

# Capítulo 1 – Sistemas de enfriamiento y refrigeración básica

## EXPERIMENTO 1.3 – MATERIALES Y CIRCUITOS DEL SISTEMA DE CONTROL

Nombre	Clase/Período	Fecha

### 1. Objetivos:

Al final de este experimento, usted estará capacitado para:

- Entender qué son los materiales de enfriamiento (refrigerantes).
- Explicar las características de los materiales refrigerantes.
- Entender el uso de los materiales refrigerantes.
- Entender la correlación entre los materiales refrigerantes y el ambiente.
- Explicar los dispositivos de control de los materiales refrigerantes.
- Explicar la función de los dispositivos de medición.

### 2. Equipo requerido:

- Unidad de plataforma principal
- Panel de refrigeración industrial

### 3. Discusión:

El sistema de enfriamiento debe bajar la temperatura y la humedad específica del aire que la atraviesa. Para hacer eso, el sistema debe tener un objeto capaz de permanecer en una temperatura más baja que la temperatura del aire por un período de tiempo largo.

El propósito del ciclo refrigerante es permitir la existencia de este objeto.

Hemos visto que los líquidos pueden hervir a cualquier temperatura según su presión. La temperatura de ebullición de cualquier sustancia presurizada difiere de una a otra.

El líquido, que hierve a baja temperatura es una buena fuente para quitar calor.

Durante la ebullición, el líquido absorbe calor de los alrededores solamente si la temperatura de los alrededores es más alta que la temperatura de ebullición del líquido.

La energía que el líquido necesita para hervir se toma de sus alrededores, y esta energía es el calor latente necesitado para cambiar el estado líquido al estado de gas. La energía requerida para cambiar el estado de unidad de masa es más alta que la energía requerida para cambiar la misma temperatura total de la unidad.

Por esta razón, es preferible utilizar el principio del cambio de estado para remover el calor de cierto ambiente.

Los materiales refrigerantes existentes resuelven el requisito para hervir en bajas temperaturas. Muchos de los materiales refrigerantes hierven a temperatura más baja que 0° Fahrenheit en una presión atmosférica normal.

#### 4. Discusión: Materiales refrigerantes

Los materiales refrigerantes fueron elegidos debido a su capacidad de hervir a bajas temperaturas. Hay un número de materiales refrigerantes en la industria, numerados por números y todos tienen el prefijo R (Refrigerante).

Hay dos grupos principales de materiales refrigerantes:

1) El primer grupo incluye los siguientes materiales refrigerantes:

- R11, R12, R22, R113, R114, R500

Estos números de los materiales refrigerantes (excepto R500) fueron determinados por el método siguiente:

- El primer dígito de la derecha es igual al número de átomos de Fluoro de la molécula.
- El segundo dígito de la derecha es más grande por uno que el número de átomos de hidrógeno de la molécula.
- El tercer dígito de la derecha es más pequeño por uno que el número de átomos de carbón de la molécula.

2) El segundo grupo incluye los siguientes materiales refrigerantes:

- Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) – R717
- Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) – R718
- Aire – R729
- Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) – R744

La molécula del amoníaco está compuesta de un átomo de sodio y tres átomos de hidrógeno.

La molécula de agua está compuesta de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno.

La molécula del dióxido de carbono está compuesta de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno.

El aire se compone de varios materiales y no tiene una fórmula química.

## 5. Discusión: Características de los materiales refrigerantes

- Temperatura de ebullición a la presión atmosférica:

R11 - +23,7°C

R12 - -29,7°C

R22 - -40,7°C

R113 - +47,5°C

R114 - +3,6°C

R500 - -33,3°C

Amoníaco - -33,3°C

Agua - +100°C

Aire - -194,5°C

Dióxido de Carbono - -78,5°C

La temperatura de ebullición debe ser baja para que la sustancia líquida absorba calor durante su evaporación, y, por otro lado, la presión de operación que corresponde a la temperatura debe estar sobre la presión atmosférica en caso de que un agujero en el sistema de tuberías cause una fuga del material refrigerante, y el aire o el agua no puedan ingresar.

- Temperatura de congelamiento a la presión atmosférica:

R11	-	-111,1°C
R12	-	-157,7°C
R22	-	-160°C
R113	-	-35°C
R114	-	-93,8°C
R500	-	-158,9°C
Amoníaco	-	-77,7°C
Agua	-	0°C
Aire	-	-194,5°C
Dióxido de Carbono	-	-56,5°C

Para mantener un flujo constante, el material refrigerante debe estar a una temperatura más alta que su temperatura de congelación a cierta presión. Los materiales refrigerantes tienen temperaturas de congelamiento muy bajas.

