

Capítulo 2 – Sistemas de refrigeración profesional

EXPERIMENTO 2.1 – INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN PROFESIONAL

Nombre	Clase/Período	Fecha

1. Objetivos:

Al final de la sesión de este experimento, usted estará capacitado para:

- Explicar los tipos de sistemas de refrigeración profesionales.
- Explicar qué es un sistema partido y uno en paquete.
- Explicar el principio general de enfriamiento.
- Explicar cuáles son los tipos de evaporadores profesionales y quiénes los trabajan.
- Explicar el control del líquido refrigerante y el control de los motores.
- Explicar los temporizadores de descongelamiento, la válvula de regulación de presión, los dispositivos de seguridad de protección del compresor, la válvula manual de servicio y retardos.

Equipo requerido:

- Unidad de plataforma principal
- Panel de refrigeración industrial

Discusión:

2.1.1 Principios de funcionamiento y materiales

Los sistemas de refrigeración profesional utilizan compresores herméticos o semiherméticos.



Los compresores herméticos se utilizan en sistemas de baja potencia. Esta clase de compresor se utiliza principalmente en los sistemas profesionales donde las aplicaciones utilizan muchas unidades de compresor.

Hay dos tipos de sistemas de refrigeración profesionales: Paquete y partido.

Los sistemas paquete son diseñados y fabricados por el fabricante, e incluyen todas las unidades de refrigeración requeridas incluyendo la electricidad y la tubería para completar el sistema.

Los sistemas partidos son diseñados generalmente por el usuario local. Estos sistemas se diseñan para un propósito específico. Las piezas de todo el sistema incluyendo la tubería y la electricidad son instaladas localmente.

2.1.1.1 Las partes del sistema paquete

Muchos sistemas de refrigeración profesional se diseñan como sistemas paquete. Las piezas de todo el sistema tales como el condensador, el evaporador, las tuberías, y los sistemas eléctricos están instaladas en una sola unidad. Generalmente, las piezas del sistema en el lado de alta presión se componen de:

- Compresor (generalmente hermético).
- Condensador (generalmente en refrigeración de aire).
- Receptor de líquido (generalmente válvula de expansión termostática o válvula automática de expansión).
- Control del motor para la seguridad contra alta presión.
- Línea de líquido con secador y visor de vidrio.

El control del refrigerante está situado en el punto de distribución entre el lado de baja presión y el lado de alta presión del sistema. Este sistema de control se compone de la válvula de expansión termostática automática o del tubo capilar.

El lado de baja presión del sistema se compone de:

- Evaporador.
- Motor del control de temperatura.
- Línea de succión.

2.1.1.2 Sistemas partidos

Un sistema partido es una unidad de refrigeración que tiene dos componentes principales:

- 1) Uno o más evaporadores de instalación interior. Esta unidad circula el aire frío y controla la temperatura.
- 2) El condensador incluye un compresor y un ventilador del condensador. Esta unidad está instalada al aire libre. Esta unidad necesita ventilación. Las líneas de refrigeración conectan las dos unidades.

2.1.1.3 Principios generales del enfriamiento

El principio general de la refrigeración, y de los términos termodinámicos se puede encontrar en el capítulo 1, en el experimento 1.1 de este curso todo el principio de base y términos, por ejemplo: ciclo de refrigeración básico, operación básica del sistema de refrigeración, componentes básicos del sistema de refrigeración, refrigeración básica y principios y términos termodinámicos y el diagrama de p-H.

2.1.2 Evaporadores profesionales

Para estos sistemas de enfriamiento necesitamos evaporadores con diseño especial. Los tipos de evaporadores se pueden dividir en dos grupos:

- 1) Aquellos que se utilizan para refrigeración de aire.
- 2) Aquellos que se utilizan para refrigeración de agua o líquido.

Los evaporadores para refrigeración de aire funcionan bajo dos principios:

- 1) Convección natural.
- 2) Convección forzada.

