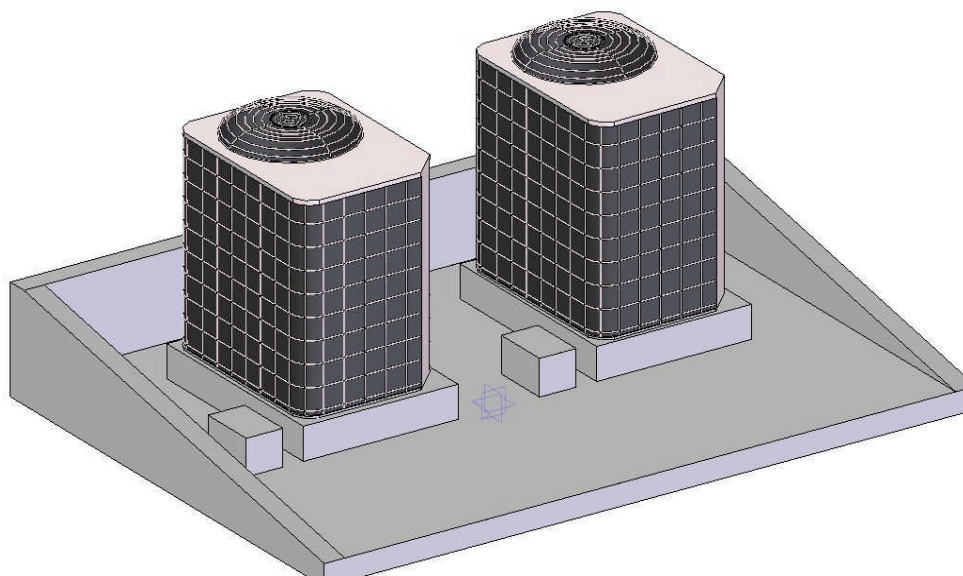
 Universidad Pontificia Bolivariana <small>Bucaramanga</small>	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 1 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA


FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA (CHILLERS)




Versión	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha
Original	Hernán Darío Duarte Orduz			

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 2 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

CONTENIDO

1.	FICHA TÉCNICA Y PROTOCOLO DE PRUEBA Y ARRANQUE	4
2.	NORMAS DE SEGURIDAD	6
3.	DEFINICIÓN	7
4.	DISPOSICIÓN EN EL SISTEMA	8
5.	FUNCIÓN EN EL SISTEMA	9
6.	DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES PRINCIPALES	9
6.1.	Sistema de refrigeración	10
6.1.1.	Condensadora estándar	11
6.1.2.	Válvula de expansión	13
6.1.3.	Intercambiador de calor tipo placas (evaporador)	16
6.2.	Sistema y dispositivos de control eléctrico.....	17
6.2.1.	Presostato de seguridad de alta presión	19
6.2.2.	Presostato de baja	19
6.2.3.	Termostato de seguridad	20
7.	Procedimiento de arranque.....	20
7.1.	Secuencia de operación	21
8.	Mantenimiento	22
8.1.	Carta para diagnóstico de fallas del enfriador.....	24


 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 3 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de aire acondicionado	8
Figura 2. Sistema Chiller.....	9
Figura 3. Unidad enfriadora de agua	11
Figura 4. Válvula de expansión.....	13
Figura 5. Válvula de expansión termostática con igualación externa de presión...	14
Figura 6. Intercambiador de calor	16
Figura 7. Circuito de conexiones eléctricas de control eléctrico unidad enfriadora	17
Figura 8. Circuito de conexiones eléctricas de potencia unidad enfriadora	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica unidad enfriadora CH1	4
Tabla 2. Ficha técnica unidad enfriadora CH2	5
Tabla 3. Datos técnicos condensadora estandar	12
Tabla 4. Datos técnicos válvula de expansión	15
Tabla 5. Datos técnicos intercambiador de placas.....	17
Tabla 6. Datos técnicos presostato de alta	19
Tabla 7. Datos técnicos presostato de baja.....	19
Tabla 8. Datos técnicos termostato.....	20
Tabla 9. Carta para diagnostico de fallas.....	24

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 4 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

1. FICHA TÉCNICA Y PROTOCOLO DE PRUEBA Y ARRANQUE

Tabla 1. Ficha técnica unidad enfriadora CH1

ENTREGADO POR: PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA.		
FECHA INSTALACION: 28 de Mayo de 2007		
FECHA ARRANQUE: 29 de Febrero de 2008		
DATOS TECNICOS UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA CH1		
DESCRIPCION: Unidad enfriadora de agua CH1, capacidad de 5 Ton. Condensado por aire.		
UNIDAD CONDENSADORA		
MARCA: York	MODELO: AC060X1031	
VOLTAJE: 208/230- 3 ph - 60 Hz	TIPO DE COMPRESOR: Scroll para R-22	
CORRIENTE NOMINAL (RLA): 16 Amp	CORRIENTE MOTOR BLOQUEADO (LRA): 125 Amp	
VENTILADOR: Ø 22" – 3450 cfm	MOTOR VENTILADOR: ¼ Hp – 850 RPM – 1.3 Amp	
SERPENTIN: 18 aletas /pulg.	AREA DE CARA SERPENTIN: 23.58 ft ² [2.1907 m²]	
INTERCAMBIADOR DE PLACAS (EVAPORADOR)		
MARCA: Qimbao	MODELO: B3-052	CAPACIDAD: Hasta 10-70 Kw
SUPERFICIE: 0.05m ²	VOLUMEN: 0.094 L/Canal	PRES- TEMP. DISEÑO: [3Mp] [- 196°C~+200°C]
VALVULA DE EXPANSION		
MARCA: Danfoss	MODELO: TEX2	REFRIGERANTE: R-22
TIPO DE VALVULA: Termostática, compensación externa de presión		RANGO DE TEMP: -40 -10 °C
DATOS DE OPERACIÓN		
ACCIONAMIENTO: DESDE TABLERO DE CONTROL, PLC, ENTRADA I1-0. SALIDA Q1-0, CR8		
TENSION DE TRABAJO: 215 V ac	INTENSIDAD EN OPERACION: 13 Amp	
TIMER: 4 minutos	TERMOSTATO: 43°F – 6.1 °C	
OBSERVACIONES		
<div>✓ La unidad enfriadora CH1 esta programada en el PLC para que después del accionamiento con la entrada digital I1-0, se apague y encienda automáticamente de acuerdo a la variación de temperatura del agua helada entregada por el transmisor de temperatura TT1. Al llegar a una temperatura de 7°C se apaga la máquina y se enciende nuevamente al llegar la temperatura a 11°C.</div> <div>✓ Equipo en buen estado y óptimo funcionamiento.</div>		

