succión del gas con la temperatura correspondiente a la presión de succión

El exceso de temperatura por encima de la correspondiente a la presión de succión constituye el sobrecalentamiento. El excesivo sobrecalentamiento se puede deber a una baja carga, a una restricción en el circuito refrigerante, a una presión de descarga baja, a un bulbo sin carga térmica, demasiada carga térmica en el evaporador antes de llegar a la válvula de expansión o capilar debido a la caída de presión, como en el caso de un evaporador que esta lo suficientemente lejos por encima de la unidad condensadora como para que haya mas caída de presión por fricción de la que se puede compensar con el subenfriamiento.

Esta caída de presión se debe al peso del liquido cada pie que hay que subir el refrigerante R-22 liquido da como resultado una caída de presión de aproximadamente $\frac{1}{2}$ Lbs/pulg² .

Algunas válvulas de expansión tienen ajustes externos, para el sobrecalentamiento, otras en lado de salida. Girando el tornillo de ajuste hacia la izquierda se reduce el sobrecalentamiento. Para aquellos casos con ajustes internos, reduzca la presión en el sistema con el compresor. Tenga cuidado de no irse a vacío. Desconecte la válvula de expansión y gire el ajuste una vuelta. Asegúrese de purgar ambos lados de la válvula de expansión completamente antes de ajustar las conexiones cuando la válvula a montar la válvula,. Verificar si hay fugas . Hacer trabajar el equipo durante 20 minutos y mida el sobrecalentamiento de nuevo.

3.2.3.20 Secador obstruido: Para verificar esto toque la línea de liquido a la entrada y a la salida del secador. Si la temperatura de la entrada es mas alta que a la salida el paso por el filtro esta restringido; cámbielo . Si el sistema esta equipado con válvulas de liquido y de succión:

- a) Reduzca su presión con el compresor cerrando la válvula de la línea de liquido y punteando temporalmente el interruptor de baja presión. Nunca reduzca la presión hasta llegar a vacío.
- b) Cierre la válvula en la línea de succión
- c) Retire el filtro secador
- d) Presurice las líneas retiradas del secador a través del múltiple, pero cierre el múltiple justamente antes de que la presión llegue a cero Lbs/pulg²
- e) Abra las válvulas en las líneas de succión y de líquido, será necesario sacar todo el refrigerante del circuito.
 - (i) Deje salir el refrigerante lentamente para evitar que arrastre aceite.
 - (ii) Instale un nuevo filtro secador.

(iii) Presurice y verifique si hay escapes

(iv) Reduzca la presión y evacúe el sistema tres veces, rompiendo todas las veces hasta subir la presión con vapor a 5 Lbs/pulg²,

(v) Recargue el sistema.

3.2.3.21 Alto amperaje: Investigar el amperaje normal de la unidad especificado en la placa del equipo. El amperaje real no debe exceder el de la placa más del 10%.

3.2.3.22 Carga de refrigerante excesiva: Hacer funcionar el equipo por 20 minutos. Verificar el subenfriamiento midiendo la presión de descarga y la temperatura de la línea de líquido en el punto donde sale de la unidad condensadora. Comparar la temperatura de la línea de líquido con la temperatura correspondiente a la presión de descarga e investigar los datos de operación suministrados por el fabricante para determinar si el subenfriamiento es anormal. Si el subenfriamiento es excesivo, descargue lentamente un poco del refrigerante para evitar que arrastre aceite.

3.2.3.23 Alta presión de succión: La presión de succión bajo condiciones normales de operación no debe exceder las 80 Lbs/pulg² aproximadamente, cuando se usa R-22.

3.2.3.24 Mala instalación del bulbo de la válvula de expansión. El bulbo de la válvula de expansión debe quedar bien asegurado a un tramo horizontal derecho de tubería limpia, paralelo al tubo y con un firme contacto entre metal y metal; además debe situarse después de cualquier trampa de aceite que se haya instalado en la línea de succión. Es por lo general una buena práctica montar el bulbo por encima del centro del tubo.

3.2.3.25 Mala colocación del ventilador con respecto al vénturi. Verifique el ventilador para ver si está en el centro de la abertura del vénturi. La distancia desde las aspas hasta el condensador debe ser recomendada por el fabricante de la unidad condensadora.

3.2.3.26 Aire en el circuito refrigerante. Si todos los demás síntomas de alta presión han sido verificados y la presión permanece excesiva, es probable que haya entrado aire al circuito.

Descargar el refrigerante lentamente para evitar que arrastre el aceite.

Haga vacío al sistema tres veces hasta 28 pulg. de mercurio, rompiendo el vacío cada vez con vapor refrigerante hasta subir la presión a 5 Lbs/pulg². Recargue el sistema.

3.2.3.27 Embobinado del motor recalentado: Cuando el compresor esta consumiendo una corriente normal y se sobrecalienta disparándose el térmico o abriéndose el termostato interno, el gas de succión esta llegando demasiado caliente como para enfriar lo suficiente el motor del compresor. El exceso de temperatura en el gas se debe a una baja carga, a un exceso en sobrecalentamiento, a que la línea de líquido y la de succión han sido aislada conjuntamente, a una restricción en el circuito de refrigerante o a que el compresor ha sido instalado en un ambiente con una temperatura excesivamente alta.

3.2.3.28 Alto o bajo voltaje: Verificar el voltaje de la unidad indicado por la placa de identificación. Verificar el voltaje del contactor o arrancador mientras la unidad esta trabajando. En un compresor hermético este voltaje no debe variar mas de un 10% por encima del voltaje de placa o menos del 5% por debajo del voltaje de placa de la unidad.

3.2.3.29 Demasiado aire pasando por el serpentín de evaporación.: Demasiado aire pasando por el evaporador resulta en una alta presión de succión y reduce la deshumidificación, causando así una alta humedad en el área acondicionada. Para reducir el aire, abra la polea variable del motor del ventilador media vuelta en cada oportunidad hasta mejorar las condiciones . En el caso de ventiladores de acople directo, reduzca el retorno del aire o cambie la velocidad en el motor.

3.2.3.30 Enfriamiento inicial : Una alta presión de succión es característica de los periodos de arranque y enfriamiento inicial. Espere hasta que el espacio acondicionado este a 80°F para poder verificar con precisión la presión de succión.

3.2.3.31 Línea de igualación de la válvula de expansión restringida: Para comprobar esta situación reduzca la presión del sistema pero sin llegar a la línea igualadora y la conexión a la línea de succión para ver si hay obstrucciones. Asegúrese de purgar ambos lados de la válvula de expansión a fondo antes de apretar las conexiones cuando la vuelva a montar.

3.2.3.32 Demasiada humedad en el espacio acondicionado: La manera mas practica de controlar la humedad en el área acondicionada es evitando que entre al espacio acondicionado o eliminándola en el sitio de donde procede. Si cualquier parte del espacio acondicionado esta sobre un sub-piso, asegúrese de instalar una barrera de vapor sobre el suelo del sub-piso o sótano. Extractores instalados en los baños y en la cocina ayudaran a eliminar el vapor de agua generado por la ducha o por los alimentos que se están cocinando.

3.2.3.33 Compresor con válvulas defectuosas: Para comprobar esto, asegúrese que el sistema esta adecuadamente cargado con refrigerante y que no haya restricciones en el circuito. Cubra el condensador y observe si la presión de descarga aumenta rápidamente, Si la presión de descarga no aumenta rápidamente, esta indicando hay válvulas defectuosas. Si el problema se presenta en un compresor sellado, cambie el compresor.

- a) Descargue todo el refrigerante
- b) Retire el compresor y selle sus entradas.
- c) Instale un nuevo compresor
- d) Instale un filtro secador nuevo.
- e) Presurice el sistema hasta 75 Lbs/pulg² y verifique si hay fugas.
- f) Haga vacío al sistema tres veces, rompiendo el vacío en cada oportunidad con vapor de refrigerante y subiendo la presión hasta 5 Lbs/pulg²
- g) Recargue el sistema con la cantidad de refrigerante recomendada.

3.2.3.34 CONCLUSIONES.

Lo mencionado anteriormente cubren las situaciones mas comunes que pueden encontrar el técnico de servicio en el campo de los problemas básicos de enfriamiento. Naturalmente, habrá pequeñas diferencias de un equipo a otro y habrá por consiguiente técnicas específicas para ciertas reparaciones, dependiendo de cada marca en particular, pero en general los problemas son todos mas o menos los mismos.

3.2.4 LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS

Los principales componentes sobre los que vamos hacer la localización de averías son: Condensadores y , evaporadores, compresores, controles del tipo básico y accesorios.

3.2.4.1 AVERÍAS EN EL CONDENSADOR

Se comenzará por el condensador enfriado por aire; la falla más común de estos, es la excesiva presión de alta o de condensación.

Las causas más frecuentes son:

1- Insuficiente cantidad de aire, lo cual puede ser debido a:

- Suciedad sobre el serpentín
- Entrada o salida restringida
- Aspas del ventilador sucias
- Incorrecto sentido de giro del ventilador
- Velocidad del ventilador demasiado baja
- Motor del ventilador excesivamente sobrecargado
- Vientos prevalentes.

2- Gases no condensables en el sistema de refrigeración, lo cual puede ser debido a:

- Pobre instalación o técnicas de servicio mal aplicadas
- Fugas en el lado de baja en los sistemas que trabajan en vacío.

Síntomas específicos: La presión en el sistema no corresponde a la temperatura ambiente en las paradas.

Solamente los gases no condensables ocasionarán esto. Ejemplo: (La presión de un sistema inactivo operado con R-12, que está en una sala de máquinas a 80°F debe ser 84.2 libras por pulgada cuadrada).

3- Corto circuito del aire de condensación, normalmente causado por:

- Inadecuado desplazamiento
- Obstrucción temporal
- La dirección del viento hace que una parte del aire de descarga pase otra vez a la entrada del condensador.

4- Exceso de refrigerante:

Esto siempre es causado por un procedimiento de carga poco cuidadoso.

Síntomas específicos: Una apreciable disminución de temperatura puede sentirse al tacto en el punto correspondiente al nivel de líquido sobre las curvas del condensador cuando está funcionando.

La extracción del exceso de refrigerante reduce la presión de alta, pero no llegará a ocasionar burbujas en el visor de la línea de líquido.

Los síntomas generales para las cuatro situaciones posibles indicadas, "serán el ciclado" del presostato de alta y las posibles aperturas de del relé térmico de sobrecarga del motor.

3.2.4.2 LOCALIZACIÓN DE FALLA EN EL EVAPORADOR

En los evaporadores, la diagnosis del problema depende en gran parte del medio a ser enfriado y desde el punto de vista de localización de averías, podemos dividir los evaporadores en dos grupos:

- 1- Evaporadores que enfrían aire
- 2- Evaporadores que enfrían líquido.

Dentro de la primera categoría, los evaporadores pueden ser: de tubo desnudo, de aletas y serpentines de placa, bien con aire forzado o circulación por gravedad. Prácticamente todos los evaporadores de esta categoría son del tipo de expansión directa. El suministro del refrigerante se hace normalmente por medio de válvulas de expansión o tubos capilares.

En la segunda categoría se encuentran los enfriadores de expansión directa o inundados así como los enfriadores de contacto de tipo de placa. En estos evaporadores, el suministro del refrigerante se realiza normalmente por medio de válvulas de expansión o por flotadores del lado de baja, los cuales no son tratados en este manual.

En los evaporadores para enfriamiento de aire hay dos áreas generales donde pueden producirse problemas:

- a- Suministro de aire y distribución
- b- Suministro de refrigerante y distribución

Un evaporador destinado a enfriar aire, no puede realizar su cometido sin que pase a través de él una cantidad suficiente de aire. La falta de aire puede ser producida por las siguientes causas:

- Filtros sucios
- Serpentines sucios
- Canales obstruidos
- Correas del ventilador deslizándose
- Incorrectos tamaños del juego de poleas
- Incorrecta regulación del juego de persianas.