- El paso de la fuga del gas difiere de material en material y es dependiente en una relación directa de la presión en el material. La presión del material está en una relación inversa al peso de la molécula del material. Cuanto más pesada sea la molécula, la presión del material se convertirá en temperatura más baja.
- Cuando el gas tiene un peso específico alto, permite la recepción de más calor latente en el proceso de evaporación porque en el mismo volumen, se recibe una cantidad mayor de calor. Ésta es la razón por la que esta clase de flujo de gas puede ser más bajo que cuando el gas tiene un peso específico más bajo.  
Una unidad de producción común en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado es la ton de refrigeración.

Una ton de refrigeración es la energía proporcionada a una tonelada de hielo a 0°C para derretirlo en 24 horas. La tonelada de refrigeración se representa por TR.

$$1\text{TR} = 12.000 \text{ BTU/H}$$

- Los materiales de enfriamiento no son inflamables, y no pueden causar explosión con excepción del amoníaco (cuando se mezcla con aire en una concentración 16-25%).
- La toxicidad de los materiales de enfriamiento puede causar sofocación cuando hay una gran concentración de ellos en el aire (sobre el 30% del volumen del cuarto).
- Se debe evitar encender fuego cerca de los materiales de enfriamiento porque creará un gas tóxico llamado Phosgene. Este gas tóxico tiene un olor muy acre, que sirve como advertencia.
- Olor - todos los materiales de enfriamiento (excepto el amoníaco) son inodoros.
- Solubilidad del aceite - el aceite requerido para la operación del compresor del sistema fluye con el material de enfriamiento. Una característica importante de los materiales de enfriamiento es su capacidad de disolverse con el aceite y de fluir como mezcla.
- Cada material de enfriamiento se almacena en un envase con un color diferente para propósitos de identificación.

## 6. Discusión: Uso de los principales materiales refrigerantes

- **R11** – Indicado especialmente para los grandes sistemas de refrigeración o de aire acondicionado. Conveniente para los compresores centrífugos. Otro uso para este material de enfriamiento es limpiando el gas del interior en los sistemas, que trabajan con otros materiales de enfriamiento. Debido al problema de la capa de ozono, su uso ha decaído actualmente.
- **Dióxido de Carbono** – este material de enfriamiento estaba en uso en el pasado, pero hoy, debido a la alta potencia que necesita el compresor, y la alta presión de compresión, su uso se limita a los sistemas de enfriamiento de baja temperatura.

- **Agua** – el agua se utiliza generalmente en sistemas grandes como material intermedio entre el aire y otro material de enfriamiento. El agua es un material barato con buenas características de transferencia térmica.
- **Amoníaco** – utilizado principalmente en instalaciones de refrigeración profesionales grandes para bajas temperaturas. Su alta toxicidad previene su uso en sistemas de aire acondicionado humanos.
- **R12** – utilizado en una amplia variedad de instalaciones de refrigeración. Sus presiones de operación son convenientes y requiere una potencia relativamente baja del compresor para cada tonelada de enfriamiento. El R12 se substituye hoy por el R134a y los dispositivos con R12 no se fabrican más.
- **R22** – utilizado en una amplia variedad de instalaciones de refrigeración y aire acondicionado. Este material de enfriamiento todavía es barato y disponible, y tiene buenas producciones de enfriamiento. Se utiliza principalmente para cámaras de refrigeración y aire acondicionado.

El R134, el R404 y el R22 son los materiales de refrigeración más comunes.

## 7. Discusión: Peligros para el medio ambiente de los materiales refrigerantes

Se ha probado en experimentos de laboratorio que algunos de los materiales de enfriamiento causan la disminución de la capa de ozono de protección a la tierra, y dañan la capacidad de transferencia térmica de la tierra al espacio exterior, causando así el calentamiento de la tierra.

Estos materiales de enfriamiento contienen solamente carbón, cloro y átomos de Fluoro. En otras palabras, R11, R12, R114, y R113.

Esta situación originó una resolución para reducir gradualmente la producción de estos materiales de enfriamiento hasta la cancelación completa de su producción en 2000.

Debido a la cancelación de la producción de estos materiales de enfriamiento, los nuevos materiales de refrigeración fueron desarrollados con mejores desempeños, que no dañarán la capa de ozono y no causarán el calentamiento de la tierra.

El R12 fue substituido por el R134a, y el R11 fue substituido por el R123.