Fuente: Autor del proyecto.



 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 5 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

Tabla 2. Ficha técnica unidad enfriadora CH2

ENTREGADO POR: PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA.		
FECHA INSTALACION: 28 de Mayo de 2007		
FECHA ARRANQUE: 29 de Febrero de 2008		
DATOS TECNICOS UNIDAD ENFRIADORA DE AGUA CH2		
DESCRIPCION: Unidad enfriadora de agua CH2, capacidad de 5 Ton. Condensado por aire.		
UNIDAD CONDENSADORA		
MARCA: York	MODELO: AC060X1031	
VOLTAJE: 208/230- 3 ph - 60 Hz	TIPO DE COMPRESOR: Scroll para R-22	
CORRIENTE NOMINAL (RLA): 16 Amp	CORRIENTE MOTOR BLOQUEADO (LRA): 125 Amp	
VENTILADOR: Ø 22" – 3450 cfm	MOTOR VENTILADOR: ¼ Hp – 850 RPM – 1.3 Amp	
SERPENTIN: 18 aletas /pulg.	AREA DE CARA SERPENTIN: 23.58 ft ² [2.1907 m ²]	
INTERCAMBIADOR DE PLACAS (EVAPORADOR)		
MARCA: Qimbao	MODELO: B3-052	CAPACIDAD: Hasta 10-70 Kw
SUPERFICIE: 0.05m ²	VOLUMEN: 0.094 L/Canal	PRES- TEMP. DISEÑO: [3Mp] [-196°C~+200°C]
VALVULA DE EXPANSION		
MARCA: Danfoss	MODELO: TEX2	REFRIGERANTE: R-22
TIPO DE VALVULA: Termostática, compensación externa de presión		RANGO DE TEMP: -40 -10 °C
DATOS DE OPERACIÓN		
ACCIONAMIENTO: DESDE TABLERO DE CONTROL, PLC, ENTRADA I1-1. SALIDA Q1-1, CR9		
TENSION DE TRABAJO: 215 V ac	INTENSIDAD EN OPERACION: 13 Amp	
TIMER: 4 minutos	TERMOSTATO: 43°F – 6.1 °C	
OBSERVACIONES		
<div>✓ La unidad enfriadora CH1 esta programada en el PLC para que después del accionamiento con la entrada digital I1-1, se apague y encienda automáticamente de acuerdo a la variación de temperatura del agua helada entregada por el transmisor de temperatura TT2. Al llegar a una temperatura de 7°C se apaga la maquina y se enciende nuevamente al llegar la temperatura a 11°C.</div> <div>✓ Equipo en buen estado y óptimo funcionamiento.</div>		

Fuente: Autor del proyecto.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 6 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

2. NORMAS DE SEGURIDAD

El funcionamiento y la operación de estas máquinas, generan situaciones de riesgo que pueden ocasionar lesiones o daños al equipo si no se manejan de la forma adecuada. La mayoría de estas situaciones son generadas por riesgos eléctricos aunque también se presentan por riesgos mecánicos. A continuación se hace referencia a las normas de seguridad que aplican para la operación e intervención de estas máquinas por parte de personal:




ADVERTENCIA: LAS LABORES DE MANTENIMIENTO O REPARACION DE LOS EQUIPOS DEBEN SER REALIZADAS POR PERSONAL CALIFICADO Y SEGÚN LOS RECOMENDACIONES EXPUESTAS EN EL ITEM DE MANTENIMIENTO DE ESTE MANUAL.

Para intervención **Eléctrica** de las máquinas, tenga en cuenta:

- Antes de acceder a los componentes electricos para dar servicio o mantenimiento a la unidad, desconecte la fuente de energía eléctrica.
- Bloquear los breakers, señalizando de forma clara la realización de trabajos.
- Comprobar la ausencia de corriente con instrumento de medición apropiado.

Para intervención **Mecánica** de las máquinas, tenga en cuenta:

- No realizar ningún tipo de intervención mecánica sin previa autorización del personal responsable del laboratorio.
- Tener especial precaución con las aspas del ventilador de la unidad condensador, NO intervenir ni introducir los dedos o cualquier tipo de objeto mientras están en funcionamiento.
- Leer y comprobar las especificaciones técnicas del equipo descritas en las fichas técnicas y en los manuales de operación de los equipos antes de realizar cualquier intervención.

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana <small>Bucaramanga</small></p>	<p>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</p> <p>MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL</p>	<p>CÓDIGO: ACMAA-MUE</p> <p>PÁG 7 DE 25</p>
<p>2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>		

- Asegurarse de limpiar el área de trabajo y remover cualquier objeto o material que represente un obstáculo para las actividades a realizar.


NOTA: para información complementaria acerca de las precauciones y normas de seguridad, consultar el capítulo 3 “SEGURIDAD INDUSTRIAL” del manual de operación, mantenimiento, pruebas y normas de seguridad.