En el evaporador del tipo de convección natural el flujo de aire depende de la gravedad o de la circulación térmica. Hay tres formas:

- 1) Congelamiento con escarcha (Frosting).
- 2) Descongelamiento (Defrosting).
- 3) Sin congelamiento (No-frost)

Las condiciones bajo las cuales debe trabajar el evaporador son determinadas por su clasificación. Estas condiciones incluyen el rango de temperaturas requerida para el área que se enfría, y la diferencia de temperatura entre el evaporador y el área que se enfría.

2.1.3 Control del líquido refrigerante

El sistema con un solo evaporador y un solo condensador utiliza uno de los controles de refrigerante siguientes:

- Válvulas de expansión termostática.
- Tubos capilares.

Los sistemas, que incluyen más de un evaporador generalmente, utilizan válvulas de expansión termostáticas.

2.1.4 Control del compresor en sistemas con más de un evaporador

En este tipo de sistema, el compresor es controlado solamente por un presostato de presión baja. Porque cada cámara de enfriamiento controla la llave eléctrica que la alimenta, eso significa que, a la temperatura deseada, la llave se cierra y el cuarto entra a un estado de reposo. Los otros cuartos se mantienen trabajando, no dependiendo el uno del otro. Cuando el último cuarto cierra el flujo de gas, la presión de succión cae al valor ajustado, y entonces el presostato de baja presión desconecta el compresor (no podemos trabajar con control termostático porque hay más de un termóstato).

Restablecimiento del trabajo - cuando uno de los cuartos requiere refrigeración, abre la llave eléctrica para permitir el flujo de gas. La presión se levanta y el presostato acciona el compresor.

Cuando el compresor con alta potencia comienza a trabajar, ellos consumen alta corriente. El sistema arrancador es necesario para solucionar este problema. Este sistema activa un relé que desconecta el arrancador después de que acaba su trabajo.

2.1.5 Tiempos de descongelamiento

La mayoría de los sistemas que utilizan sistemas de descongelamiento automáticos necesitan una unidad del control automático para comenzar el proceso de descongelación. Estas herramientas del control automático comienzan el ciclo de descongelación. El ciclo de descongelamiento se compone de tiempos de descongelación fijos repartidos durante las 24 horas para mantener la operación intacta del sistema.

Algunos evaporadores necesitan descongelar cada ciclo, otros necesitan descongelar cada par de horas, y algunos necesitan descongelar una vez al día. Los tiempos de descongelamiento pueden ser ajustados.

2.1.6 Válvula de regulación de presión

Los sistemas de refrigeración profesionales utilizan muchos tipos de válvulas de regulación de presión. Aquí están algunos ejemplos:

- Mantenimiento de la presión de evaporación (en el evaporador) para mantener la temperatura constante en el evaporador.
- Presión del cárter del motor (mantenimiento de la presión de succión) en la descongelación de los sistemas por gas caliente.
- Válvula de control principal de presión para prevenir la presión constante en el lado de compresión.

2.1.7 Dispositivos de seguridad de protección del compresor

Los compresores pueden ser dañados cuando accidentalmente el líquido fluye a ellos desde la línea de succión (el líquido que no fue evaporado). El refrigerante debe estar en un estado de vapor. La temperatura del vapor debe ser más alta que la temperatura en el evaporador. Si la temperatura está aumentando, significa que el gas está sobrecalentado.

Hay muchos dispositivos para prevenir o reducir al mínimo el flujo de líquido de la línea de succión al compresor:

- Separador de caídas en la línea de succión.
- Dispositivo de detección de la temperatura.

- Calefacción eléctrica para calentar el líquido en la línea de succión.
- Trampa de aceite.

2.1.8 Válvula de servicio manual

En los sistemas de refrigeración la válvula manual de servicio se utiliza para llenar o vaciar el líquido refrigerante del sistema.

Las válvulas manuales y de servicio deben ser duraderas contra la corrosión. También necesitan ser de buena calidad para soportar muchas aberturas y cierres sin fugas. Las válvulas de vapor se deben cuidar de manera especial.

2.1.9 Dispositivos de retardo

Para proteger el compresor contra daños causados por la alta presión, la unidad de refrigeración no puede ser activada inmediatamente después de haber sido desactivada (principalmente en refrigeración y aire acondicionados profesionales). Usted debe esperar 5 minutos antes de la reactivación para permitir la comparación de la presión entre el condensador y el evaporador.