La molécula del R134a se compone de dos átomos de carbón, de cuatro átomos de Fluoro, y de dos átomos de hidrógeno. Este material refrigerante no incluye cloro, de esta manera no tiene ningún

efecto en la capa de ozono. Su influencia en el calentamiento de la tierra es más pequeña por 11 que la influencia del R12.

El material refrigerante R123 incluye de hecho cloro, pero su efecto en la capa de ozono es más pequeño por 62 que el R11. Su influencia en el calentamiento de la tierra es más pequeña por 53 que el R11.

## **8. Discusión: Los métodos de control del enfriamiento**

Los sistemas de enfriamiento actuales funcionan automáticamente. Los dispositivos de medición fueron desarrollados para controlar el flujo del líquido refrigerante en el evaporador. Estos dispositivos también controlan los motores eléctricos, que operan el sistema.

El control de refrigeración se puede dividir en tres niveles básicos:

- Control basado en los cambios de presión.
- Control basado en los cambios de temperatura.
- Control basado en los cambios de volumen o cantidad.

Una combinación de estos tres niveles está en uso.

Para mantener la temperatura deseada en el área refrigerada se requiere el control automático de la refrigeración y de los motores.

## **9. Discusión: Dispositivos de medición**

Los dispositivos de medición están conectados entre la batería del condensador y el evaporador. Sus funciones son:

- 1) Separar el lado de alta presión del lado de baja presión en el círculo de refrigeración.
- 2) Proveer la cantidad requerida de material refrigerante según la carga deseada por el evaporador.
- 3) Proteger del sobrecalentamiento al material refrigerante que sale del evaporador al compresor.

### 9.1 Tubo capilar (CAP.)

El tubo capilar se hace de cobre, y tiene un diámetro interno muy pequeño en comparación con otros tubos. El material refrigerante encuentra una barrera con alta resistencia, que hace bajar la presión del líquido mientras atraviesa el tubo capilar.

El tubo capilar se diseña para bajar la presión del líquido refrigerante en la misma medida que el compresor la levantó durante el proceso de compresión.

La caída de presión en el tubo depende de:

- 1) El diámetro interno de la tubería.
- 2) La longitud de la tubería.
- 3) La velocidad del flujo.
- 4) El peso específico del material refrigerante.
- 5) El coeficiente de fricción entre el material refrigerante y la tubería.

La caída de presión en un tubo capilar (o en cualquier otro tubo) se calcula según la fórmula siguiente:

$$\Delta P = r \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \gamma$$

$\Delta P$  - Caída de presión en la tubería.

$f$  - Coeficiente de fricción entre la capa externa del material refrigerante que fluye en la tubería y el lado interno de la tubería. Este coeficiente depende de la calidad superficial del tubo, y de la velocidad del flujo.

$L$  - Longitud de la tubería.

$D$  - Diámetro de la tubería.

$V$  - Velocidad del flujo del material refrigerante.

$g$  - Aceleración de la gravedad de la tierra.

$\gamma$  - Peso específico del material refrigerante.



El tubo capilar se utiliza en los dispositivos domésticos (refrigeradores, acondicionadores de aire de ventana, y acondicionadores de aire divididos), y dispositivos de refrigeración medios.

Ventajas: Simple, bajo costo y sin partes, que puedan causar averías.

Desventajas: Conveniente solamente para producciones pequeñas y medias, sensible a los bloqueos debido a su pequeño diámetro, vulnerable, y debido a que la caída de presión en ella es constante, no puede regular las cantidades de flujo.

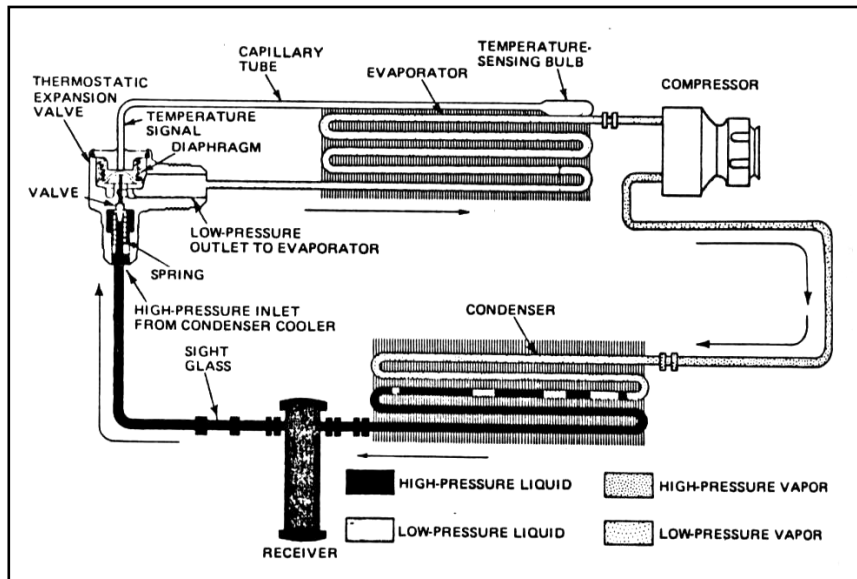
## 10. Discusión: La válvula de expansión termostática (TEV)