3. DEFINICIÓN

El **Enfriador de agua (Chiller)**, como su nombre lo indica, es una máquina de refrigeración cuya función es enfriar un medio líquido, generalmente agua. El agua a alta temperatura pasa a través de un intercambiador de calor de placas, que cumple la función de evaporador, donde hace el intercambio térmico con el fluido refrigerante reduciendo la temperatura del agua; luego esta es bombeada desde el exterior hasta los intercambiadores de la unidad manejadora de aire y fancoils, donde hace el intercambio térmico con el aire de los salones donde se encuentran instalados (elevando su temperatura) y luego retorna nuevamente para ser enfriada. La temperatura del agua enfriada, oscila entre 4,4 y 10 °C (40 a 50 °F) y retorna a una temperatura de 15,6 a 18,3 °C (60 a 65 °F) aproximadamente.

Los sistemas enfriadores de agua son muy utilizados para acondicionar grandes instalaciones, edificios de oficinas y sobre todo aquellas que necesitan simultáneamente climatización, por ejemplo hoteles y hospitales.

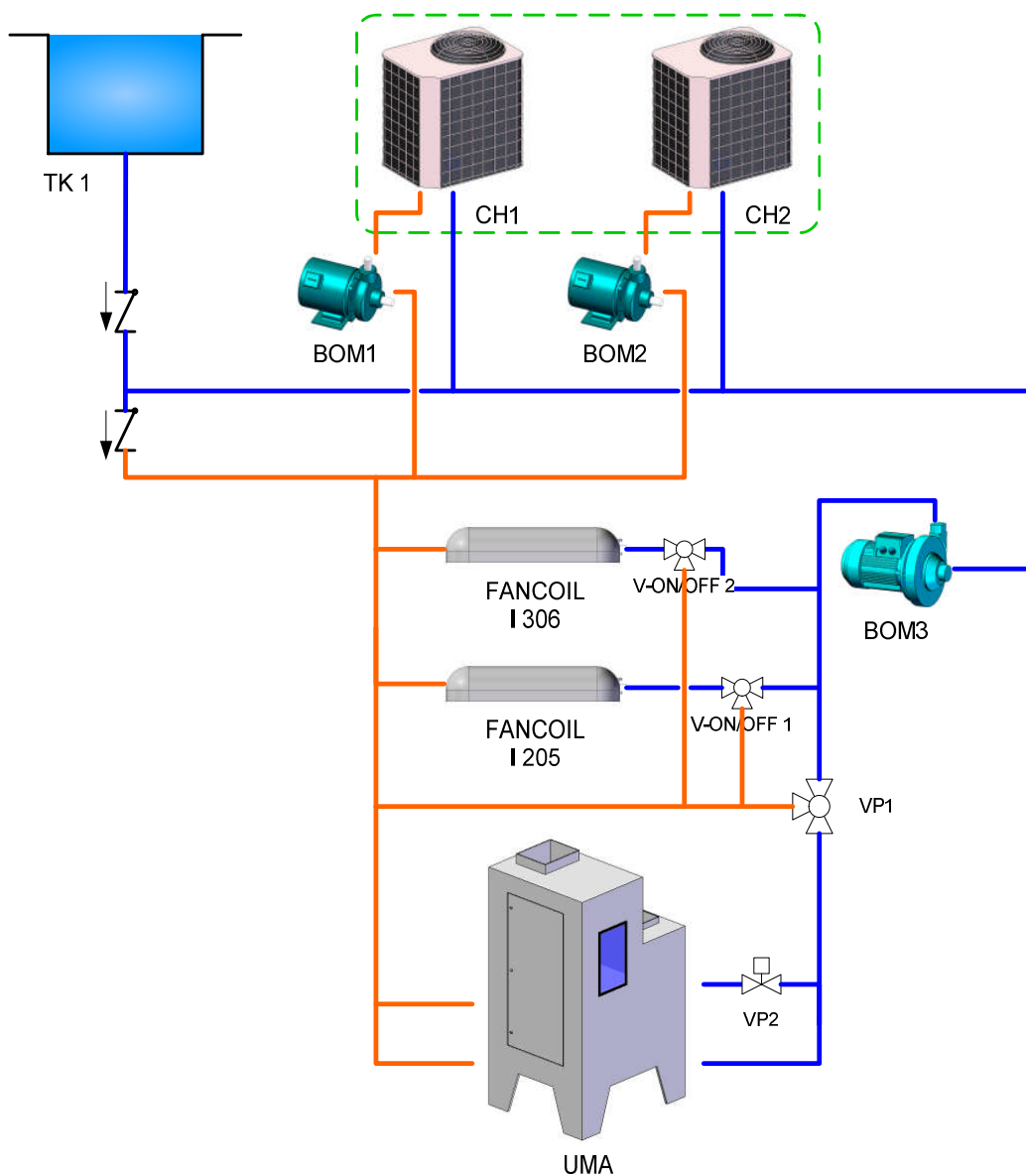
Además del acondicionamiento de aire en recintos, el agua enfriada puede ser utilizada para refrigerar maquinaria industrial y para el consumo humano, entre otras aplicaciones.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 8 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		


4. DISPOSICIÓN EN EL SISTEMA

VER ANEXO 1: NOMENCLATURA Y ABREVIATURAS MAA

Figura 1. Sistema de aire acondicionado



Fuente: Autor del proyecto.