Hablando en general, si la cantidad de aire ha sido reducida suficientemente como para perjudicar seriamente los sistemas, esto se verá claramente sin necesidad de realizar mediciones del caudal de aire.

Los síntomas de insuficiente cantidad de aire son:

- Baja presión de succión
- Serpentes con hielo
- Temperatura del aire anormalmente baja.

Si el funcionamiento pobre del sistema es causado por una insuficiente cantidad de aire, al aumentar este hasta su caudal normal, deben de desaparecer todos los síntomas arriba mencionados.

Los problemas de excesiva cantidad de aire son raros. El síntoma normal es un aumento en el ruido con probable sobrecarga del compresor, debido a un aumento en la presión de succión.

El evaporador tampoco puede trabajar correctamente con una desigual distribución de aire; ya que ello puede crear falta de capacidad; lo que se evidenciará por:

- * Presión de succión mas baja de lo normal.
- * Posible inundación de refrigerante en el compresor debido a la poca carga frigorífica en los circuitos de refrigeración.

El dispositivo de control de flujo debe tener el suministro adecuado de refrigerante para alimentar el serpentín. Una falta de refrigerante en el serpentín puede ser producida por cualquiera de las siguientes causas:

- 1- Insuficiencia de refrigerante en el sistema
- 2- Filtro deshidratador obstruido
- 3- Línea de líquido o accesorios de la misma obstruidos
- 4- Válvula de expansión o tubo capilar averiado.

Los síntomas de suministro insuficiente de refrigerante al serpentín serán

- a- Baja presión de succión
- b- Posible congelación o formación de hielo sobre el serpentín
- c- Burbujas en el visor (dependiendo de su situación)
- d- Caída de temperatura en la línea de líquido (si la falta de suministro de refrigerante se debe a alguna restricción)
- e- Excesivo sobrecalentamiento de la válvula de expansión
- f- Gas relámpago debido a una excesiva larga línea vertical de líquido.

Si el insuficiente suministro de refrigerante al dispositivo de control se debe a la falta de refrigerante en el sistema, la adición de refrigerante al mismo debe hacer aumentar la presión de

succión, desaparecer la congelación y eliminar las burbujas en el visor en el caso posea este accesorio.

Si existe una restricción en el paso del líquido refrigerante, la caída de temperatura producida por la restricción persistirá aún cuando se cargue más refrigerante al sistema; la temperatura se normalizará solamente al eliminar la obstrucción.

Si la carga de refrigerante es suficiente y no existe ninguna restricción y a pesar de ello se mantiene excesivamente baja presión de succión y el alto sobrecalentamiento de la válvula, observe el dispositivo por si estuviese averiado.

Un distribuidor "enfermo" no puede funcionar correctamente. Una pobre distribución de refrigerante al serpentín puede ser causada por:

- 1- Orificios del distribuidor taponados
- 2- Orificios del distribuidor restringidos
- 3- Tamaño incorrecto de los orificios del distribuidor.

Los síntomas de una pobre distribución son:

- Algunos circuitos sudan, otros están secos o en general cualquier combinación de congelación, "sudor" o zonas secas en el serpentín.
- Asegúrese que la circulación de aire sobre todas las partes del serpentín es aceptablemente uniforme, antes de culpar a la distribución de refrigerante. Una pobre distribución de aire sobre el serpentín puede dar los mismos síntomas que una pobre distribución de refrigerante.

3.2.4.3 PROBLEMAS EN LOS COMPRESORES

Con la excepción de los problemas inherentes al sistema eléctrico; los siguientes son los problemas básicos que pueden ocurrir tanto en los compresores abiertos, como en los herméticos:

- 1- Agarrotamiento mecánico
- 2- Ruido
- 3- Fallo en la compresión de gas
- 4- Sobrecalentamiento.

1)- Agarrotamiento Mecánico: Antes de reparar o reemplazar un compresor agarrotado, se debe averiguar la causa del mismo, con el fin de evitar que vuelva a producirse. Un defecto de

fabricación puede ponerse de manifiesto en cualquier momento de la vida del compresor, pero es más probable que aparezca poco después de su puesta en marcha. Es mejor eliminar inmediatamente toda posible causa de avería ya que en caso contrario pudiera ésta producirse de nuevo. Si el compresor está bajo de aceite o totalmente falto de él, significará un fallo en el sistema de lubricación. Esto puede ser causado por los siguientes:

- Retenciones naturales de aceite (trampas), o en el sistema
- Inundación de refrigerante en el compresor, durante el funcionamiento debido a una válvula de expansión averiada o funcionando mal o a una incorrecta localización del bulbo.
- Arranque con el compresor inundado de refrigerante, debido a la acumulación del mismo en el compresor, durante la parada.
- Falta de refrigerante que ocasiona retención de aceite. La razón es la falta de suficiente masa de gas refrigerante circulando en el sistema.

Si la carga de aceite del compresor es normal en los compresores herméticos gripados, es casi completamente seguro que se trata de un compresor con defectos mecánicos. El agarrotamiento está muy comunmente ligado a un motor quemado en los compresores herméticos así que hay que considerar este agarrotamiento, como resultado del motor quemado y no como la causa. En un compresor abierto, la existencia de goteo de aceite y la cantidad de aceite que hay en el cárter ayudará a determinar la causa de la avería.

2)- Ruido: Un ruido excesivo en un compresor indica generalmente un desgaste debido a la falta de lubricación.

El repiqueteo del compresor en el arranque, llamado a veces martilleo; es causado por una acumulación de líquido refrigerante en el cárter del compresor, durante los ciclos de parada. La reducción repentina en la presión del cárter que tiene lugar cuando el compresor arranca, hace que la mezcla de aceite y refrigerante forme espuma, esta espuma, al pasar a través de las válvulas del compresor, produce el repiqueteo, el cual continúa hasta que el refrigerante es extraído del cárter y el nivel de aceite en el compresor se estabiliza.

Los calentadores del cárter o el control "por vacío" (pump down control), elimina este inicial martilleo.

3)- Fallo en la compresión del gas: La insuficiencia de capacidad en el sistema puede ser causado por un fallo en el compresor que le impida comprimir debidamente. Comparando este compresor con una persona, podríamos decir que sufre de insuficiente presión sanguínea.

Es evidente que una importante falta de capacidad de compresión en un compresor, es una importantísima avería y por lo tanto será fácil de determinar por sus síntomas:

- La presión de succión será alta
- La presión de descarga baja
- La temperatura de la línea de descarga se mantendrá mucho más baja de lo normal y el compresor, en cambio, estará más caliente.

Cuando la falta de capacidad de compresión no es muy grave, es mucho más difícil de reconocer el defecto por sus síntomas. Sin embargo tenemos dos buenos medios de comprobación de esta posible avería.

A- Con el compresor funcionando, cierre la válvula de succión del mismo a una presión de alta normal y sin refrigerante en el cárter, el compresor deberá "entrar en vacío" hasta alcanzar una presión negativa de 15 a 25 pulgadas en menos de un minuto.

B- Cierre la válvula de descarga rápidamente y apretándola hasta el fondo, después de parar el compresor. La presión en el lado de descarga del compresor, no deberá bajar mas de 3 ó 4 libras en un minuto.

Si el compresor es el tipo abierto o semi-hermético y no ha respondido bien en el alguna de las dos pruebas anteriores, desmonte la culata de cilindros y revise las válvulas. Observe si existen juntas deterioradas o si las válvulas están rotas o gastadas.

Recuerde que los compresores herméticos son enfriados por medio de la corriente de gas refrigerante que circula a través de ellos. Si la corriente de gas desciende debido a una insuficiente compresión, el compresor trabajará a una temperatura mas alta que la normal.

4)- Sobrecalentamiento: Un sistema dejará de enfriar cuando el compresor para como respuesta al termostato colocado sobre su carcasa (Klixon). Varios son los motivos que pueden producir un sobrecalentamiento en el compresor con lo cual el klixon abrirá sus contactos

- Bajo voltaje (herméticos)
- Alto voltaje y baja succión (herméticos)
- Falta de refrigerantes (herméticos)
- Excesiva carga (alta presión de succión)
- Presión de alta excesiva
- Carga de aceite baja
- Razón de compresión excesivamente alta

3.2.4.4 CONTROLES DE REFRIGERANTES

Los únicos controles que vamos a estudiar como posibles fuentes de avería son:

a- Dispositivos de control de líquido refrigerante

- Válvula de expansión
- Tubos capilares
- Presostatos.

Los tres problemas más comunes achacados a las válvulas de expansión son:

- 1- Sobrealimentación (inundación)
- 2- Insuficiente alimentación (hambre)
- 3- Mal funcionamiento (oscilación)

La inundación puede ser causada porque la válvula se haya quedado agarrotada en una posición abierta. También puede ser causada por lo siguiente:

- 1- Incorrecto sobrecalentamiento de la válvula
- 2- Incorrecta colocación del bulbo de la válvula sobre la línea de succión
- 3- Tipo de válvula equivocada en cuanto a la clase de refrigerante que hay en el sistema
- 4- Bulbo de la válvula de expansión con mal contacto con la línea de succión
- 5- Ligera carga de refrigeración
- 6- Exceso de aceite en el sistema.

El hambre puede ser causada por haberse quedado la válvula agarrotada en posición cerrada o por haber perdido parte de la carga del elemento activo de la válvula de expansión. El serpentín puede también estar hambriento por las siguientes razones:

- 1- Tipo de válvula incorrecta en cuanto al refrigerante usado.
- 2- Falta de refrigerante
- 3- Incorrecto ajuste del sobrecalentamiento
- 4- Filtro deshidratador obstruido
- 5- Orificios del distribuidor de refrigerantes taponados
- 6- Incorrecta colocación del bulbo de la válvula
- 7- Línea de igualación obstruida.

Por su misma naturaleza, todas las válvulas de expansión "oscilan" entre límites de algunos grados. Recuerde que una válvula trata de controlar el sobrecalentamiento del gas que abandona el evaporador variando el caudal de líquido refrigerante que entra al evaporador varios pies de distancia antes, y por lo tanto la respuesta no es inmediata.

Una oscilación excesiva puede ser causa por roce anormal o semi agarrotamiento de las partes internas de la válvula. Además de las averías localizadas en la misma válvula, una oscilación excesiva puede también ser causada por:

- 1- Válvula de expansión sobredimensionada
- 2- Muy poca carga de refrigeración
- 3- Circuito refrigerante demasiado largo
- 4- Rápidos cambios en la presión de condensación o temperatura
- 5- Vanación muy rápida de la carga de refrigeración
- 6- Evaporación rápida (flashing), en forma intermitente en la línea de líquido.

Los tubos capilares aunque sencillos en sí mismos, se comportan de tal manera que ocasionan problemas en el sistema, difíciles de diagnosticar. En todos los demás dispositivos de control, la caída de presión tiene lugar en una distancia muy pequeña a través de un orificio.

En todos los demás dispositivos de control, la caída de presión tiene lugar en una distancia muy pequeña a través de un orificio.

En un capilar, la caída de presión del lado de alta al de baja, se reparte sobre la total longitud del tubo. La única forma en que el capilar puede funcionar mal, es que se obstruya parcial o totalmente. Sin embargo, muchas diferentes condiciones afectan el funcionamiento del capilar en un sistema, presentándose en los mismos síntomas.

Una baja presión de succión y un evaporador hambriento, puede ser causado por:

- Falta de refrigerante
- Demasiado aceite en circulación
- Filtro deshidratador obstruido
- Baja presión de condensación

La inundación del evaporador y una excesiva presión de succión puede ser provocada por:

- Presión de alta excesiva
- Sub-enfriamiento excesivo
- Exceso de carga de refrigerante

Recuerde que para una determinada diferencia de presión a través, de un capilar puede dejar pasar más peso de líquido, que peso de gas, ya que el líquido tiene una mayor densidad.