Actualmente existen cierto número de sistemas con retardo electrónico. Su función es retardar la activación del compresor de 0-8 minutos, incluso si la unidad de refrigeración fue apagada y activada inmediatamente. Este retardo es bueno principalmente cuando hay caídas de voltaje o apagón eléctrico momentáneo.

2.1.10 Estructura y funcionamiento del sistema

El sistema de refrigeración profesional está compuesto por la unidad de plataforma principal y el panel de refrigeración, como se describe en el diagrama siguiente:

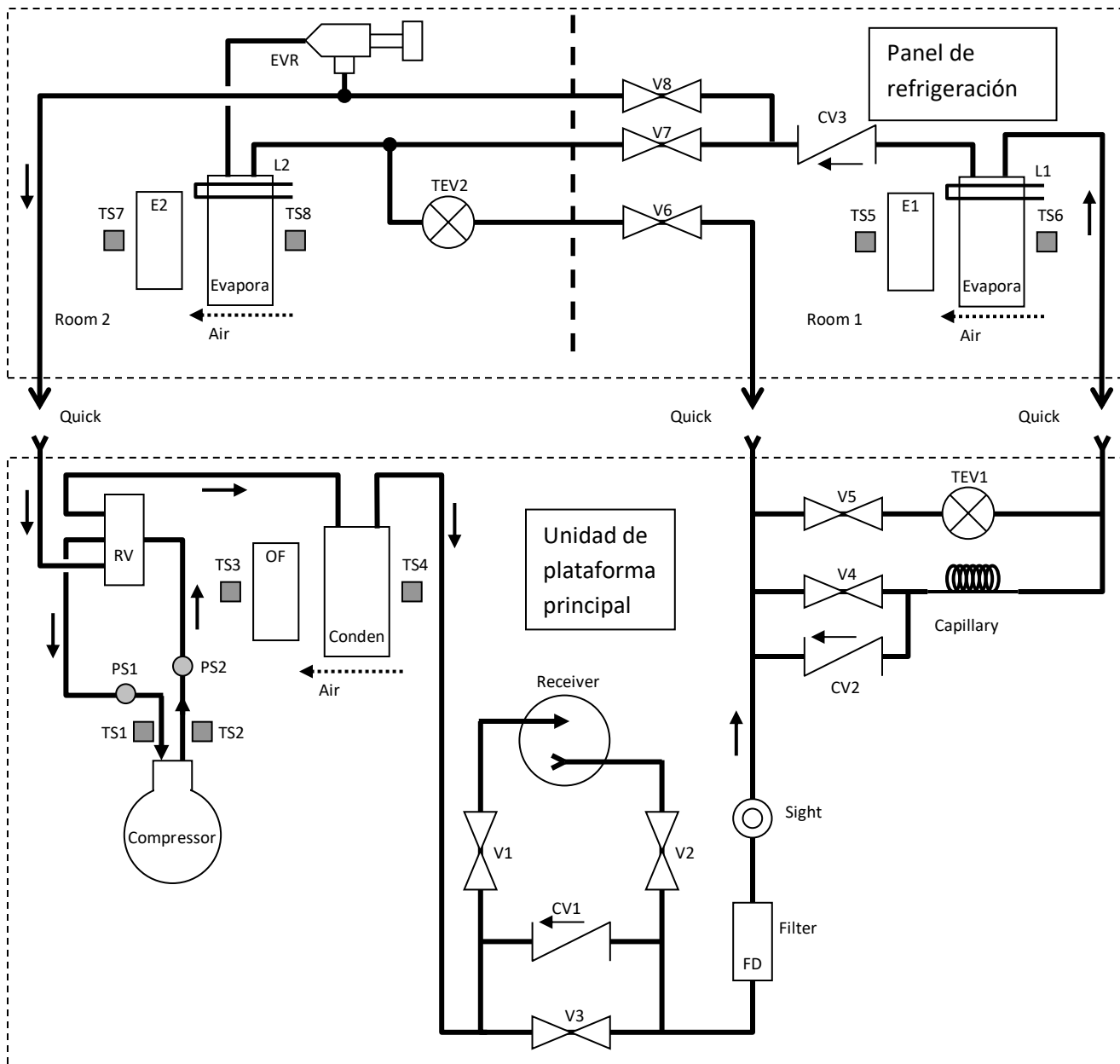


Figura 2-1

El sistema incluye dos cámaras de enfriamiento previstas para tener dos temperaturas diferentes. La cámara de la derecha es para baja temperatura y la de la izquierda es para una temperatura más alta.