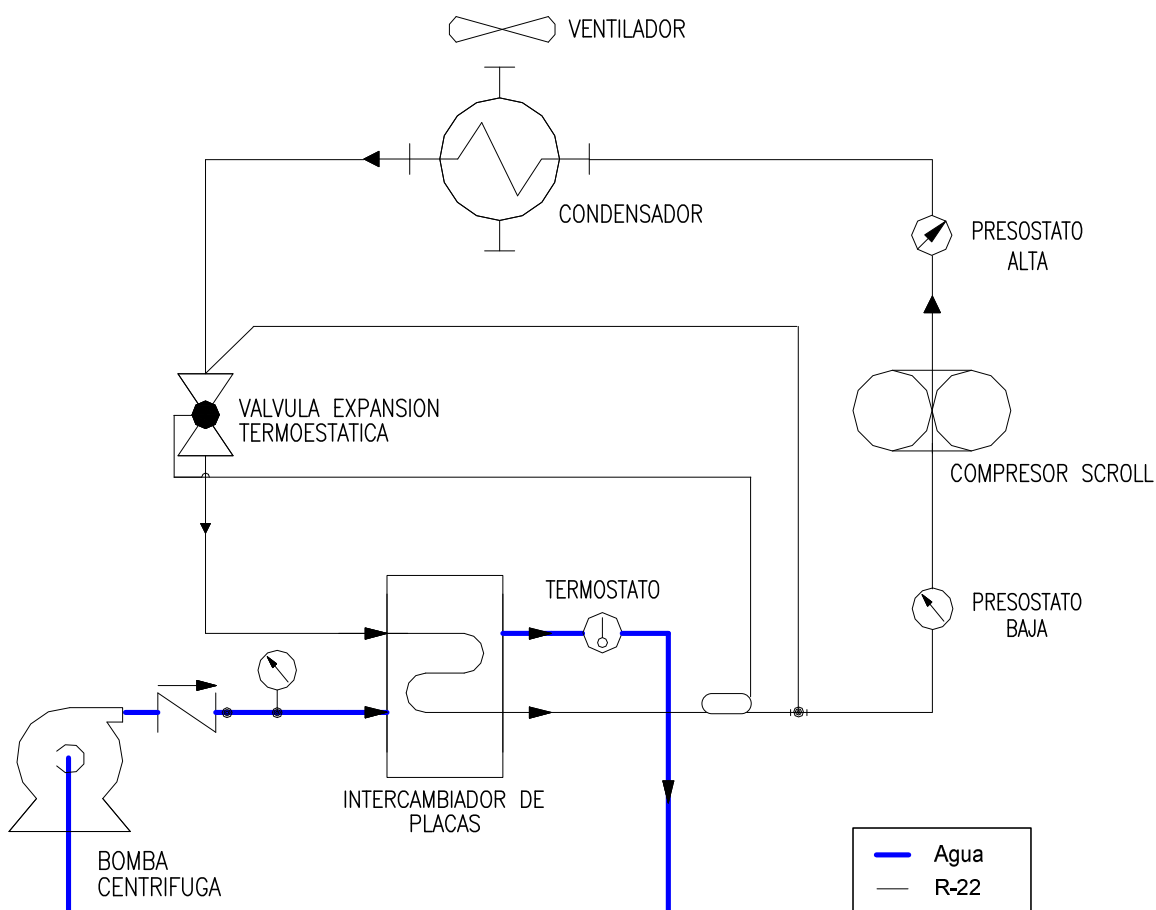
 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 9 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

5. FUNCIÓN EN EL SISTEMA


El enfriador de agua cumple la función de retirar calor sensible al agua que retorna de la unidad manejadora de aire y de los fancoils (ubicados en los salones I 206, I 205, I 306 respectivamente), para de esta forma bajar su temperatura (enfriarla) y ser recirculada nuevamente.

6. DESCRIPCIÓN Y COMPONENTES PRINCIPALES

Figura 2. Sistema Chiller



Fuente: Autor del proyecto.

 Universidad Pontificia Bolivariana <small>Bucaramanga</small>	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 10 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

Cada unidad enfriadora (chiller) es de tipo agua-aire; están compuestas por un sistema de refrigeración, un sistema eléctrico de arranque y dispositivos de control eléctrico. El sistema de refrigeración está integrado por una condensadora estándar y un compresor tipo scroll; a esta unidad condensadora le fue adaptada un intercambiador de calor tipo placas que cumple la función de evaporador y una válvula de expansión termostática, completando así los cuatro (4) elementos básicos del ciclo de refrigeración por compresión de vapor. El sistema está cargado con refrigerante R22.


El sistema eléctrico de arranque está compuesto por: un contactor que al energizar su bobina con 24 Vac, cierra los contactos y permite el paso de corriente hacia el circuito, dando arranque al compresor y al motor del ventilador; un capacitor de arranque del ventilador, el cual lleva corriente de arranque al embobinado del motor del ventilador; y por último, un temporizador para evitar la rápida sucesión de paradas y arranques de la unidad.

Los dispositivos de control son los presostatos de seguridad de alta y baja y el termostato de seguridad; estos protegen el sistema de puntos extremos de presión y de temperatura que pongan en riesgo el estado y la funcionalidad de los componentes del sistema de refrigeración, además de esto cuenta con la protección adicional de un interruptor de flujo ΔP instalado en la descarga de las bombas correspondientes a las unidades enfriadoras y conectado eléctricamente al circuito en serie de encendido del compresor con el fin de que este no se encienda si no hay flujo de agua en el intercambiador y así evitar el congelamiento de este.

6.1. Sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración es un ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Incluye cuatro componentes principales: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador, además de un filtro y válvulas de servicio.

El refrigerante entra al compresor y se comprime elevando su presión y temperatura, sale del compresor a una temperatura relativamente alta y se enfría y condensa conforme fluye por el serpentín del condensador liberando calor hacia el medio circundante. Luego entra a la válvula de expansión donde, por efecto de estrangulación, desciende drásticamente su presión y temperatura. El refrigerante a baja temperatura entra posteriormente al evaporador, donde se evapora debido a la absorción de calor del espacio refrigerado (en este caso agua). Al salir del evaporador entra nuevamente al compresor completando de esta forma el ciclo.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 11 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

6.1.1. Condensadora estándar


Figura 3. Unidad enfriadora de agua



Fuente: Autor del proyecto.