Este hecho hace que el capilar sea muy sensible al exceso de aceite, al exceso de sub-enfriamiento o a la evaporación rápida o flashing.

Una excesiva cantidad de aceite en circulación reduce la cantidad de refrigerante circulando a través del tubo capilar y por lo tanto disminuye el peso real de refrigerante que pasa a través del tubo, ocasionando que el serpentín esté sub-alimentado.

Un excesivo sub-enfriamiento reduce la evaporación rápida (flashing), en el capilar, hasta el punto que demasiado refrigerante pasa a través del tubo y como consecuencia provoca la inundación del evaporador.

Una excesiva evaporación rápida (flashing), como consecuencia de la falta de gas, una restricción en la línea de líquido o que el capilar esté en contactos con superficies calientes, reducirá la cantidad de líquido que puede pasar por el tubo capilar y dá como resultado un serpentín sub-alimentado.

Presostatos: La mayor parte de los presostatos de alta y baja presión son del tipo de reposición automática.

Las desconexiones mas corrientes de un presostatos de baja ocurren en el momento del arranque . la válvula de expansión puede ser lenta en ajustarse para que suministre el caudal de

líquido refrigerante adecuado. Durante este período la presión de succión puede llegar a hacerse negativa (entra en vacío) y el sistema para, una vez por medio del presostato de baja presión; después, la presión vuelve a aumentar y el sistema vuelve a arrancar continuando funcionando sin nuevas paradas de este tipo.

A veces una desconexión normal, en el presostato de alta presión, puede ser causada, al aumentar el calor en una unidad condensadora enfriada por aire expuesta al sol durante el ciclo de parada. Cuando el sistema se pone en marcha, el presostato de alta presión puede abrir una vez, antes que el ventilador del condensador elimine el calor acumulado en la unidad. El hecho de que el compresor alcance su velocidad de régimen más rápidamente que el motor del ventilador, tiende también a ocasionar desconexiones en el presostato de alta presión.

Filtro deshidratador

El principal cometido de este elemento en un sistema, es recoger la humedad que puede haber en el mismo. Sin embargo, debe recordarse que en ciertas circunstancias este accesorio puede devolver también la humedad al sistema. Esta característica variará con el tipo de deshidratante usado, pero siempre sucede que la capacidad de absorción de humedad en todos los filtros secadores se reduce a medida que la temperatura del líquido refrigerante aumenta. Un secador instalado en una línea de líquido a 70°F durante el invierno puede repentinamente devolver la humedad al sistema cuando llegue el verano, al aumentar la temperatura de la línea de líquido hasta los 100°F.

Ninguna cantidad de humedad podrá obstruir un filtro secador, pero contaminará el sistema. Un filtro deshidratador parcialmente obstruido actuará como dispositivo de control de líquido refrigerante y por lo tanto creará una caída de presión. Esta caída de presión equivale a una caída de temperatura que puede generalmente ser comprobada al tacto. En los sistemas de mas bajas temperaturas puede aparecer en este caso "sudor" y aún congelación, a partir del secador obstruido. Raramente un filtro secador queda obstruido hasta el punto de detener la circulación del refrigerante.

Los tubos capilares son muy sensibles a la evaporación prematura del líquido. Una ligerísima restricción en un filtro secador demasiado pequeña como para ser perceptible con la mano, puede

causar suficiente evaporación como para reducir grandemente la capacidad de un capilar y por lo tanto causar una importante caída en la capacidad del sistema.

Válvula Solenoide

Las válvulas solenoides pueden zumbar debido a un bajo voltaje, una conexión floja o por tener el vástago agarrotado. También puede suceder que no abran a causa de un agarrotamiento, por tener la bobina averiada o por excesiva diferencia de presión a través de la válvula. Compruebe la máxima diferencia de presión de funcionamiento en la placa de la válvula antes de decidir que la válvula está agarrotada.

Frecuentemente ocurren pequeños pasos de refrigerante en los solenoides de la línea de líquido cuando están cerradas.

3.2.5 COMPONENTES ELÉCTRICOS, PRUEBA Y REPARACIÓN.

3.2.5.1 CONSTRUYENDO UN CIRCUITO DE PRUEBA.

La figura 3.5 a continuación ilustra un circuito de prueba que puede ser usado para comprobar los componentes eléctricos de aires acondicionados de ventana. Sus usos pueden cubrir muchos electrodomésticos.

En su fabricación se debe tener muchísimo cuidado porque forma una importante parte de su herramienta o equipo. Lo siguiente es una lista de los materiales necesitados para la construcción de un circuito de prueba el que se muestra en la siguiente figura:

ACCESORIOS

- 1- Un enchufe de pared de corriente alterna.
- 2- Aproximadamente 10 pies de alambre número 14 ó más para dos cordones.
- 3- Tres pinzas de lagarto.
- 4- Dos Sockets de lámpara.
- 5- Adaptadores hembras para Sockets.
- 6- Aproximadamente dos pies de alambre número 14 ó más.
- 7- Un interruptor de contacto momentáneo de 10 amperios o más de abierto normal.

Un circuito de prueba similar al que se muestra en la figura, puede ser usado para probar el sistema.

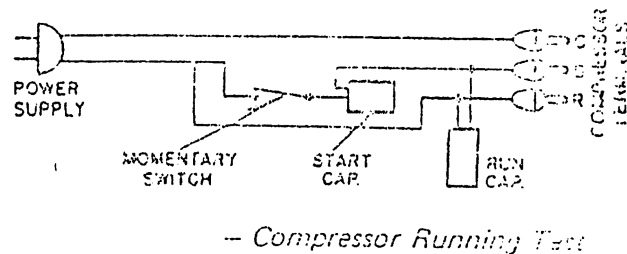


Fig. 3.5

La figura 3.6 muestra la forma de construirse un circuito de prueba.

- 1- Tres focos de sesenta, cien y doscientos watts.
- 2- Un alambre corto de dos cordones número 14 ó más.
- 3- Un capacitor de encendido de doscientos cincuenta a trescientos microfaradios(250-300 μ f) Voltaje que sea comparable a la línea de voltaje de la unidad, que va a ser aprobada.
- 4- Un fusible de 15 amp.(mantenga varios a mano).
- 5- Un enchufe de pared de corriente alterna.

Haga el capacitor o adaptador de encendido como se muestra en la fig. 3.7

3.2.5.2 IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DEL COMPRESOR

Los terminales tecunseh siempre están diseñados del mismo orden; este es: común o principal, start o encendido y marcha. Para leer los terminales se deberá leer de manera similar a leer un libro.

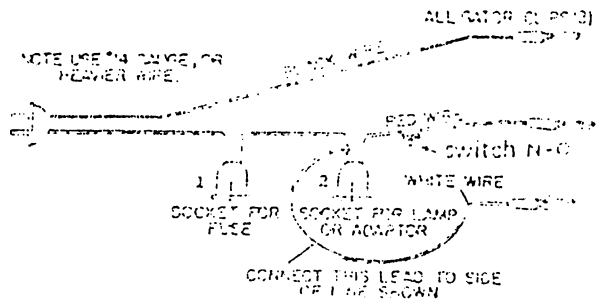


Fig. 3.6

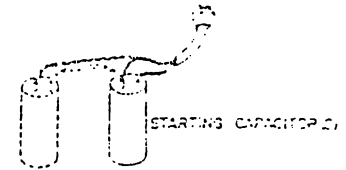
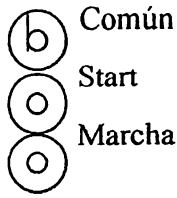


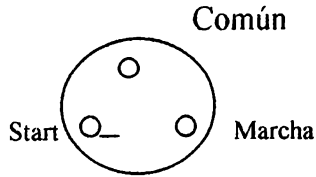
Fig. 3.7

Esto quiere decir se comienza a leer en las esquina superior izquierda y se lee a través de la primera línea de izquierda a derecha. Cuando se llega al final de la primera línea se pasará a la siguiente empezando de la izquierda y leyendo hacia la derecha, en algunos casos nosotros necesitamos tres líneas para teminar la identificación de los terminales. Vea las siguientes ilustraciones de la figura 3.8

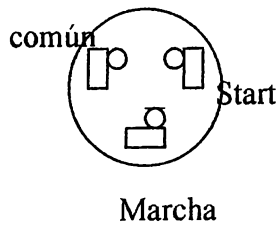
FIGURA 3.8



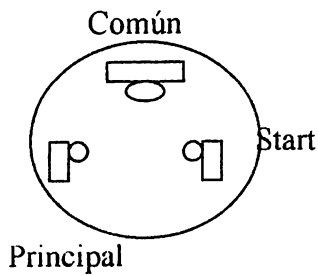
Los terminales insertados en el cilindro tipo pupusas, fueron reemplazados por terminales de vidrio en 1953.



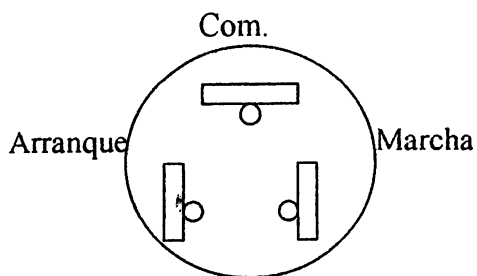
Terminales de vidrio todos los compresores tipo cilindro línea de compresores tipo T



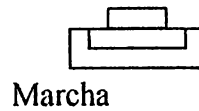
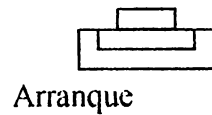
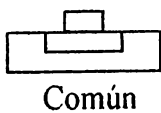
Terminales de un sólo cilindro, con resorte interno insertado en vidrio modelos S y C



Todos los compresores construidos hasta la fecha marca Westinghouse



Modelos de A/C tipos cilindro con terminales insertados en vidrio.



Todos los tecumseh montados externamente, de doble cilindro, B y C . También el de cilindros montados externamente. Modelos J.

Los diagramas anteriores cubre todos los modelos construidos por Tecumseh una de las marcas más conocidas en nuestro medio. Se notará que aún cuando los terminales parezcan estar en diferente localización, siempre pueden ser identificados leyéndolos en la forma de un libro o sea de izquierda a derecha.

3.2.5.3 IDENTIFICACIÓN MEDIANTE LA LECTURA DE LA RESISTENCIA EN LOS TERMINALES DEL COMPRESOR.

La siguiente ilustración de la fig 3.9 muestra esquemáticamente el alambrado de un compresor. Para identificar los diferentes bobinas para su correcta conexión debe utilizarse un ohmetro para determinar las resistencia de los devanados (ver ilustración).

Los dos terminales que miden la mayor resistencia son el encendido y el de marcha, el siguiente de resistencia intermedia debe ser el start y el común, y de menor resistencia el común y marcha.

La siguiente ilustración muestra un test de prueba que puede ser usado para el chequeo de compresores.

Para echar andar directamente el compresor será necesario conectar el capacitor de encendido dentro del circuito teniendo en cuenta que los capacitores han sido probados anteriormente antes de ser usado en esta prueba.

- 1- Haga una conexión de prueba similar al de la figura 3.10 .
- 2- Conecte la corriente e inmediatamente cierre el interruptor de contacto momentario por dos o tres segundos después ábralo.
- 3- El motor del compresor tendría que continuar trabajando sino está defectuoso.
- 4- Si el motor demuestra estar arruinado o defectuoso cámbielo.

NOTA: Cuando haga la prueba anterior, ponga la tapadera del panel de control por razones de seguridad.