La válvula de expansión cumple una función triple en el circuito de refrigeración:

- Libera la presión del refrigerante que está en estado líquido, en su camino, al evaporador. Eso permite su expansión mientras que reduce su temperatura al valor más bajo del circuito refrigerante, a un grado que permite el eficiente intercambio de calor con el aire en el área refrigerada.
- Determina la intensidad del flujo refrigerante a través del circuito de refrigeración, de acuerdo con el requerimiento de refrigeración momentánea en el área refrigerada.
- Se asegura de que el líquido no alcance el compresor.

Mientras el aire de enfriamiento baja en el área refrigerada, se requiere reducir la salida de refrigeración del evaporador, en caso contrario ello causará la formación de hielo en las tuberías del evaporador, evitando el funcionamiento eficiente del sistema de refrigeración. La reducción de la salida de refrigeración en este caso se hace por medio de la válvula de expansión. Debido a su función, controla el caudal del refrigerante a través del evaporador, afectando así la salida del sistema de refrigeración.

La válvula de expansión termostática (que también se usa en el panel de entrenamiento):



**Figura 1-20 Circuito de refrigeración con una válvula de expansión**

El líquido refrigerante llega a la válvula de expansión mientras está muy caliente y a alta presión. El refrigerante, que sale, del otro lado de la válvula de expansión, estará, a la temperatura más baja que existe en el circuito de refrigeración.

Durante el proceso de expansión, el refrigerante comienza a evaporarse. Es decir, que cuando el refrigerante entra en el evaporador, está ya en parte en estado de gas.

### 10.1 Ajuste de la válvula de expansión termostática (TEV)

El ajuste de la válvula determina la cantidad de sobrecalentamiento en el gas refrigerante. El sobrecalentamiento es la temperatura del gas, que está sobre la temperatura dada por la carta de la presión y de la temperatura para la presión específica. La mayoría de las válvulas se fijan a 10°F de sobrecalentamiento. El sobrecalentamiento determina la cantidad de refrigerante líquido mezclado en el gas de retorno. Muy poco sobrecalentamiento hará que el refrigerante líquido dañe el compresor. Demasiado sobrecalentamiento causará un pobre desempeño del serpentín del evaporador y el recalentamiento del compresor.

### **Advertencia:**

**Generalmente, la válvula no debe ser ajustada. El ajuste no profesional daña su funcionamiento.**

### **10.2 Dimensionamiento de la válvula de expansión termostática (TEV)**

El tamaño de la válvula de expansión es muy importante. Su tamaño se adapta al tamaño del sistema (la producción del sistema).

Cada válvula de expansión se adapta a un amplio rango de producciones, y para adaptarla a una producción específica, se inserta un inyector especial a la entrada de gas de la válvula de expansión.

Hay una amplia variedad de inyectores, que vienen en diversos tamaños. Cada tamaño sirve a varias válvulas y producciones.

### **10.3 Ventajas de la válvula de expansión termostática (TEV)**

La primera ventaja sería su capacidad para regular el flujo refrigerante sobre una amplia gama de condiciones de carga; y el segundo sería su capacidad de cortar el flujo refrigerante cuando el compresor para.

Debido a que la válvula puede aumentar o disminuir el flujo refrigerante según la carga, puede levantar o bajar la cantidad de energía usada por el compresor.

## **11. Válvula de presión de succión**

Muchos sistemas utilizan las válvulas integradas por un diafragma, que estabiliza la presión. Estas clases de válvulas se necesitan en los sistemas donde el evaporador trabaja en varias temperaturas.

## 12. Procedimiento:

Paso 1: Compruebe que el PANEL DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL está instalado adecuadamente en la UNIDAD DE PLATAFORMA PRINCIPAL del 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 del 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 del UNIDAD DE PLATAFORMA PRINCIPAL a la red.

Paso 4: Compruebe que el relé de alto voltaje de fuga a tierra y el interruptor semi automático están 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).

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

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	CM	OF

Compruebe que las dos válvulas manuales de las mangueras estén abiertas.