El condensador en el circuito de refrigeración es un intercambiador de calor que, como su nombre lo indica, tiene la función de condensar el gas refrigerante que proviene del compresor retirándole calor conforme fluye por el serpentín y liberándolo hacia el medio circundante. En este caso, el condensador de las unidades enfriadoras CH1 y CH2 tiene las siguientes características:

- a. Es enfriado por aire
- b. Posee tubos de cobre y aletas de aluminio para aumentar la transferencia de calor conducción.
- c. Posee un compresor tipo scroll, hermético
- d. Posee un ventilador de flujo axial que aumenta la transferencia de calor por convección del refrigerante hacia el ambiente.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 12 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

Datos técnicos específicos:

Tabla 3. Datos técnicos condensadora estandar

UNIDAD CONDENSADORA ESTANDAR	
Marca	YORK
Modelo	AC060X1031
Unidad suministro voltaje	208/230V – 3ph – 60 Hz
Compresor 5.08hp	
Tipo de compresor	Scroll
Marca	COPELAND
Modelo	ZR61KC
Btuh	60800
Vatios de motor	5320
Amperaje	16,7
Nivel de ruido	74 dBA
Vibración máxima pico-pico	3 Mils
Ventilador	
Amps motor ventilador	1,3 A
Diámetro de ventilador	22"
Potencia	1/4 HP
Revoluciones por minuto	850 RPM
Flujo	3450 CFM
Serpentín	
Área de cara	23,58 Sq.ft
Aletas/pulg	18
Línea de líquido	3/8"
Línea de vapor	7/8"
Peso en operación	228 lbs

Fuente: TECHNICAL GUIDE 036-21065-002 REV. A (201).


Para información adicional acerca de la unidad condensadora consultar los anexos: Guías técnicas e información de los fabricantes documento:

“TECHNICAL GUIDE 036-21065-002 REV. A (201)”.

“aa-scroll-com-zr-r22-btuh-60”

“aa-scroll-com-zr-r22-elec-60”

“aa-scroll-com-zr-r22-mec-60”

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 13 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

6.1.2. Válvula de expansión

Figura 4. Válvula de expansión



Fuente: Doc. "Válvula de expansión DKRCC.PB.AA0.A4.05 / 520H1553"

La válvula de expansión termostática (con igualación externa de presión), está localizada dentro del circuito de refrigeración en la línea de líquido, entre la salida del serpentín del condensador y el intercambiador de calor de placas (evaporador). Su finalidad es asegurar la admisión automática de fluido refrigerante en el evaporador a fin de conseguir que se llene al máximo en función de las aportaciones de calor exteriores al evaporador.


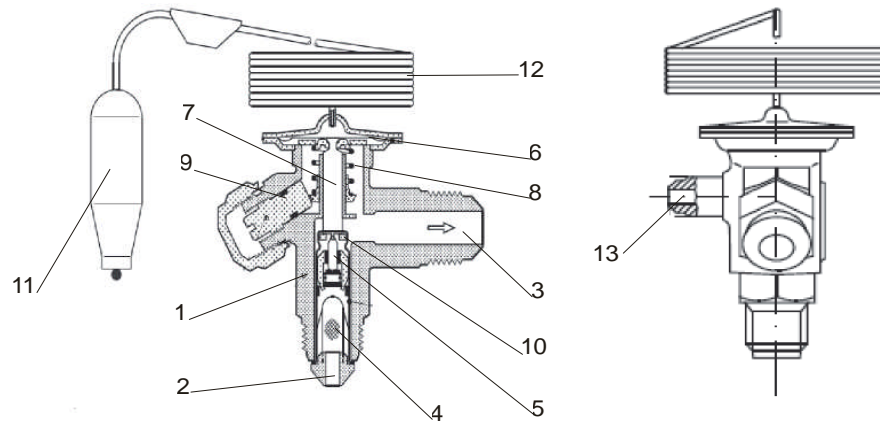
 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 14 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		


Figura 5. Válvula de expansión termostática con igualación externa de presión

- | | | | |
|---|----------------------|----|---|
| 1 | Cuerpo de la válvula | 8 | Resorte de regulación |
| 2 | Racor de entrada | 9 | Tornillo de regulación |
| 3 | Racor de salida | 10 | Asiento del punzón |
| 4 | Filtro de líquido | 11 | Bulbo |
| 5 | Punzón | 12 | Capilar de unión |
| 6 | Membrana | 13 | Racor del equilibrador externo de presión |
| 7 | Vástago deslizante | | |



Fuente: Autor del proyecto

El funcionamiento de la válvula de expansión termostática se encuentra afectado por las condiciones exteriores (temperatura del ambiente a enfriar) y por las pérdidas de carga en el evaporador. Además, controla el refrigerante que pasa al evaporador por medio de un elemento térmico sensible (bulbo) que regula el recalentamiento, y por medio de un equilibrador de presión externo conectado en la tubería de aspiración (que conduce la presión obtenida a la salida del evaporador hasta debajo de la membrana, permitiendo eliminar la influencia de las pérdidas de carga en el evaporador).

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 15 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

Datos técnicos específicos:

Tabla 4. Datos técnicos válvula de expansión

VALVULA DE EXPANSION TERMOSTATICA CON IGUALACION EXTERNA DE PRESION	
Marca	Danfoss
Modelo	TEX 2
Peso	0.330 Kg
Long. tubo capilar	5,0 ft
Longitud tubo capilar [mm]	1.500 mm
Tipo conexión (I/O/E)	Roscar/Roscar/Roscar
Dirección	Paso en ángulo
Tipo conex. igualación	Roscar
Tamaño igualación [in]	1/4 in
Tipo conex. entrada	Roscar
Tamaño entrada [in]	3/8 in
Máx. pres. trabajo	34,0 bar
Máx. pres. trabajo	500 psig
Tipo conex. salida	Roscar
Tamaño salida [in]	1/2 in
Formato pack	Multi pack
Cantidad por pack	20 pc
Refrigerante(s)	R22
Recalentamiento estático (SS)	5 °C
Rango de temperatura	-40 - 10 °C