FIG. 3.9

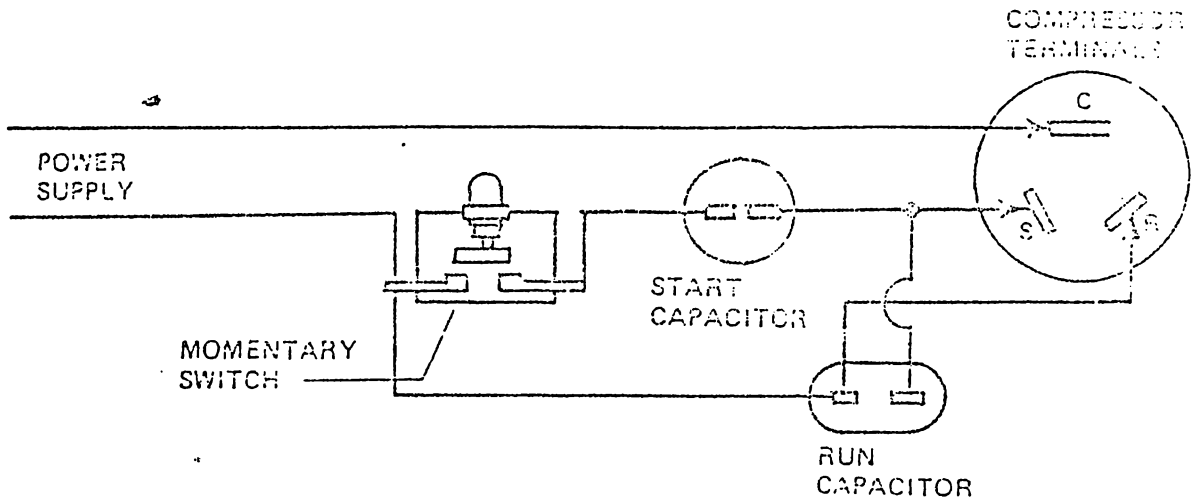


FIG. 3.10

3.2.5.4 USANDO EL CORDÓN DE PRUEBA PARA CHEQUEAR CONTINUIDAD

Para chequear la continuidad se deberá disponer de un circuito como mostrado en la figura

3.5, para usar este condón de prueba se deberán acatar las siguientes indicaciones:

- a) Coloque un foco de 60 watts en el socket N° 1.
- b) Use los cordones blanco y negro solamente, aisle el condón rojo.
- c) El foco se encenderá si hay continuidad.

3.2.5.5 USANDO UN CORDÓN DE PRUEBA PARA PROBAR UN CAPACITOR.

Nota: use el mismo cordón anterior.

- A) Coloque un foco en el socket N°1.
- B) Use los cordones blanco y negro solamente aisle el cordón rojo.
- C) Coloque los terminales através de los terminales del capacitor.
- D) Si el capacitor está bueno el foco encenderá despacio y levemente.
- E) Si el capacitor está abierto el foco no encenderá.
- F) Si el capacitor está cortado, el foco encenderá despacio y levemente
- G) Si la prueba resultará como indica el literal "D" cambie el foco por uno de 200 W.
- H) Coloque las líneas através de los terminales del capacitor y manténgalo por unos segundos.
- I) Retire las línea corte a través de los terminales, con alambre aislado, si el capacitor se carga y descarga una chispa se verá y esto indica que el capacitor este bueno.

3.2.5.6 USANDO EL CORDÓN DE PRUEBA PARA PROBAR EL COMPRESOR.

NOTA: Use el mismo cordón de la prueba anterior. Retire todos los alambres de los terminales del compresor.

- A) Disponga del cordón de prueba para probar continuidad.
- B) Pruebe si los devanados están quemados o aterrizados internamente. Coloque una línea a un tubo limpio cerca del compresor y toque cada uno de los tres terminales uno por uno con ña otra línea si el foco enciende el foco tiene que se cambiado y no hay necesidad de hacer más pruebas.
- C) Si la prueba de polo a tierra es negativa el motor no esta aterrizado y se prosigue con las pruebas

3.2.5.6.1 ENCENDIENDO EL COMPRESOR DIRECTAMENTE, USANDO EL CORDÓN DE PRUEBA. (VER FIG.3.11)

Esta prueba es hecha para determinar si el compresor trabajará o si el relay u otro componente está defectuoso. El cordón de prueba debe ser conectado en el mismo receptáculo donde está conectado el aparato. Si es posible sería conveniente tener un asistente para que colabore al momento de conectar el cable a la pared. Para la identificación de terminales vea la siguiente tabla:

- A) Coloque el fusible de 15 A. En el socket 1.
- B) quite el foco del socket 2
- C) Instale el adaptador en socket 2.
- D) Conecte el capacitor en el socket 2.
- E) Quite el aislamiento del alambre rojo los tres alambres serán usados.
- F) Conecte los alambres como se muestra en la fig. 3.11

El blanco al motor, el rojo al encendido y el negro al común o principal, vea el diagrama del alambrado de la unidad para identificar los terminales del compresor o en los diagramas de identificación marcados en este manual.

- G) Manteniendo el botón del switch abajo conecte el cordón al toma corriente o diga al ayudante que lo haga.
- H) Si el compresor enciende suelte el botón de switch, deje el compresor trabajando por unos minutos.
- Y) Si el compresor no enciende y solamente zumba, pero no quema el fusible, desconecte el cordón del toma corriente, y conecte otro capacitor en serie con el que ya está conectado y pruebe otra vez.
- J) Si el compresor no enciende intercambie rápidamente los alambres rojo y blanco manteniendo el switch oprimido empiece a golpear el compresor suelto. Si el compresor no responde desconecte el cordón del toma.
- K) Si el compresor enciende suelte el botón - Si el compresor sigue trabajando, déjelo trabajar tomando nota si comienza a refrigerar o que pueda sufrir una modificación que podría hacer que se detenga el compresor.

M) Si el compresor enciende y continua trabajando después que el botón se ha soltado, pero al poco tiempo se detiene, podría ser por presión formada en la línea de descarga, por lo tanto la revisión del compresor deberá hacerse cuando la unidad sea descargada.

RESTRICCIÓN DEL SISTEMA

N) Si el fusible se quema tan pronto se enciende el compresor, tendrá que cambiar el compresor, Si el compresor se enciende pero se calienta tan pronto se suelta el botón, y el sistema está descargado tendrá que cambiar el compresor..

O) El técnico debe de tener en mente que una sobrecarga de refrigerante o una modificación en el sistema causará que el compresor se pegue, por eso antes de que el compresor sea desechado haga todas las posibles pruebas para estar seguro.

La mayoría de restricciones suceden en la salida del condensador o en el colador del refrigerante o en el tubo capilar.

RESTRICCIÓN PARCIAL.

Cuando ocurre una restricción parcial el evaporador reacciona casi de la misma manera como si hubiera una carga baja, la línea de succión está tibia luego normal pero el evaporador se congelará en el lugar donde está detenido el líquido. Si la restricción es en el colador o en el tubo capilar es habrá una marcada diferencia de temperatura en el frente, y atrás del punto de restricción. Cuando hay una restricción parcial el condensador tendrá más de lo normal de líquido refrigerante y la diferencia de temperatura será mayor de lo normal entre la parte alta y la parte baja del tubo del condensador, la línea de descarga estará demasiado caliente y el wataje estará más bajo de lo normal. Tomará más tiempo para que el sistema se normalice cuando el compresor es parado.

RESTRICCIÓN COMPLETA.

Cuando ocurre una restricción completa el evaporador y el condensador se mantiene a la temperatura del medio ambiente. Y el wataje es bajo de lo normal. Esto ocurre cuando el evaporador ha sido vaciado y secado el refrigerante en forma líquida en el condensador y no se le ha aplicado calor . Con una restricción completa una vez que el compresor a parado será raro que vuelva a encender de nuevo.

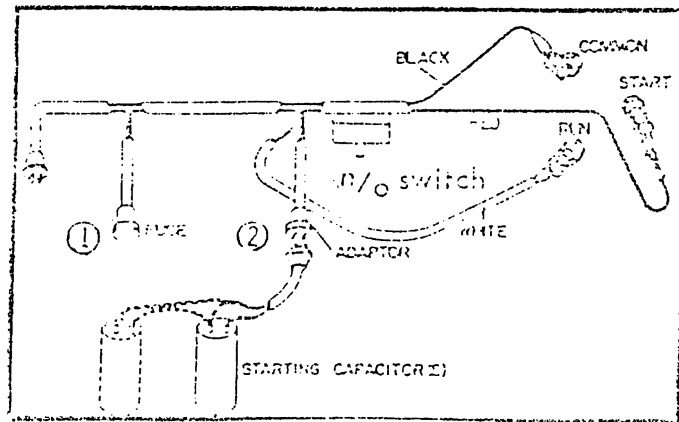


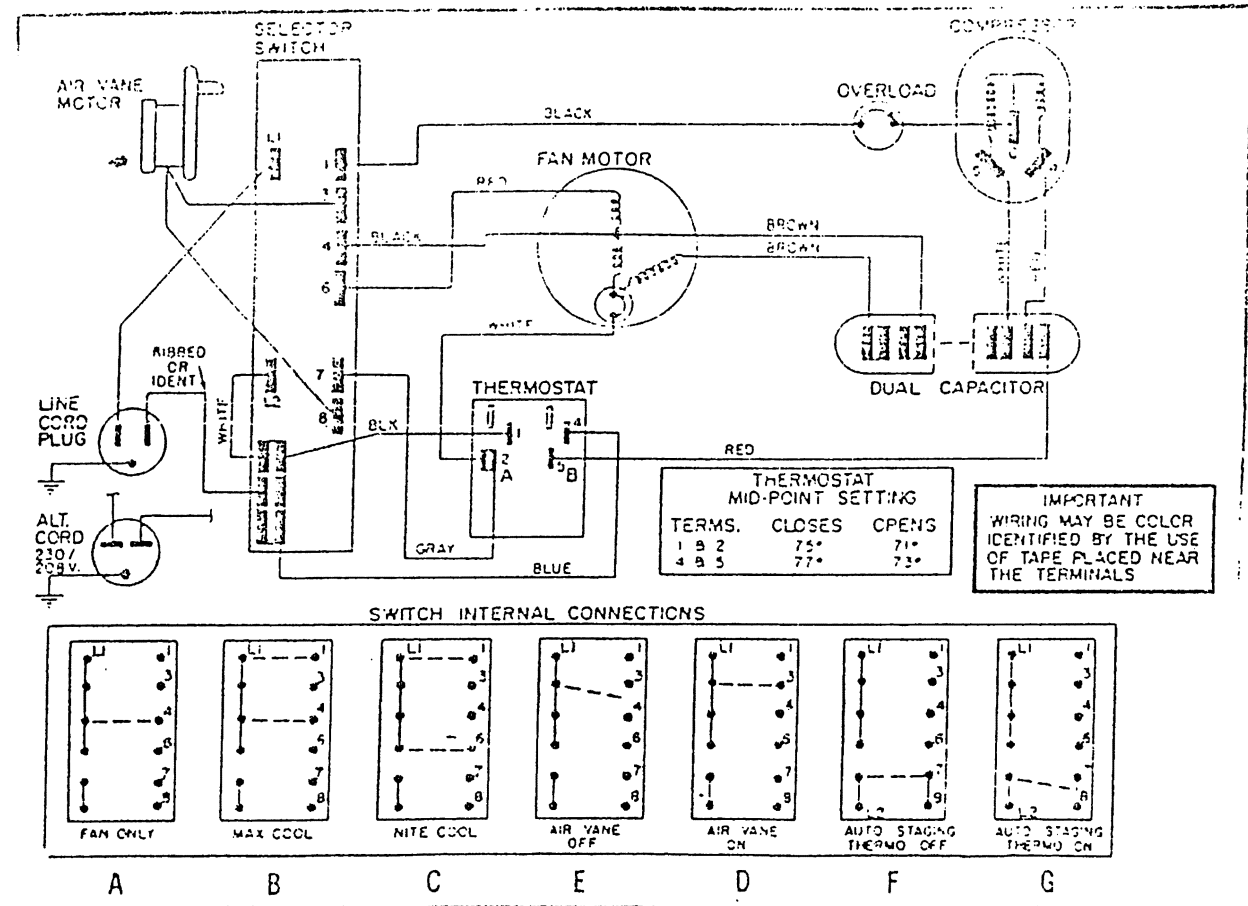
Fig 3.11

3.2.5.7 SWITCH DE SELECCIÓN

Dos tipos de interruptores de selección son usados en A/C de ventana. Hay el de tipo giratorio y el de oprimir un botón. Antes de condenar un interruptor como arruinado, vea si el switch está montado de manera que no force el ensamblado, o en el caso de oprimir un botón o los agujeros no están cubriéndose en el panel de control. Un diagrama típico del alambrado es el que se muestra en la fig.3.12

El switch de botón puede ser probado, probando continuidad entre los terminales conectados por líneas punteadas en el diagrama.