Cada compartimiento incluye un evaporador, un ventilador, sensores de temperatura y una válvula eléctrica que controla el suministro de gas al evaporador.

Los evaporadores se pueden operar en serie o en paralelo.

Las dos cámaras están situadas en el panel de refrigeración profesional y conectados con la unidad de plataforma principal por los conectores rápidos.

El sistema general de refrigeración y de aire acondicionado incluye los elementos de refrigeración (además de los componentes del evaporador en el panel) - un compresor, un condensador y su ventilador, los elementos de activación, TEV (Válvula de Expansión Termostática) y tubo capilar.

Además, el sistema se equipa con los accesorios y los controles, que lo ayudan a funcionar eficientemente y protege a los componentes principales contra varios problemas. Éstos son los siguientes:

- El Filtro-Secador - Un recipiente que contiene un desecante para quitar la humedad y se utiliza para almacenar y filtrar el líquido refrigerante. El receptor-secador está situado en la línea líquida entre la salida del condensador y la entrada de la válvula de expansión.
- El cristal de la vista ("ojo") encontró en la línea líquida. Esta unidad comprueba si el nivel del líquido refrigerante es satisfactorio. Las burbujas señalan generalmente la carencia de líquido refrigerante en el sistema.

El sistema tiene dos modos de funcionamiento: Modo de la TEV y modo del tubo capilar. Hay válvulas instaladas en el sistema para permitir estos dos modos.

Estas válvulas dirigen el refrigerante según el circuito de refrigeración requerido. Las válvulas son accionadas por el sistema de control.

Debido a que el sistema también está indicado para aire acondicionado, incluye una válvula de 4-vías (RV). Esta válvula permite cambiar el sistema de un sistema de refrigeración a un sistema de calefacción (sin activación en los paneles de refrigeración).

En el sistema de refrigeración, la etapa de la RV está siempre en su posición normal, formando un sistema de enfriamiento solamente. El compresor aspira el gas del evaporador y lo comprime al condensador.

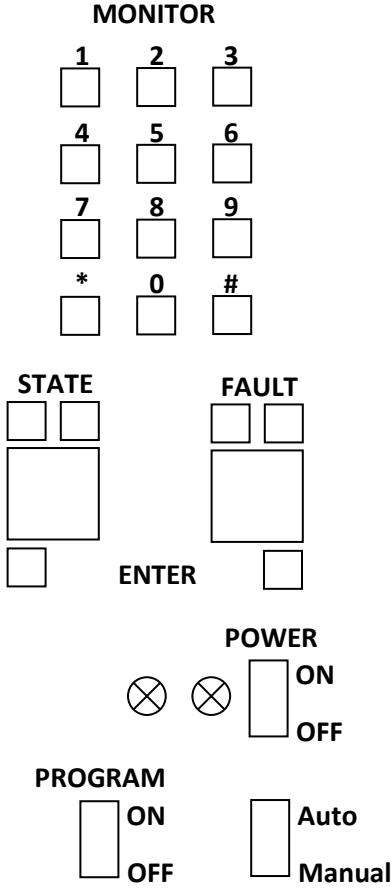
El sistema también incluye Sensores de Temperatura (TS1-TS8) y Sensores de Presión (PS1 y PS2).

Los evaporadores incluyen calentadores que actúan como cargas térmicas o como dispositivo de descongelamiento.

El sistema es operado por el controlador del monitor con la ayuda de los interruptores, las teclas y la pantalla LCD como se muestra a continuación:

LCD

- Descripción de la falla**
- Presión de succión muy baja
 - Alta temperatura del cuarto
 - Presión de descarga muy alta
 - Hielo en el evaporador
 - Presión de succión y descarga son iguales
 - Temperatura del cuarto no está suficiente fría
 - El sistema no está trabajando
 - El Aire acondicionado enfría en vez de calentar



Se recomienda realizar los experimentos siguientes después de hacer el experimento básico de refrigeración, pero no es obligatorio.