Fuente: Doc. Válvula de expansión DKRCC.PB.AA0.A4.05 / 520H1553

Para información adicional acerca de la de expansión termostática consultar anexos: Guías técnicas e información de los fabricantes documentos:

“válvula de expansión DKRCC.PB.AA0.A4.05 / 520H1553”

“válvula de expansión DKRCC.PD.AA0.A2.05 / 520H1662”

“válvula de expansión DKRCC.PF.A00.A1.05 / 520H0380”

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</p> <p>MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL</p>	<p>CÓDIGO: ACMAA-MUE</p> <p>PÁG 16 DE 25</p>
<p>2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>		

6.1.3. Intercambiador de calor tipo placas (evaporador)


Figura 6. Intercambiador de calor



Fuente: autor del proyecto

El intercambiador de calor de placas se encarga de realizar la transferencia de energía térmica entre el agua y el refrigerante. Estos están separados por medio de placas metálicas a través de las cuales se hace el intercambio de calor.

Internamente el agua y el refrigerante tienen un flujo en contracorriente, es decir, uno va en ascenso y el otro va en descenso alternadamente; el refrigerante a baja temperatura absorbe el calor del agua enfriándola, y este se evapora para luego entrar al compresor e iniciar el ciclo de refrigeración nuevamente. Los intercambiadores de calor de placas manejan un flujo turbulento y tienen una gran superficie de intercambio entre los dos fluidos, haciendo que tenga una alta eficiencia térmica en la transferencia de calor.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 17 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

Datos técnicos específicos:

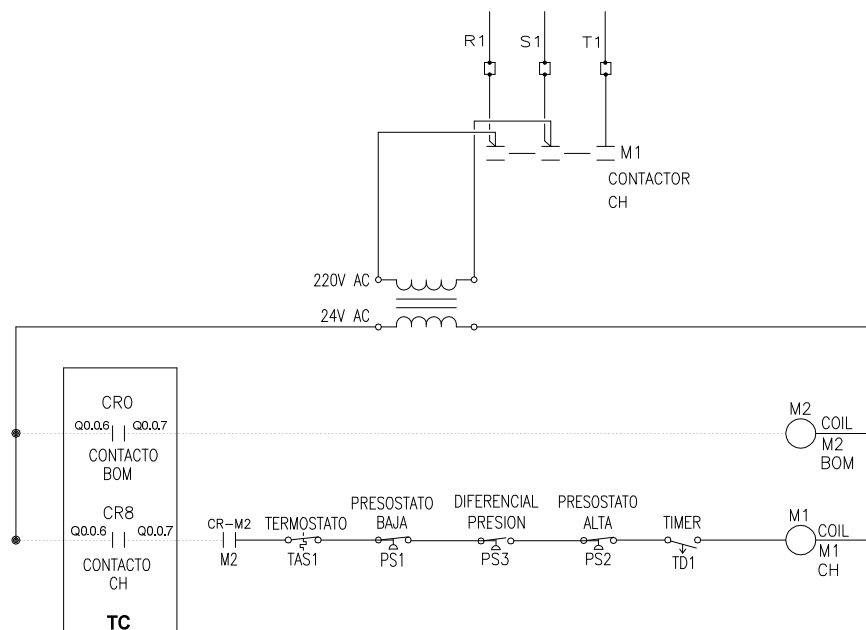
Tabla 5. Datos técnicos intercambiador de placas

INTERCAMBIADOR DE CALOR TIPO PLACAS	
Marca	Qimbao
Modelo	B3-052
Capacidad	10-70 kW
Dimensiones	527 x 111 mm
Área de la superficie	0.05m ²
Volumen	0.094L/channel
Max 150 platos	
Presión de diseño	3MPa
Temperatura de diseño	-196°C~+200°C
Línea Líquido	1'1/4" rosca
Línea Refrigerante	ø35mm soldadura


Fuente: Datos de placa

6.2. Sistema y dispositivos de control eléctrico

Figura 7. Circuito de conexiones eléctricas de control eléctrico unidad enfriadora



Fuente: Autor del proyecto.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 19 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

6.2.1. Presostato de seguridad de alta presión

El presostato está ubicado en la línea de alta presión (descarga del compresor) y su función es evitar que el compresor funcione bajo una presión de alta elevada. Este tipo de control abre el circuito eléctrico ante un aumento de presión y debe ajustarse por encima de la presión de alta en que normalmente acciona el compresor. Los presostatos de alta pueden ser de reposición manual o automática, en este caso automática.

Datos técnicos específicos:

Tabla 6. Datos técnicos presostato de alta

PRESOSTATO DE ALTA TIPO PILA	
Código	QPH-202
Apertura	350 + - 10 psig
Cierre	250+ -15 psig

Fuente: Datos de placa

6.2.2. Presostato de baja


Este presostato esta ubicado en la línea de baja presión (succión del compresor) y se emplea como protección en una carga baja. Esto se logra ajustando el control de modo que se abran los contactos cuando exista un valor por debajo de la presión de funcionamiento normal del evaporador.

Datos técnicos específicos:

Tabla 7. Datos técnicos presostato de baja

PRESOSTATO DE BAJA	
Código	G20-4412
Rango de apertura	7-70 psig
Diferencial	17 fijado
Ajuste de presión apertura	7 psig
Ajuste de presión cierre	Reset manual
Límite de presión	70 psig
Voltaje CA	115/230

Fuente: Datos de placa

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 20 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

6.2.3. Termostato de seguridad

El termostato de seguridad es el componente del sistema de control eléctrico que abre o cierra el circuito en función de la temperatura del agua helada de la unidad enfriadora. El bulbo del termostato está instalado en la salida de agua helada del intercambiador de placas (evaporador) y es ajustable en un rango de temperaturas de -20 a 100°F. Su función es proteger el intercambiador de placas de un posible congelamiento.