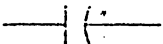
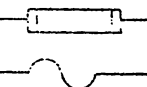
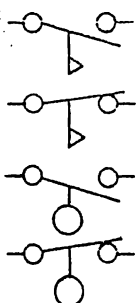
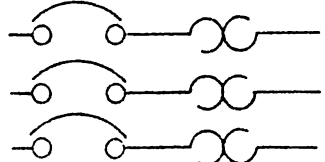
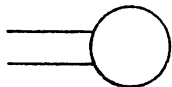
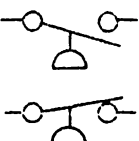
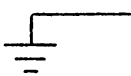
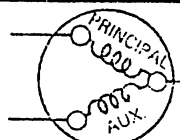
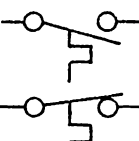
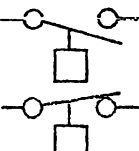


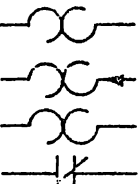


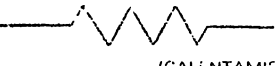
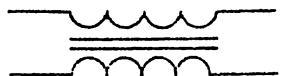
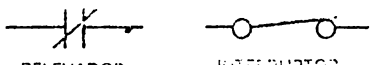
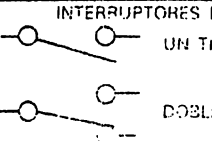

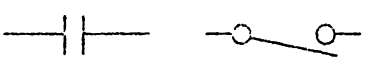
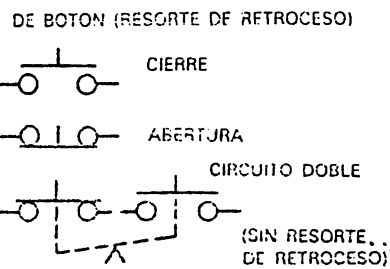
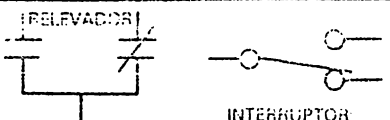
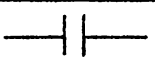
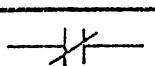
Por ejemplo en el esquema A de la figura 3.12 , colocando las líneas de pruebas a través de línea L1 a n° 4 cuando es oprimido en la posición de ventilador el resultado tendría que mostrar continuidad. Una prueba puede ser hecha en cada una de las operaciones del switch en esta manera.



Test continuity across dotted lines-wires removed, and switch positioned as marked.

Fig 3.12

No intente probar el switch con la corriente encendida. Si Ud. Está probando cerca del capacitor de encendido, lo mejor será descargarlo para evitar recibir una descarga.

<p>CAPACITOR</p>  <p>* MAS CERCANA A TIERRA</p>	<p>FUSIBLE</p>  <p>DE CARTUCHO O DE TAPON ESLABON FUSIBLE</p>	<p>INTERRUPTORES DE FLUJO</p>  <p>CIERRA AL AUMENTAR EL FLUJO ABRE AL AUMENTAR EL FLUJO CIERRA AL AUMENTAR EL NIVEL ABRE AL AUMENTAR EL NIVEL</p>
<p>DISYUNTOR</p>  <p>DISYUNTOR DE 3 POLOS CON DISPOSITIVO TERMICO DE SOBRECARGA EN TODOS LOS POLOS</p>	<p>MOTOR (GENERAL)</p> 	<p>PRESION O VACIO</p>  <p>CIERRA AL AUMENTAR LA PRESION ABRE AL AUMENTAR LA PRESION</p>
<p>TIERRA</p> 	<p>DEVANADOS DE MOTOR</p>  <p>MONOFASICO (TIPICO)</p>	<p>TEMPERATURA</p>  <p>CIERRA AL AUMENTAR LA TEMPERATURA ABRE AL AUMENTAR LA TEMPERATURA</p>
<p>ACCIONADO POR BOBINA</p>	<p>CONDUCTORES</p> <p>— DE CORRIENTE, DE FABRICA — DE CONTROL, DE FABRICA - - - DE CORRIENTE, DE CAMPO - - - DE CONTROL, DE CAMPO</p>	<p>HUMEDAD</p>  <p>CIERRA AL AUMENTAR LA HUMEDAD ABRE AL AUMENTAR LA HUMEDAD</p>
<p>CONTACTOR DE BOBINA O RELEVADOR</p>  <p>* PONER IDENTIFICACION CON LETRA</p>	<p>CRUCE DE CONDUCTORES</p>  <p>CRUCE DE CONDUCTORES, SIN ESTAR CONECTADOS CUALQUIER ANGULO</p>	<p>ELEMENTO TERMICO</p>  <p>ACCIONADOR CORTE TERMICO RELEVADOR TERMICO RELEVADOR TERMICO</p>
<p>CONEXION MECANICA</p> <p>--- (RAYAS CORTAS)</p>	<p>CONDUCTORES CONECTADOS</p> 	<p>TERMOPAR</p> 
<p>CONEXION MECANICA, PIVOTE</p> <p>--- (RAYAS CORTAS)</p>	<p>RESISTOR</p>  <p>(CALENTAMIENTO)</p>	<p>TRANSFORMADOR</p> 
<p>CONTACTO CERRADO</p>  <p>RELEVADOR INTERRUPTOR</p>	<p>INTERRUPTORES (TIPICOS)</p> <p>INTERRUPTORES DE TIRO</p> <p>UN TIRO</p> <p>DOBLE TIRO</p> 	<p>DISPOSITIVO DE SEÑALIZACION VISUAL</p>  <p>FOCO DE SEÑAL (TIPICO) * AGREGAR LETRA DE IDENTIFICACION</p>
<p>CONTACTO ABIERTO</p>  <p>RELEVADOR INTERRUPTOR</p>	<p>DE BOTON (RESORTE DE RETROCESO)</p> <p>CIERRE</p> <p>ABERTURA</p> <p>CIRCUITO DOBLE</p>  <p>(SIN RESORTE, DE RETROCESO)</p>	
<p>TRANSFERENCIA</p>  <p>RELEVADOR INTERRUPTOR</p>		
<p>CONTACTO ABIERTO DE RELEVADOR</p>  <p>CIERRA CON TIEMPO</p> <p>TC</p>		
<p>CONTACTO CERRADO DE RELEVADOR</p>  <p>ABRE CON TIEMPO</p> <p>TO</p>		

ANEXO 1

Simbolos recomendados para diagramas eléctricos sencillos. (Cortesía de ACCA.)