Procedimiento:

Paso 1: Compruebe que el panel de refrigeración está instalado correctamente en el sistema general de refrigeración y aire acondicionado, de acuerdo con las instrucciones descritas en el prefacio del libro.

Paso 2: Compruebe que los interruptores MONITOR y PROGRAM de la unidad de plataforma principal están en la posición OFF.

Un relé de fuga a tierra, un interruptor semiautomático, y un interruptor de alimentación principal están instalados en una caja de alimentación principal situada en la parte posterior del panel.

Paso 3: Conecte el cable de la fuente de alimentación de la unidad de plataforma principal a la red.

Paso 4: Compruebe que el relé de fuga a tierra de alto voltaje y el interruptor semiautomático estén conectados.

Paso 5: Fije el interruptor Auto/Manual (ubicado en la parte inferior izquierda del simulador) en la posición Manual.

Paso 6: Conecte el interruptor principal de energía ubicado en la caja eléctrica de interruptor ubicada en la parte posterior del panel.

Paso 7: Conecte el interruptor de alimentación (POWER) del monitor.

Paso 8: La pantalla FAULT/Falla debe exhibir el número 00. Si no es así, use las teclas encima de la pantalla FAULT para exhibir el número 00 (condición sin falla) en la pantalla FAULT de 7-Segmentos y presione la tecla ENTER debajo de esta pantalla.

Paso 9: La pantalla STATE/Estado debe exhibir el número 00 (ningún programa en funcionamiento).

Los dispositivos de refrigeración (en el panel de refrigeración profesional) son los siguientes:

No.	Símbolo	Descripción
1.	V1	Válvula de entrada al receptor (para el modo TEV)
2.	V2	Válvula de salida del receptor (para el modo TEV)
3.	V3	Válvula puente del receptor (para el modo capilar)
4.	V4	Transfiere gas a la unidad capilar
5.	V5	Transfiere gas a la unidad TEV
6.	V6	Transfiere gas a la unidad TEV2
7.	V7	Conecta los evaporadores en serie
8.	V8	Conecta los evaporadores en paralelo
9.	CM	Compresor
10.	OF	Ventilador de salida (ventilador base del condensador)
11.	E1	Ventilador del Evaporador 1
12.	L1	Carga térmica del Evaporador 1
13.	E2	Ventilador del Evaporador 2
14.	RT	Temperatura de mando a distancia

Estos componentes son controlados por el controlador del sistema.

Paso 10: En la pantalla LCD usted debe encontrar la tabla siguiente:

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	CM	OF

S1	D1	S2	D2	SP	PD	E1	L1	E2	RT

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

Control "pump down" con TEV – conexión paralela:

(El control "pump down" se refiere al control para recoger el refrigerante usando el compresor del sistema).

Las TEV (Válvulas Termostáticas de Expansión) se utilizan para calibrar el flujo del líquido refrigerante que entra en el evaporador en una relación equivalente a la cantidad de refrigerante que es evaporado en el evaporador. La válvula proporciona una caída de presión en el sistema, separando el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión del sistema, permitiendo que el refrigerante de baja presión absorba calor sobre sí mismo.

El control "pump down" se basa en el control de la temperatura y la presión.

Cuando la temperatura de las cámaras de enfriamiento alcanza la temperatura del punto de configuración, el sistema de control no para el compresor ni el ventilador del condensador sino cierra solamente las válvulas V5 y V6.

El cierre de las válvulas V5 y V6 causa una rápida caída de la presión de succión y cuando la LP (la presión de succión) cae por debajo de su valor SP el compresor se para.

Este método de control cuida que la presión de succión sea baja cuando el compresor para.

En el modo paralelo, cada evaporador es controlado por su propio termostato. Cada termostato controla solamente la válvula del evaporador relevante y no apaga el compresor.

De esta manera, si un evaporador para el enfriamiento, el otro continúa.

Si las válvulas de ambos evaporadores están cerradas, la presión de succión bajará y entonces el compresor deja de trabajar.

Los evaporadores conectados en serie serán ejercitados en el experimento 2.2.