Datos técnicos específicos:

Tabla 8. Datos técnicos termostato

TERMOSTATO DE SEGURIDAD	
Marca	Johnson Controls
Código	PO 9080
N° de catalogo	A19AAC-9005
Rango de T°	-5 a 28 °C
Diferencial T°	Fijado 2,0 °C
Descripción	2m de tubo capilar, enfriamiento

Fuente: Datos de placa


7. Procedimiento de arranque

PROCEDIMIENTO: Arranque Unidades enfriadoras

ALCANCE: El alcance de este procedimiento es asegurar el correcto encendido de las máquinas, equipos y componentes del sistema que intervienen en el encendido de las unidades enfriadoras.

PARTICIPANTES: Personal a cargo del laboratorio de automatización y control, docentes y estudiantes de la facultad de ingeniería mecánica de la UPB.

Las unidades enfriadoras CH1 y CH2 fueron probadas y calibradas durante el procedimiento de prueba y arranque del sistema. Todos los datos tomados en este, se encuentran consignados en la “**Ficha técnica y protocolo de prueba y arranque**”, ítem 1 de este documento, para asegurar que todos los componentes cumplen con sus especificaciones. Cada unidad fue ajustada en fábrica para suministrar el agua enfriada de acuerdo a las especificaciones del sistema.

 <p>Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</p> <p>MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL</p>	<p>CÓDIGO: ACMAA-MUE</p> <p>PÁG 21 DE 25</p>
<p>2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</p>		

El siguiente procedimiento de arranque debe ser seguido en secuencia. Si algún problema se presenta al poner en operación el enfriador, consultar este manual en el ítem 8 “**Mantenimiento**”, y proceder de acuerdo a las indicaciones de este manual.


NOTA: *El procedimiento de arranque que se describe, es para realizar un arranque manual e independiente de cada máquina por medio de pulsadores, desde el tablero de control. Sin embargo, es posible cargar en el PLC un programa de encendido automático, el cual es recomendable que siga con la secuencia de arranque descrita a continuación.*

Para más información acerca de la programación del PLC y del manejo de este, consultar el manual “**Sistema de automatización y control**”.

7.1. Secuencia de operación

Para iniciar la operación de las unidades enfriadoras es necesario lo siguiente:

1. Accionar el breaker totalizador del tablero de potencia DS1 y los demás breakers: DS2 (CH1), DS3 (CH2), DS4 (VF1), DS5 (VF2), DS6 (F1), DS7 (F2), DS8 (TABLERO DE CONTROL), para energizar cada una de las máquinas y componentes del sistema. (ver planos eléctricos y plano de abreviaturas y nomenclatura, capítulo 1 ítem 1.2)
2. Encender la fuente (PS307 5) del PLC y girar la perilla de la CPU 315 - 2 DP a la posición de RUN, para cargar el programa de arranque.
3. Accionar el pulsador de las bombas de circulación de agua BOM1, BOM2, BOM3, para tener flujo en las tuberías.
4. Arrancar las unidades de ventilación: UMA (VF2), Fancoil F1, Fancoil F2. Para fancoil F2, es necesario ir hasta el salón (I 306) donde se encuentra instalado y encenderlo desde el control alambrico, ubicado en la pared justo debajo de este. **IMPORTANTE**, al encender el fancoil F1 **UNICAMENTE** se debe accionar uno de los tres contactos que este tiene para sus tres velocidades (F1-1, F1-2, F1-3).

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 22 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

5. Cerciorarse del flujo de aire en las unidades de ventilación, para garantizar el intercambio térmico entre el agua y el ambiente. Accionar los pulsadores de las unidades enfriadoras CH1 y CH2, después de un tiempo programado en el timer de cada máquina, entra el compresor, y por medio del sensor de temperatura este entrará y saldrá de acuerdo al setpoint programado.
6. Si durante la operación del compresor, se abren los circuitos de alta ó baja presión o el termostato de seguridad, se apagará el compresor y habrá que esperar un tiempo para que se establezca nuevamente el sistema y pueda arrancar de nuevo. En el caso del termostato de seguridad se hace necesario resetearlo manualmente en la máquina después de un tiempo prudente en el que el agua eleve su temperatura y sea posible realizar el reset.
7. Para apagar las unidades enfriadoras, basta con desactivar los contactos del relé oprimiendo el pulsador de cada máquina nuevamente, el relé así como las salidas del modulo digital correspondientes a cada máquina se notaran desactivadas (leds indicadores apagados).

8. Mantenimiento


Una vez que el enfriador haya sido conectado para servicio continuo, los procedimientos de operación y de mantenimiento deben estar vinculados.

Se recomienda llenar los formatos digitales “**formato de mantenimiento**” y “**formato para actividades en el laboratorio**” para tener un registro de todas las actividades que se realizan en el MAA del laboratorio de automatización y control de la UPB. (Ver capítulo 2 ítem 2.6 “REGISTRO DE ACTIVIDADES Y MANTENIMIENTO”)

La siguiente es una lista de comprobación que enlista las actividades de mantenimiento requeridas y el periodo de tiempo en que deben realizarse.



ADVERTENCIA: ANTES DE TODA INTERVENCIÓN SE DEBE TENER EN CUENTA LAS NORMAS DE SEGURIDAD PLANTEADAS EN EL ÍTEM 1 DE ESTE MANUAL.

 Universidad Pontificia Bolivariana <small>Bucaramanga</small>	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 23 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

✓ **Bimensual**

- Revisar visualmente el estado general de las conexiones eléctricas.
- Tome medidas de amperaje de los compresores y compárelas con las registradas en la ficha técnica y protocolo de prueba.