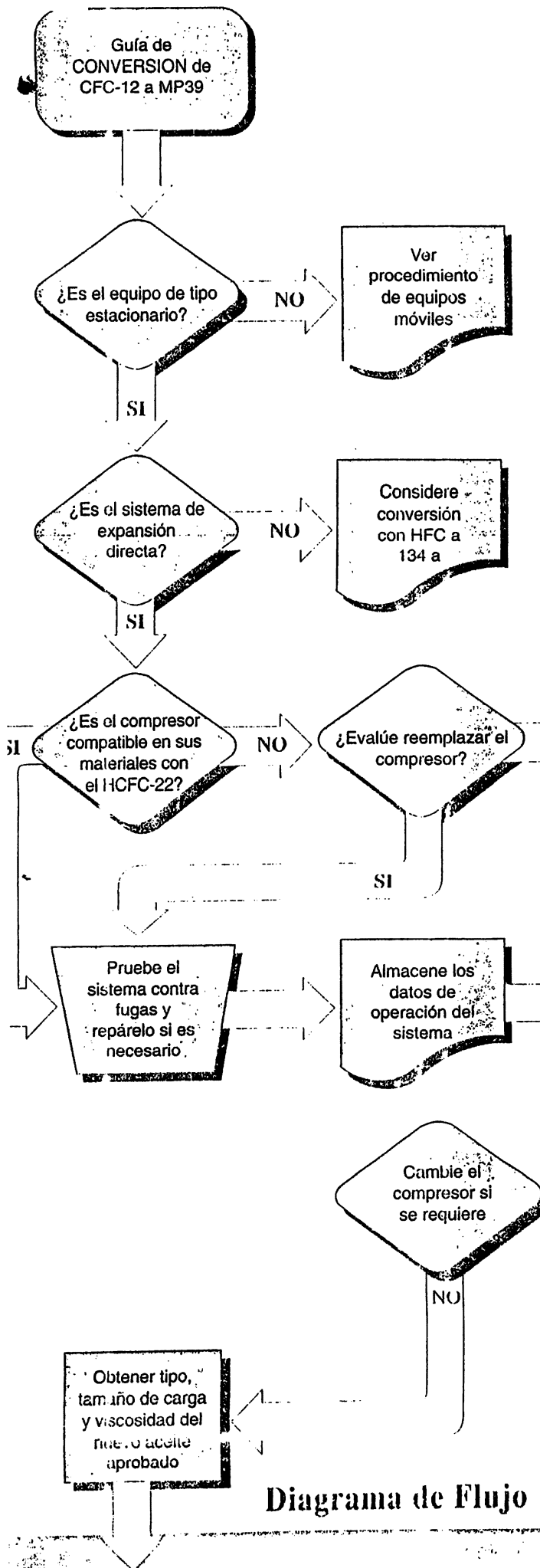


Diagrama de Flujo

DUPONT SUVA[®] MP39

GUIA PARA LA CONVERSION DE EQUIPOS



Suva[®]
Refrigerantes

Considere reemplazo del sistema

Apague el sistema

Recupere el CFC-12 del sistema y péselo

NOTA

NO ventear el refrigerante

Guia de Conversion
de CFC-12a SUVA
134-a

ANEXO 3

SUVA 134a
GUIA PARA LA
CONVERSION DE EQUIPOS

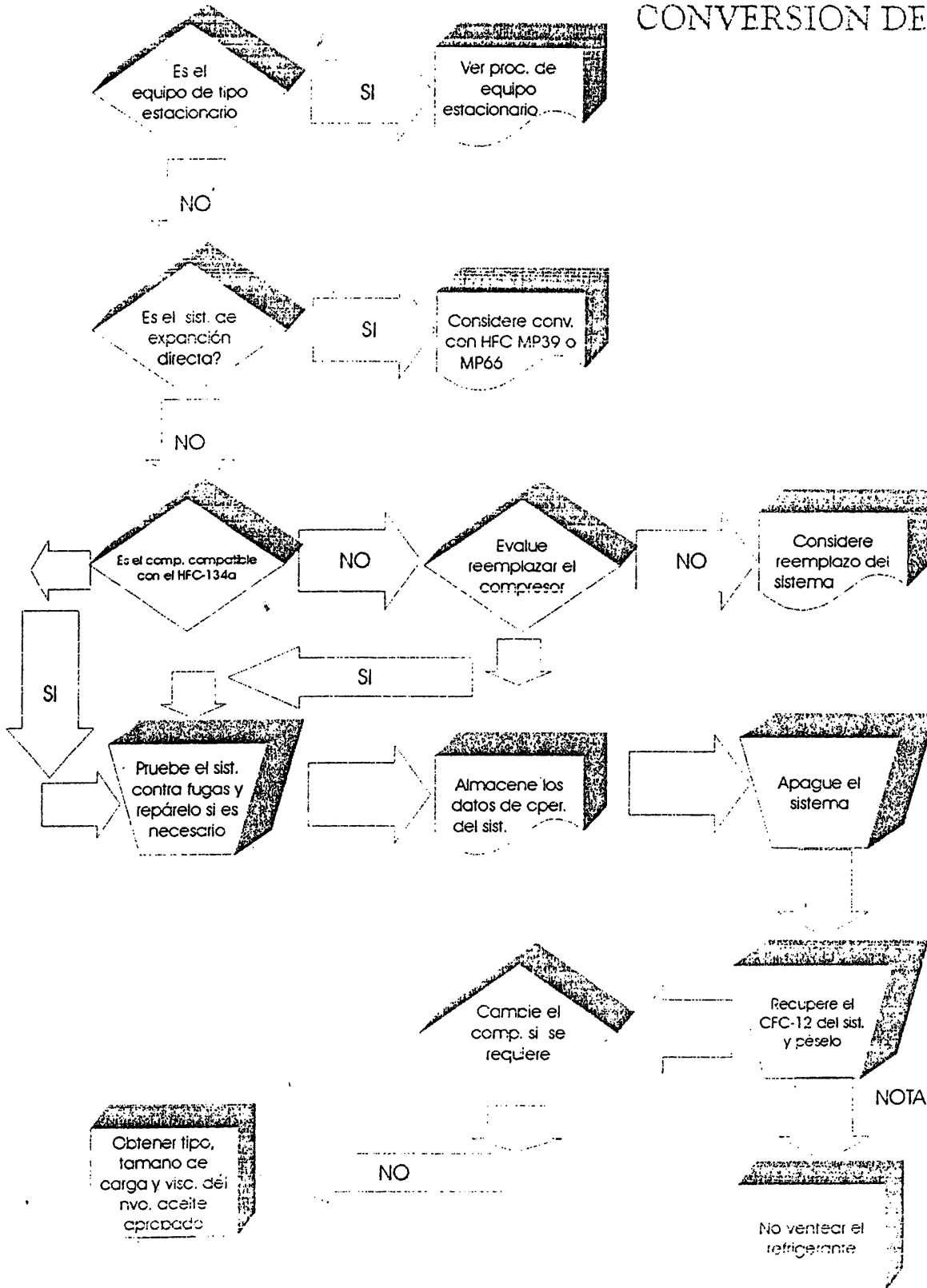


DIAGRAMA DE FLUJO

Drenar y remover el aceite expelente y medir la cantidad removida

El aceite removido excedió el 90% de la carga original recomendada por el fabricante del equipo

NO

Remover el aceite adicional del sistema (puede emplear una técnica de lavado)

10

Polyester o Polialquiletricol

Instalar el nuevo aceite aprobado en la misma proporción que el aceite removido

Instalar el nuevo deshidratador en la línea de líquido aprob. para 134a

Nota:

Deshidratador de relleno suelto desecante XH7 o XH9.
Deshidratador de centro sólido (piedra)

Evacuar el sist. a 500 micrones y esperar

NO

Encuentre la fuga, repárela y evacúe a 500 micrones

SI

Cargar con 134a al 90% de la carga original de CF12 en la fase liq.

Arranque el sistema y equilibre la carga de 134a

Cheque/ajuste los controles de presión y/o válvulas de expansión

Considere cambios adicionales al aceite aprobado

Etiquete los componentes y el sistema

La conversión ha sido completada. Archive/guarde la información de la conversión



ANEXO 4

Ideal-Standard
INTERNATIONAL OPERATIONS

PSYCHROMETRIC CHART

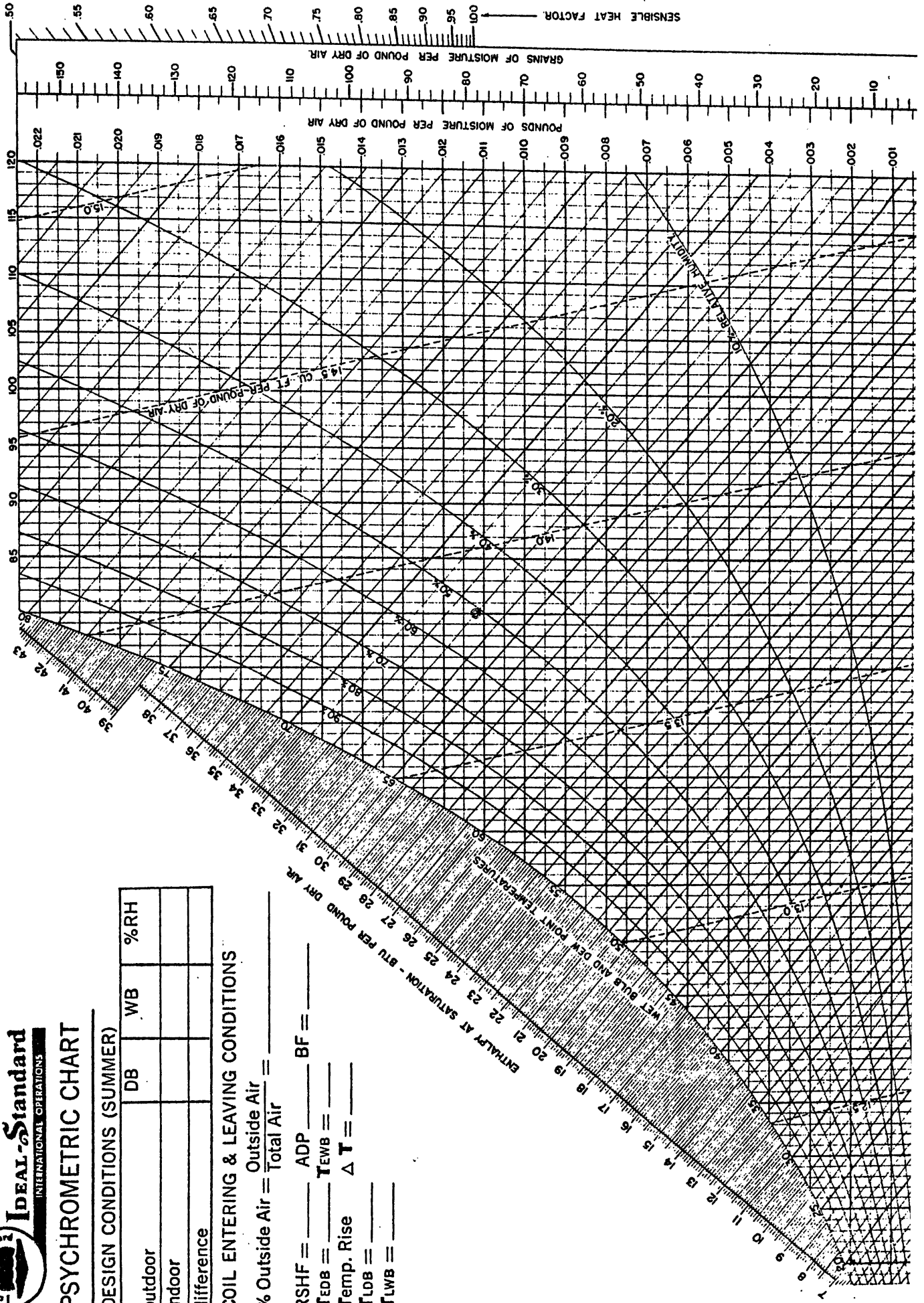
DESIGN CONDITIONS (SUMMER)

	DB	WB	%RH
outdoor			
indoor			
difference			

COIL ENTERING & LEAVING CONDITIONS

% Outside Air = $\frac{\text{Outside Air}}{\text{Total Air}}$ = _____

RSHF = _____ ADP _____ BF = _____
 $T_{E, DB} =$ _____ $T_{E, WB} =$ _____
 Temp. Rise $\Delta T =$ _____
 $T_{L, DB} =$ _____ $T_{L, WB} =$ _____



ANEXO 5

DIAGNOSTICO DE DEFECTOS EN UN SISTEMA DE REFRIGERACION

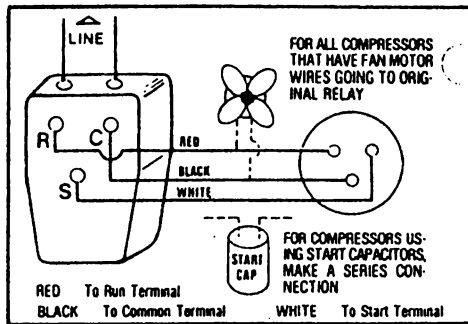
TABLA DE PROBLEMAS Y SOLUCIONES

	PROBLEMAS	POSIBLE CAUSA	SOLUCION
A	Compresor no arranca (no emite ningún ruido)	<ol style="list-style-type: none"> 1- Falta de tensión en el enchufe 2- Cable interrumpido 3- Protector térmico defectuoso 4- Conexión inadecuada 5- Componentes eléctricos defectuosos. Eje. el termostato. 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Verifique, con el voltímetro 2- Reemplace el cable 3- Reemplace el térmico 4- Chequee el diagrama 5- Reemplace
B	Compresor no arranca. (Protector térmico actúa)	<ol style="list-style-type: none"> 1- Conexión inadecuada. 2- Baja de tensión o tensión incorrecta. 3- Capacitor de arranque defectuoso / incorrecto 4- Relé defectuoso / incorrecto. 5- Protector térmico no especificado 6- Bobina del motor del compresor sin continuidad 	<ol style="list-style-type: none"> 1-Chequee la conexión de acuerdo con el diagrama eléctrico. 2- Aplique la tensión especificada 3- Reemplace 4- Reemplace 5- Reemplace 6- Reemplace el compresor
C	Compresor no arranca (Protector térmico actúa)	<ol style="list-style-type: none"> 1- Bajo voltaje / alto voltaje. 2- Protector térmico defectuoso 3- Capacitor de marcha defectuoso 4- Corriente eléctrica excesiva en el térmico 5- Carga de gas en exceso. 6- Compresor inadecuado al sistema 	<ol style="list-style-type: none"> 2- Aplique la tensión especificada 2- Reemplace 3- Reemplace 4- Chequee el diagrama eléctrico, el forzador (si es el caso) 5- Aplique la carga de gas recomendada por el fabricante 6- Reemplace por un compresor compatible al sistema.
D	Compresor arranca trabaja en pequeños ciclos.	<ol style="list-style-type: none"> 1- Protector térmico 2- termostato defectuoso 3- Alta presión 4- Carga de gs en exceso 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Vea causas en el ítem c 2- Reemplace 3- a) Ventilación insuficiente en el condensador b) Limpieza del condensador 4- Aplique carga de gas recomendada por el fabricante
E	Unidad opera continuamente	<ol style="list-style-type: none"> 1- Deficiencia de gas 2- Compresor inadecuado al sistema de refrigeración 3- Aislamiento térmico deficiente. 4- Evaporador bloqueado. 5- Condensador sucio. 6- Restricción en el sistema de refrigeración 7- Termostato defectuoso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1- Verifique / corrija la fuga y añada la carga de acuerdo con la recomendación del fabricante. 2- Reemplace 3- Corrija aislamiento. 4- Proceda con el deshielo. 5- Limpie el condensador. 6- Limpie el sistema de refrigeración. 7- Reemplace.
F	Temperatura elevada del ambiente a ser refrigerado	<ol style="list-style-type: none"> 1- Controlador de temperatura desregulado. 2- Elemento de control de flujo (VET) o tubo capilar subdimensionados. 3- Evaporador subdimensionado. 4- Circulación de aire inadecuada. 	<ol style="list-style-type: none"> 1- a) Regule el controlador b) verifique la especificación del controlador. 2- Redimensione el elemento 3- Redimensione el evaporador. 4- Mejore la circulación.