Use las teclas que están sobre la pantalla de ESTADO para exhibir el número 41 (Programa de Experimento de Refrigeración Profesional con TEV) en la pantalla ESTADO de 7-segmentos y presione la tecla ENTER debajo de esta pantalla.

En este programa de funcionamiento el sistema de refrigeración funciona en modo TEV.

Paso 11: Cambiar el número de ESTADO no comienza el programa de funcionamiento (incluso después de presionar la tecla ENTER).

El número de ESTADO después de presionar la tecla ENTER exhibe solamente el estado y el programa de funcionamiento requerido.

Paso 12: Baje y suba el interruptor PROGRAM.

Los estados del modo TEV son 41-46.

Nota:

Usted puede moverse de un estado TEV a otro sin bajar ni levantar el interruptor del PROGRAMA. Si usted baja y sube el interruptor del PROGRAMA, el sistema actuará como un dispositivo de retardo por seguridad.

Los programas de la TEV son:

Estado 41 - Operación de la TEV con pantalla en °C.

Estado 42 - Operación de la TEV con pantalla en °F.

Estado 43 - Operación de la TEV con pantalla gráfica.

Estado 44 - Operación de la TEV con pantalla en °C y carga térmica.

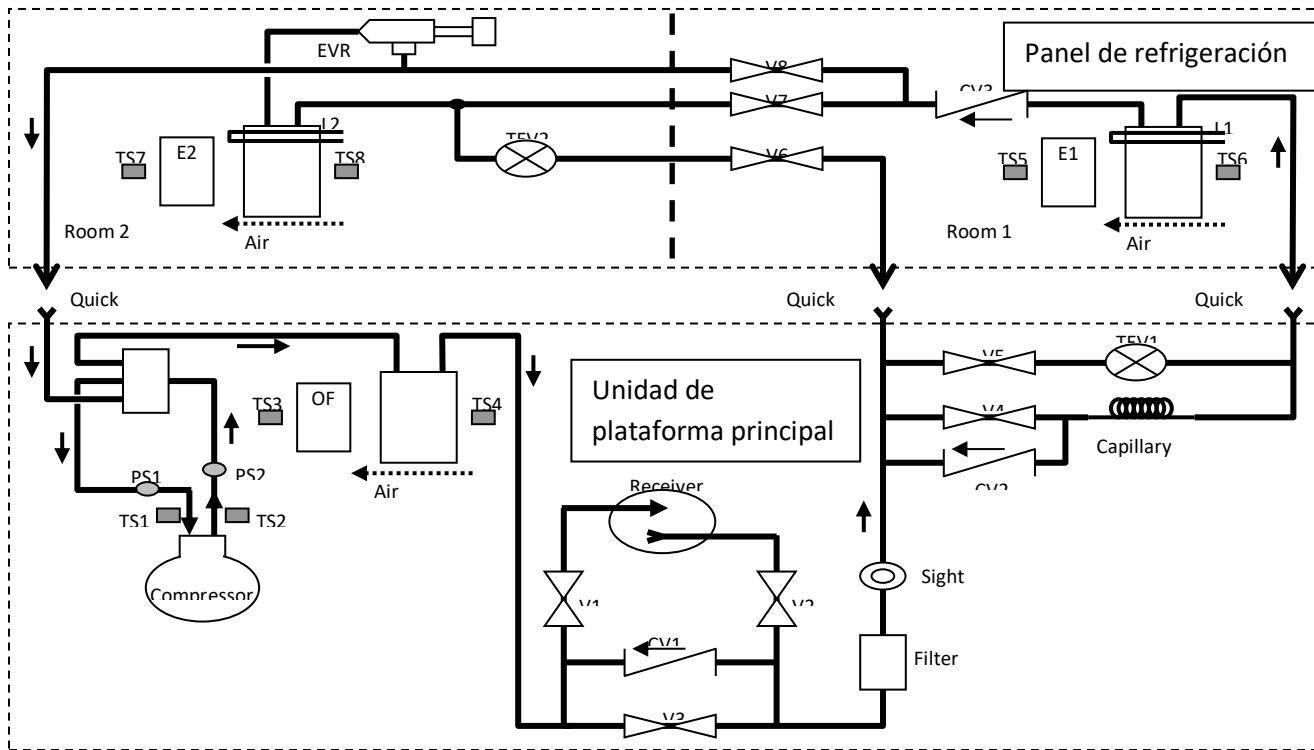
Estado 45 - Operación de la TEV con pantalla en °F y carga térmica.