✓ **Semestral**


Además del bimensual:

- Revisar los parámetros de refrigeración en el compresor y en el circuito en general, medir presiones de alta y baja para detectar ya sean sobre presiones o caídas de presión (seguir indicaciones de la carta para diagnostico de fallas) y revisar el enfriador en busca de residuos de aceite con el fin de detectar fugas.
- Chequeo de operación del circuito de control, y revisión de los controles.
- Lavar serpentines del condensador con detergente, con abundante agua, cuidando de no aplastar ni dejar residuos que afecten el aleteado de aluminio.
- Verificar conexiones eléctricas, estado de ajuste de borneras.

✓ **Anualmente**

Además del Semestral:

- Revisar las caídas de presión en el circuito de refrigeración a través de los filtros secadores; cambie los filtros bajo criterio técnico (recomendado para caída superior a 15 psi).
- Chequeo del sistema de control de arranque de compresores; limpiar si es necesario contactos de arrancadores y demás bornes de conexiones.
- Revisar todas las partes expuestas a al humedad, si se encuentran indicios de corrosión limpiar y proteger la superficie. Revise el aislamiento de tuberías, evaporador y bomba de agua.

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 24 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

- Hacer una revisión general del alambrado eléctrico de la unidad enfriadora, revisando la limpieza, la lubricación, los desgastes y las partes flojas.


NOTA: Las labores de mantenimiento descritas anteriormente deben ser realizadas por personal calificado; se recomienda que estas tareas sean ejecutadas por la empresa que realizó el suministro y montaje de los equipos, Proyectos y Servicios Ltda. o por alguna empresa especializada en el tema.

8.1. Carta para diagnóstico de fallas del enfriador

RECOMENDACIÓN: al presentarse cualquiera de los síntomas de falla descritos a continuación, solicitar el servicio técnico especializado para que se realicen las inspecciones y correcciones descritas.

Tabla 9. Carta para diagnostico de fallas

SINTOMA DE LA FALLA : EL COMPRESOR NO ARRANCA	
CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
No le llega energía eléctrica	Revisar los interruptores principales en el tablero de potencia y el alambrado.
Ajuste del termostato muy alto	Re-ajustar el termostato.
Termostato de seguridad abierto	Revisar las temperaturas de los sensores de suministro y retorno de agua helada y asegurarse de que los set-points de temperatura programados estén por encima de la temperatura graduada en el termostato. Dejar un tiempo aproximado de 10 a 15 min y resetee el termostato manualmente.
Elemento térmico de sobrecarga abierto	Revisar los elementos de sobrecarga de las bombas BOM1 y BOM2 y de las unidades enfriadoras.
Contactor de on /off defectuoso	Reemplazar.
Conexión eléctrica suelta o falla de alambrado	Apretar las conexiones o revisar el alambrado y re-alambrar.
Suministro de tensión incorrecto	La tensión debe de estar dentro del 10% de la indicada en placa de datos.
No hay flujo de agua	Revisar el ajuste de las válvulas de regulación de la UMA y de los fancoils, el suministro de agua en el tanque de reposición o las válvulas de paso del agua.
Interruptor de flujo Δp abierto	Revisar las conexiones del interruptor de flujo y comprobar continuidad entre los contactos NO y NC. Ajustar nuevamente el tornillo de graduación del Δp .

 Universidad Pontificia Bolivariana Bucaramanga	FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA MODULO DE AIRE ACONDICIONADO LABORATORIO DE AUTOMATIZACION Y CONTROL	CÓDIGO: ACMAA-MUE PÁG 25 DE 25
2.1. UNIDADES ENFRIADORAS DE AGUA CHILLERS – MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		

SÍNTOMA DE LA FALLA: UNIDAD OPERA CONTINUAMENTE ENFRIAMIENTO INSUFICIENTE	
CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
Condensador restringido	Limpiar el condensador.
Falta de refrigerante	Revisar presiones y temperaturas para establecer y verificar el sub-enfriamiento y el sobrecalentamiento. Llamar al técnico de servicio
Compresor insuficiente o falla del mismo	Remplazar compresor.
Posibles problemas en el circuito de refrigeración	Revisar los componentes del circuito de refrigeración reparar o remplazar si es necesario.
SÍNTOMA DE LA FALLA: EL COMPRESOR ARRANCA Y PARA INTERMITENTEMENTE	
CAUSA PROBABLE	REMEDIO
Δt° del set-point programado para el encendido muy bajo	Revisar las temperaturas de salida de agua helada y reajustar nuevamente el Δp .
Baja carga refrigerante	Revisar presiones y temperaturas para establecer y verificar el sub-enfriamiento y sobrecalentamiento. Llamar al técnico de servicio.
Flujo de aire del condensador	Limpiar el condensador.
Ventilador no opera	Verificar la baja y alta tensión. Deberán ser de un 10% del valor de tensión indicado en placa de datos. Revisar para detectar si existen conexiones del compresor en mal estado.
SÍNTOMA DE LA FALLA: ALTA PRESIÓN DE DESCARGA	
CAUSA PROBABLE	REMEDIO
Sobrecarga de refrigerante	Retirar el exceso de refrigerante.
Flujo de aire insuficiente en el condensador	Limpiar el condensador. Retirar obstrucciones que puedan existir en la trayectoria del aire.
Ventilador no opera	Quitar obstrucción. Revisar conexiones eléctricas. Revisar el motor.

Fuente: Autor del proyecto.

La información expuesta en este ítem, está basada en recomendaciones de mantenimiento y operación, suministradas por la empresa Proyectos y Servicios Ltda.

NOTA: Para información no expuestas en este manual, correspondientes a los equipos instalados y cualquier duda o servicio técnico, consultar con la empresa PROYECTOS Y SERVICIOS LTDA. (empresa que suministró e instaló los equipos del sistema). Carrera 22 N° 21-26 Bucaramanga Telefax 7-635033 6348821 – 6348897 e-mail: ingenieria@proyectosyservicios.net