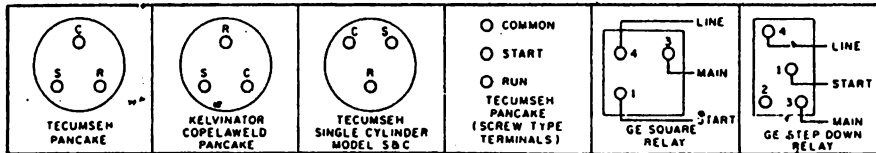
CONTINUACION

F	Temperatura elevada del ambiente a ser refrigerada	5- Lámpara o resistencia de deshielo en actuación	5- Chequee el interruptor y el termostato de deshielo.
G	Línea de succión congelando o transpirando	1- Exceso de carga de gas. 2- Elemento de control de flujo permitiendo el pasaje de exceso de gas refrigerante 3- Ventilador del evaporador defectuoso	1- Corrija la carga de gas. 2- Ajuste o reemplace el elemento de control de flujo. 3- a) Reemplace. b) Verifique la rotación del forzador
H	Ruido	1- Fijaciones flojas 2- Hélice del torzador provocando vibración 3- Cojinete del forzador desgastado. 4- Compresor instalado con gomas de amortiguadoras diferentes 5- Tubería vibrando debido al contacto. 6- Compresor con ruido interno excesivo.	1- Localice y apriete la fijación 2- Reemplace y verifique el balance de la hélice 3- Reemplace el forzador 4- Reemplace las gomas amortiguadoras por las correctas. 5- Ponga la tubería en posición adecuada 6- Reemplace el compresor

ANEXO 6



MOST COMMON TERMINAL AND RELAY ARRANGEMENTS



ANEXO 7

LISTA DE INSPECCIÓN PARA VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO					
NOMBRE DEL CLIENTE			DIRECCIÓN		
MARCA DEL EQUIPO			TEL.:		
MODELO			TIPO:		
DETALLE DEL PROBLEMA					
UNIDAD NO ARRANCA			RUIDO EXCESIVO		
UNIDAD NO ENFRÍA			OXIDACIÓN		
UNIDAD ARRANCA Y APAGA			ALTO CONSUMO DE ENERGÍA		
M	D	I	PROBLEMA	VARIABLE	SERVICIO
	X		1. FALTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL SISTEMA		<ul style="list-style-type: none"> • REVISAR LAS CONEXIONES ELÉCTRICAS • REVISAR LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN AL COMPRESOR • VOLTAJE INCORRECTO AL SISTEMA
X			2. BAJO FLUJO DE AIRE CIRCULANDO POR EL CONDENSADOR		<ul style="list-style-type: none"> • CONDENSADOR SUCIO • VENTILADOR SUELTO DEL EJE • COLOCACIÓN INCORRECTA DEL VENTILADOR • ROTACIÓN DEL VENTILADOR EQUIVOCADA • MOTOR DEL VENTILADOR DEFECTUOSO
X			3. BAJO FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DEL EVAPORADOR		<ul style="list-style-type: none"> • DISEÑO INADECUADO DE CIRCULACIÓN DE AIRE • VELOCIDAD DEL VENTILADOR MUY BAJA • ROTACIÓN DEL VENTILADOR INADECUADA • EVAPORADOR SUCCIÓN O CONGELADO • FILTROS SUCIOS • REJILLAS Y SUMINISTRO BLOQUEADO • ROTOR VENTILADOR SUELTO DEL EJE •
	X		4. ACCESORIOS ELÉCTRICOS DEFECTUOSOS		<ul style="list-style-type: none"> • RELES DEFECTUOSOS • MOTOR DE LOS VENTILADORES • CAPACITORES DE MARCHA Y DE PARTIDA
X			5. PRESIONES DE SUCCIÓN ALTAS		<ul style="list-style-type: none"> • DEMASIADA HUMEDAD EN EL ESPACIO ACONDICIONADO • DEMASIADO REFRIGERANTE • MAL DISEÑO DEL TUBO CAPILAR • MALA UBICACIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN • •

X			6. PRESIONES DE SUCCIÓN BAJAS		<ul style="list-style-type: none"> • BAJAS CONDICIONES DE HUMEDAD EN EL INTERIOR, BAJA TEMPERATURA EXTERIOR • SECADOR OBSTRUIDO • OBSTRUCCIÓN EN EL TUBO CAPILAR • EL BULBO DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN PERDIÓ LA CARGA • EXCESIVO SOBRECALENTAMIENTO • FALTA DE GAS REFRIGERANTE
X			7. PRESIONES DE DESCARGA ALTAS		<ul style="list-style-type: none"> • CONDENSADOR SUCIO • MALA INSTALACIÓN DE LA VÁLVULA DE EXPANSIÓN • EXCESO DE CARGA REFRIGERANTE • DEMASIADA HUMEDAD EN EL INTERIOR DEL ÁREA ACONDICIONADA

NOTA

M = MARCHA

D = DESCANSO

I = INTERVALO SEMANAS

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS APLICADOS A REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO.

Aceite, refrigeración: Aceite formulado especialmente para usarse en el mecanismo de refrigeración, y que circula en cierto grado con el refrigerante. El aceite debe ser seco (completamente libre de humedad) , por que si no, la humedad se condensa y se congela en el control del refrigerante y puede hacer que no trabaje el mecanismo refrigerante. Un aceite clasificado como de refrigeración debe estar libre de humedad y de otros contaminantes.

Aceites residuales: Moléculas pesadas o grandes de hidrocarburos.

Acondicionador de aire: Dispositivo que se emplea para controlar temperatura, humedad limpieza y movimiento de aire en un espacio acondicionado.

Acondicionamiento de aire: Control simultáneo de todos, o al menos tres, de los siguiente factores que afectan el estado físico y químico de la atmósfera dentro de una estructura: temperatura, humedad, movimiento, distribución, polvo, bacterias, olores, gases tóxicos e ionización, la mayor parte de los cuales afectan en mayor o menor grado la salud el confort humanos.

Acumulador: Tanque de almacenamiento que recibe refrigerante líquido del evaporador y evita que pase al tubo de succión.

Aerosol: Conjunto de pequeñas partículas, sólidas o líquidas, suspendidas en el aire. Los diámetros de las partículas pueden variar de 100 micras has 0.01 micra o menos, como por ejemplo: polvo, bruma, humo.

Aire (calor específico): Cantidad de calor absorbido por un peso unitario de aire por unidad de elevación de temperatura.

Aislamiento térmico: Sustancia que se usa para retardar el flujo de calor a través de una pared o división.

Aleta: Superficie extendida con objeto de aumentar el área de transmisión de calor. Por ejemplo, láminas metálicas fijas a tubos.

Amperaje: Flujo de electrones, o de corriente. Número de amperes que pasan por determinado punto de en un circuito.

Ampere: Unidad de corriente eléctrica, equivalente al flujo de un coulumb por segundo.

Arrancador de motor: Interruptores eléctricos de alta capacidad, accionados generalmente por electroimanes.

Atomo: Partícula más pequeña de un elemento que puede existir aislada o en combinación.

Avellanado: Acampanado, abocinado o ampliación del extremo de un tubo para que ajuste dentro de él otro tubo del mismo tamaño.

Biela: La parte del mecanismo del compresor que conecta el pistón con el cigueñal.

Bomba de alto vacío: Mecanismo que puede crear vacío entre los límites 1000 a 1 micra.

Bomba de vacío: Compresor especial de alta eficiencia que se usa para crear alto vacío para fines de prueba o de secado.

Bulbo húmedo: Dispositivo que se usa para medir la humedad relativa. La evaporación de la humedad disminuye la temperatura de bulbo húmedo, en comparación de la de bulbo seco en la misma zona.

Bulbo seco: Instrumento con elemento sensor que mide la temperatura del aire ambiente (en movimiento).

Cabezal de manómetros: Dispositivo fabricado para llevar manómetros compuestos y de alta presión, con válvulas para controlar el flujo de fluidos que pasan por él.

Cabezal, servicio: Dispositivo equipado con manómetros y válvulas manuales, que lo usan los técnicos de servicio para dar mantenimiento a los sistemas de refrigeración.

Caída de presión: Diferencia de temperatura en dos extremos de un circuito o parte de él, las dos caras de un filtro, o entre el lado de alta y el de baja en un mecanismo de refrigeración.

Caja de conexiones: Grupo de terminales eléctricas encerradas en una caja o recipiente protector.

Calibrar: Determinar Los indicadores de posición necesarios para obtener medidas exactas.

Caloría: Calor necesario para elevar en un grado centígrado la temperatura de gramo de agua.

Carga: La cantidad de refrigerante en un sistema.

Carta psicométrica: Gráfica que muestra la relación entre la temperatura, presión y contenido de humedad del aire.

Cilindro (botella) de refrigerante: Envase en el que se compra y se despacha un refrigerante. La pintura de clave de colores indica el tipo de refrigerante que esta dentro del cilindro.

Circuito abierto: Circuito eléctrico interrumpido que detiene el flujo de la electricidad.

Circuito: Instalación de tubo o de cable eléctrico que permite el flujo desde la fuente de energía, pasando por diversos, y de regreso a la misma fuente.

Condensado: Líquido que se forma en un condensador.

Conducción térmica: Proceso de transferencia de calor a través de un medio material en que se transmite la energía cinética mediante las partículas del material, de partícula a partícula sin desplazamiento conjunto del material.

Congelación: Cambio de estado de líquido a sólido.

Control de deshielo: Dispositivo que se usa para hacer trabajar un sistema de refrigeración de tal modo que se fundan el hielo y la descarcha acumulados.

Control de motor: Dispositivo operado con la temperatura o presión que se emplea para controlar la marcha de un motor.

Control de seguridad: Dispositivo que detiene el funcionamiento de la unidad de refrigeración si se alcanzan presiones y/o temperaturas inseguras.

Control: Dispositivo manual o automático que se usa para detener, iniciar, y/o regular el flujo de un gas, líquido y/o electricidad.

Convección: Transferencia de calor mediante el movimiento o flujo de un fluido o gas.

Derivación de gas caliente: Sistema de tubería en una unidad de refrigeración que impulsa el gas refrigerante caliente del condensador al lado de baja presión.

Descongelado: Proceso de quitar la acumulación de escarcha en los evaporadores.

Desplazamiento de un pistón: El volumen que se obtiene multiplicando el área de la sección transversal del cilindro por la longitud de la carrera del pistón.

Desplazamiento de un pistón: Volumen desplazado por un pistón en su movimiento a lo largo de su carrera.

Detector de fugas con espuma: Sistema de burbujas de jabón o de líquidos espumantes especiales que se untan sobre las uniones y conexiones a fin de localizar las fugas.

Detector de fugas: Dispositivo o instrumento como por ejemplo soplete de halógeno, olfato electrónico, o solución de jabón que se usa para detectar fugas.

Devanado de arranque: Devanado de un motor eléctrico que sólo se usa durante un período breve cuando el motor está arrancando.

Devanado de marcha: Devanado eléctrico de un motor por el cual pasa corriente durante el funcionamiento normal del motor.

Diafragma: Membrana flexible que se fabrica normalmente de metal, hule o plásticos delgados.

Ducto: Para calefacción y aire acondicionado, es un tubo o conducto a través del que el aire se mueve o se transporta.

Efecto de refrigeración: Cantidad de calor en BTU/hr o cal/hr que un sistema es capaz de transferir.