Estado 46 - Operación de la TEV con pantalla gráfica y carga térmica.

Paso 13: En la pantalla LCD usted debe encontrar la tabla siguiente:

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	CM	OF
ON	ON			ON	ON		ON	ON	ON

Paso 14: Copie el circuito siguiente en su cuaderno y marque el recorrido del refrigerante en él.



Paso 15: La pantalla LCD también exhibe las temperaturas y presiones del sistema como sigue:

- LP - Presión Baja (la presión de succión medida por PS1)
- HP - Presión Alta (la presión de compresión medida por PS2)
- T1 - Temperatura de entrada al compresor (medida por TS1)
- T2 - Temperatura de salida del compresor (medida por TS2)
- T3 - Temperatura del aire de salida al condensador (medida por TS3)
- T4 - Temperatura del aire de entrada del condensador (medida por TS4)
- T5 - Temperatura del aire de salida del evaporador 1 (medida por TS5)
- T6 - Temperatura del aire de entrada al evaporador 1 (temperatura de la cámara de enfriamiento medida por TS6)
- T7 - Temperatura del aire de salida del evaporador 2 (medida por TS7)
- T8 - Temperatura del aire de entrada al evaporador 2 (temperatura de la cámara de enfriamiento medida por TS8)

Los valores se exhiben en una tabla como la siguiente:

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

Identifique los sensores en el dibujo y en el sistema.

Paso 16: Otra tabla que aparece en la pantalla LCD es la de los parámetros de control:

- S1 - Ajuste de la temperatura del cuarto 1
- D1 - Diferencia de temperatura del cuarto 1
- S2 - Ajuste de la temperatura del cuarto 2
- D2 - Diferencia de temperatura del cuarto 2
- SP - Ajuste de baja presión
- PD - Diferencia de baja presión

S1	D1	S2	D2	SP	PD	E1	L1	E2	RT
20°C	1°C	22°C	1°C	20	17	LO		LO	

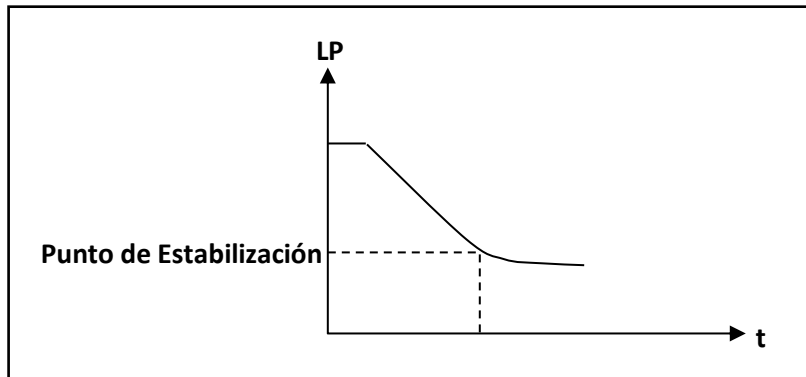
La temperatura S1 es la temperatura requerida del cuarto 1. Cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento 1 cae por debajo de esta temperatura, el sistema de refrigeración debe parar el enfriamiento y esto se hace cerrando la válvula V5.

La temperatura S2 es la temperatura requerida del cuarto 2. Cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento 2 cae por debajo de esta temperatura, el sistema de refrigeración debe parar el enfriamiento y esto se hace cerrando la válvula V6.

Las canillas se giran cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento está sobre S1 + D1 y S2 + D2 respectivamente. D1 y D2 se determinan para evitar que el sistema oscile.

Identifique los valores prefijados de S1, de D1, de S2 y de D2 del sistema.

Paso 17: Inmediatamente después del funcionamiento de la refrigeración, la presión de succión debe ser alta y va descendiendo conforme el sistema se va enfriando según el gráfico siguiente.