Eficiencia del compresor: Medida de la desviación de la compresión real en comparación con la del ciclo perfecto de compresión. Se define como trabajo hecho dentro de los cilindros.

Electrónica: Rama de la ciencia que trata de los dispositivos electrónicos y sus aplicaciones.

Empaquetadura: Material deformable o flexible que se usa entre superficies correspondientes de las partes de unidades de refrigeración, o de puertas de refrigerador, para dar un sello hermético.

Filtro: Dispositivo que se utiliza para eliminar partículas pequeñas de un fluido.

Fluido: Sustancia en estado líquido o gaseoso; sustancia que contiene partículas que se mueven y cambian de posición sin separarse del conjunto.

Freón: Marca registrada de una familia de refrigerantes sintéticos fabricados por DuPont, Inc.

Frío: El frío es la ausencia de calor; Una temperatura bastante más baja que la normal.

Fundete para soldadura: Sustancia que se aplica a las superficies que se van a unir por soldadura o latonado, para liberarlas de óxidos y facilitar una buena unión.

Fusible: Dispositivo eléctrico de seguridad que consiste en un listón de metal fusible en un circuito. Este metal se funde cuando la corriente sobrepasa cierto valor.

Gas no condensable: Gas que no pasa a su estado líquido a las temperaturas y presiones de operación.

Hg (mercurio): Elemento metálico denso, de brillo semejante al de la plata; es el único metal líquido a la temperatura ambiente. Su símbolo químico es Hg.

Humedad relativa: Relación de cantidad de vapor de agua presente en el aire a la cantidad máxima posible a la misma temperatura.

Humedad: Contenido de vapor de agua. La humedad relativa es la relación de la cantidad de vapor presente en el aire a la cantidad máxima posible a determinada temperatura.

Igualador externo: Tubo que se conecta al lado de baja presión de un diafragma de válvula de expansión, y a la salida del evaporador.

Indicador líquido: Dispositivo ubicado en un tubo de líquido que es una ventanilla a través de la que se puede observar el flujo.

Inflamabilidad: Capacidad de un vapor de combinarse con el oxígeno en el proceso de combustión.

Jaula de ardilla: Ventilador con aspas paralelas al eje y que impulsa el aire en ángulos rectos, o en dirección perpendicular a dicho eje.

Lado de alta: Partes de un sistema de refrigeración: que están bajo la presión de condensación.

Lado de baja: La parte de un sistema de refrigeración que está a la menor presión de evaporización.

Lavado: Operación para quitar cualquier material o fluidos de partes del sistema de operación, por medio de purgas a la atmósfera con otro refrigerante u otros fluidos.

Manómetro compuesto: Instrumento para medir presiones mayores y menores de la presión atmosférica.

Manómetro: Instrumento para medir la presión de gases y vapores. La presión de gas se compara contra un columna de líquido como mercurio en un tubo en forma de U.

Medición psicrométrica: Medición de temperatura, presión y humedad empleando una carta psicrométrica.

Medidor de flujo: Instrumento que se emplea para medir la velocidad o volumen del movimiento del fluido.

Micra: Unidad de longitud en el sistema métrico; la milésima parte de un milímetro, o la millonésima parte de un metro.

Micrómetro: Instrumento para mediciones de precisión cuya exactitud es de 0.001 a 0.0001 pulgadas, o 0.01 mm.

Mirilla: Tubo o ventana de vidrio en el mecanismo de refrigeración que muestra la cantidad de refrigerante o de aceite en el sistema, o bien la presión de burbujas de gas en un tubo de líquido.

Motor de inducción: Motor de corriente alterna que trabaja bajo el principio de un campo magnético rotario. El rotor no tiene conexión eléctrica, sino recibe su energía eléctrica por acción de transformador de los devanados de campo.

Motor hermético: Motor de impulsión de compresor sellado en el mismo recipiente que contiene al compresor.

Neopreno: Hule sintético resistente a los hidrocarburos y al gas.

No ferroso: Grupo de metales y aleaciones que no contienen hierro.

Orificio: Abertura de dimensiones exactas para controlar el flujo de un fluido.

Par: Fuerza de giro o torcimiento.

Pistón: Parte de ajustes estrechos que se mueve hacia arriba y hacia abajo dentro de un cilindro.

Prensa: Herramienta que se usa para comprimir entre sí las paredes de un tubing hasta hacer cesar el flujo.

Presión de succión: Presión en el lado de baja presión de un sistema de refrigeración.

Prueba de la flama para encontrar fugas: Se usa una herramienta como soplete, y cuando se alimenta a la flama una mezcla de aire y refrigerante, dicha flama cambia de color en presencia de cobre caliente.

Punto de fusión: Temperatura a la presión atmosférica, a la cual se funde una sustancia.

Punto de rocío: Temperatura a la cual el vapor comienza a depositarse como líquido. Hay 100% de humedad.

Punto triple: Condiciones de temperatura y presión en las que una sustancia está en equilibrio en sus estados sólido, líquido y vapor.

Purgado: Liberación de gas comprimido a la atmósfera a través de una o varias partes con objeto de eliminar contaminantes de esa parte o partes.

Purgar: Desecho continuo o intermitente de una pequeña parte del agua de circulación a una torre de enfriamiento, con el objeto de evitar la acumulación de hielo o la concentración de sustancias formadoras de costra en el agua.

Radiación: Transferencia de calor por medio de rayos caloríficos.

Rango: Ajustes de presión o temperatura para un control; límites dentro de los cuales cambia algo.

Recibidor líquido: Cilindro conectado a la salida del condensador para almacenamiento de refrigerante líquido en un sistema.

Reciprocante: Acción en la que el movimiento es hacia adelante y hacia atrás, en línea recta. También se llama alternativo.

Refrigeración mecánica: Efecto refrigerante producido por los cambios en la presión del sistema producidos por la acción mecánica de un compresor.

Refrigerantes halogenados: Familia de refrigerantes que contienen sustancias químicas con halógenos.

Regulador de presión, evaporador: Válvula automática de regulación de presión. Está montada en el tubo de succión entre la salida del evaporador y la entrada al compresor. Su objeto es mantener una presión y temperatura predeterminadas en el evaporador.

Reja, rejilla: Abertura con ornamentaciones o persianas que se coloca en el extremo de un ducto de aire.

Revelador de arranque: Dispositivo eléctrico que conecta y/o desconecta el devanado de arranque de un motor eléctrico.

Rotor: Parte giratoria de un mecanismo.

Saturación: Estado que existe cuando una sustancia contiene un máximo de otra para condiciones dadas de temperatura y presión.

Segunda ley de termodinámica: El calor sólo fluye de un material a determinada temperatura hacia un material a otra temperatura más baja.

Sensor: Elemento o dispositivo que cambia su estado físico o electrónico cuando cambian las condiciones que lo rodean.

Separador de aceite: Dispositivo que se emplea para separar aceite del refrigerante gaseoso.

Serpentín de evaporador: Dispositivo que consiste en espiras de tubos, y que hace el papel de evaporador de refrigerante.

Sistema hermético: Sistema de refrigeración con un compresor impulsado por un motor dentro del recipiente del compresor.

Sobrecalentamiento: Temperatura del vapor en exceso de la temperatura de ebullición de su líquido a la misma presión.

Sobrecarga: Carga mayor que aquella para la cual se diseñó el sistema o mecanismo.

Soldadura con plata: Proceso de soldadura en el que la aleación contiene algo de plata.

Soplete de halógeno: Soplete que se usa para detectar fugas de refrigerantes.

Subenfriamiento: Enfriamiento de un refrigerante líquido a una temperatura menor a la de condensación.

Sublimación: Estado en el que una sustancia pasa del estado sólido al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido.

Sudar: Condensar la humedad del aire en una superficie fría.

Temperatura ambiente: Temperatura del fluido (normalmente aire) que rodea al objeto por todos lados.

Temperatura de bulbo seco: Temperatura del aire, la que indica un termómetro ordinario.

Temperatura de ebullición: Temperatura a la cual un líquido se convierte en gas.

Temporizador: Mecanismo que se usa para controlar los tiempos de conexión y desconexión de un circuito eléctrico.

Termistor: Material semiconductor, término medio entre conductor y aislador, cuya resistencia eléctrica varía con la temperatura.

Termómetro: Dispositivo para medir temperaturas.

Termostato: Dispositivo que responde a las condiciones de la temperatura ambiente.

Toxicidad: Clasificación con números de las concentraciones de un vapor cuando se hacen dañinas a los seres humanos.

Tubing: Tubo para conducir fluidos que tiene su pared delgada.

Tubo capilar: Tipo de control de refrigerante. en general consiste en varios pies de tubo con diámetro interior pequeño. La fricción del refrigerante líquido y las burbujas del refrigerante evaporado dentro del tubo sirven para restringir el flujo de tal modo que se mantienen las presiones correctas en el lado de alta y en el de baja mientras está funcionando el compresor. Un control de refrigerante de tubo capilar permite que se equilibren las presiones del lado de alta y de baja durante el ciclo de apagado. También, se usa un tubo de diámetro pequeño para conectar los bulbos de control de temperatura con su mecanismo de control.

Unidad de ventana: Se usa en forma normal cuando se refiere uno a acondicionadores de aire que se instalan en una ventana. Es normalmente una aplicación doméstica.

Vaciado: Expresión que indica la acción de quitar refrigerante de todo o parte de un sistema de refrigeración.

Vacío: Presión baja, menor que la presión atmosférica.

Válvula de control de presión de succión: Dispositivo que está en el tubo de succión, que mantiene una presión constante en el evaporador durante la parte de marcha del ciclo.

Válvula de expansión: Dispositivo en sistema de refrigeración que mantiene una diferencia de presión entre el lado de alta y el lado de baja, y que trabaja mediante la presión.

Válvula de servicio: Dispositivo empleado por los técnicos de servicios para medir presiones y cargar las unidades de refrigeración.

Válvula de succión para servicio: Válvula de dos vías y operación manual que está a la entrada del compresor, que controla el flujo de gas en la succión y que se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de succión: Válvula en el compresor de refrigeración que permite que el refrigerante vaporizado entre al cilindro a través del tubo de succión, y que evita su regreso.

Válvula schrader: Dispositivo con tensión de resorte que permite el flujo de fluido cuando se oprime un perno central.

Vapor saturado: Estado que ocasiona la condensación de un vapor en un líquido cuando se reduce la temperatura del vapor.

Vapor: Agua en estado gaseoso; estado gaseoso de una sustancia.

Ventilador: Dispositivo de flujo axial o radial que se usa para impulsar o producir corrientes artificiales de aire.

Zona de confort: Lugar de la carta psicrométrica que muestra las condiciones de temperatura, humedad y a veces movimiento del aire, en el cual la mayoría de las personas se sienten confortables.

BIBLIOGRAFIA

AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE (AIR). Manual de aire acondicionado y refrigeración (México 1994).

EMBRACO. Curso orientador de aplicación (Brasil 1987).

EDWARD G. PITA. Principios y Sistemas de Refrigeración. (México 1991).

DUPONT FLUOROQUIMICOS. Freon, Manual General de Refrigerantes. (México D.F.)

ITCA (INSTITUTO TECNICO CENTROAMERICANO). Manual de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado. (El Salvador).

MASTER. Window Air-Conditioners. (Estados Unidos de América 1977).

MYCOM. Manual de Servicio para compresores de refrigeración y A/C (México).

PAUL F. GOLIBER. Mantenimiento y Reparación de Refrigeradores. (México 1976).

PNUMA. INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE. Proteger la Capa de Ozono. (Oxford Reino Unido).

SICOM (SOCIEDAD INTERNACIONAL DE COMPRESORES HERMETICOS). Diagnostico de defectos en un sistema de refrigeración. (Brasil)

QUIMOBASICOS, S.A. de C.V. Refrigeración Básica, Servicio Técnico. (Monterey, México)