En el punto de estabilización la presión de succión (LP) es casi inalterable.

El punto de estabilización, que es el punto de operación, es el punto donde las presiones en el sistema son las correctas para refrescarse y son apropiadas para los dispositivos del sistema, el refrigerante, la velocidad del ventilador y el ambiente.

El sistema incluye un visor de vidrio ("ojo") que permite la observación del refrigerante.

El refrigerante en ese punto debe ser líquido sin burbujas.

Si hay burbujas después de un período largo de operación, ello indica que el sistema de refrigeración tiene una falla.

Observe el visor de vidrio y compruebe que no hay burbujas.

En el punto de estabilización no debe haber burbujas en absoluto.

Paso 18: Cambie el número de STATE a 42 y presione ENTER.

Este estado no cambia el funcionamiento del sistema; solo cambia la pantalla de °C a °F.

Observe eso.

Paso 19: Cuando la LP esté estable en el punto estabilizado, registre los valores de la temperatura y de la presión del punto de estabilización en la tabla del paso 44.

La temperatura de la cámara de enfriamiento debe continuar bajando.

Paso 20: La temperatura de las cámaras T6 y T8 baja mientras el cuarto está refrigerado.

En los estados 41-46 del experimento el control de la refrigeración se realiza según la temperatura.

La válvula relevante debe apagarse cuando la temperatura de la cámara llega a S1 y S2 respectivamente y debe conectarse cuando la temperatura de la cámara pasa sobre S1 + D1 o S2 + D2 respectivamente.

El valor prefijado de S1 es 20°C (68°F) y el valor prefijado de S2 es 22°C (77°F). El valor prefijado de D1 y de D2 es 5°C (1°F).

Compruebe eso.

Paso 21: Copie la tabla siguiente en su cuaderno:

No.	S1	D1	T5	T6	V5	S2	D2	T7	T8	V6	LP	HP	CM	OF	Tiempo
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															
7.															
8.															

Paso 22: Observe el comportamiento del sistema por 20 minutos.

Registre los valores de la temperatura y de la presión, el estado del componente de refrigeración y el tiempo para cada cambio de estado del componente.

Paso 23: Cambie el número del ESTADO a 43 y presione ENTER.

Este estado no cambia la operación de sistema; cambia solamente la exhibición en la representación gráfica.

El monitor muestrea y exhibe la LP y la T6 cada 2 segundos y las exhibe gráficamente en la pantalla.

Observe eso.

Paso 24: La velocidad del evaporador puede cambiarse con la tecla '*'.

Presione la tecla '*' y compruebe que los ventiladores del evaporador (E1 y E2) cambian a HI.

Paso 25: Espere hasta que el sistema alcance el punto de estabilización.

Registre los valores de estabilización.

Paso 26: Presione la tecla '*' nuevamente y compruebe que E1 y E2 han cambiado a 'LO'.

Paso 27: Cambie el número de ESTADO a 46 y presione ENTER.

Este estado opera la carga térmica al evaporador.

La presión de succión debe aumentar lentamente.

Paso 28: Espere hasta que el sistema esté estable.

Identifique el nuevo punto de estabilización.

Paso 29: Cambie las velocidades E1 y E2 a alta y registre los valores del nuevo punto de estabilización.

Paso 30: Cambie la velocidad EF nuevamente a baja.

Paso 31: Cambie el número de ESTADO a 44 (°C) y presione ENTER.

Registre los valores de estabilización.

Paso 32: Cambie el número de ESTADO a 45 (°F) y presione ENTER.

Registre los valores de estabilización.

Paso 33: Copie la tabla siguiente en su cuaderno:

No.	S1	D1	T5	T6	V5	S2	D2	T7	T8	V6	LP	HP	CM	OF	Tiempo
1.															
2.															
3.															
4.															
5.															
6.															
7.															
8.															

Paso 34: Observe el comportamiento del sistema por 20 minutos.

Registre los valores de la temperatura y de la presión, el estado del componente de refrigeración y el tiempo para cada cambio de estado del componente.

Paso 35: Cambie el número de ESTADO a 00 y presione ENTER.

Baje y suba el interruptor de PROGRAMA.

Todos los dispositivos deben apagarse.