En este experimento pondremos en ejecución 4 métodos de controlar el sistema de refrigeración - el control por termostato, control "pump down", control por baja presión del presostato de la presión baja y control de presión de la compresión.

El primer método se basa en el control de la temperatura. El segundo método se basa en el control de la temperatura y de la presión. Las pondremos en ejecución en el modo TEV.

**Modo TEV:**

Paso 11: Presione 11 en STATE/Estado.

El cambio del número de Estado no inicia el programa de funcionamiento (aún después de presionar la tecla ENTER).

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

Paso 12: Baje y suba el interruptor del Programa.

El mensaje 'Program 11' debe aparecer en el LCD.

Los estados del modo TEV son 11-16.

**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:

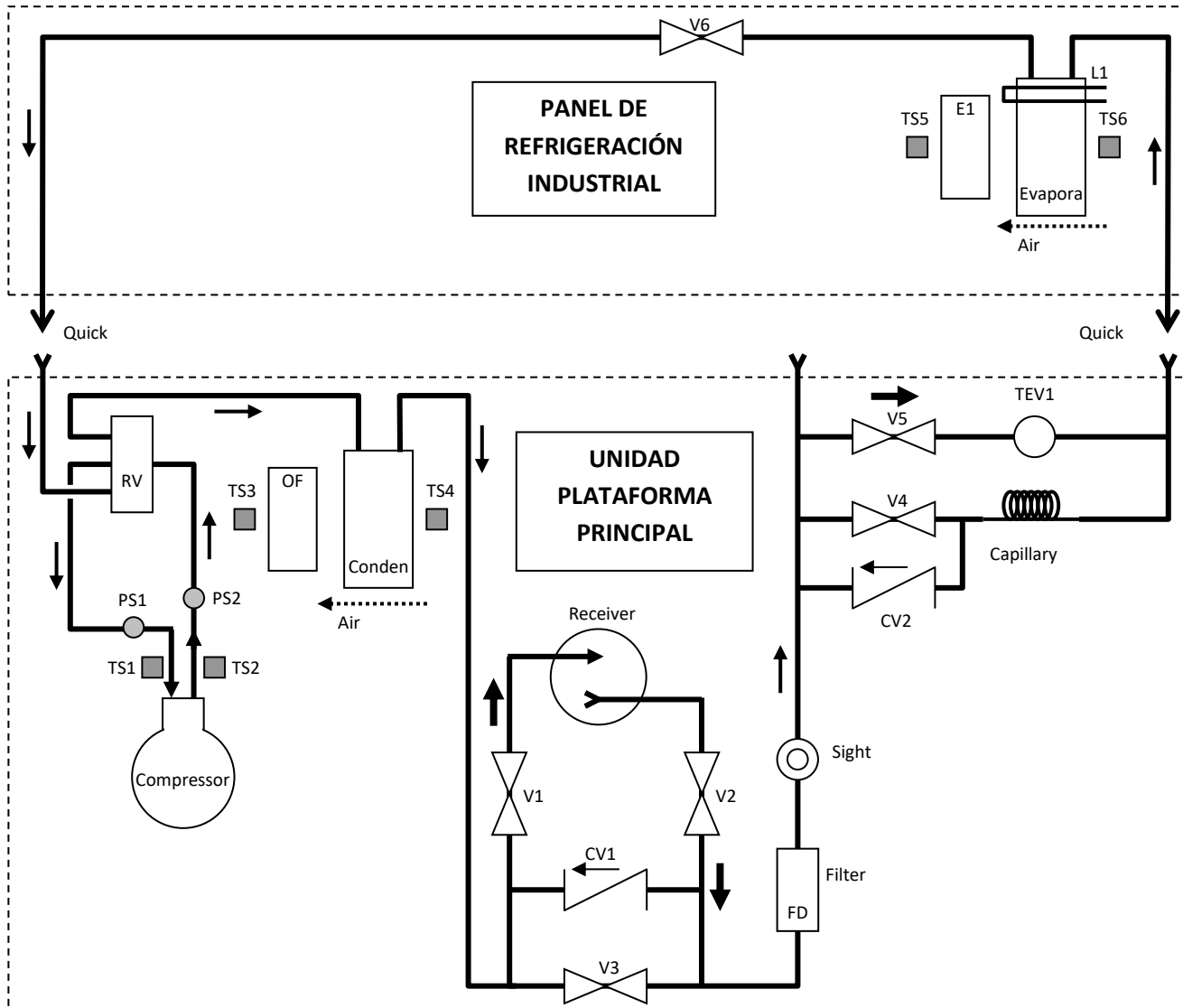
- Estado 11 - Operación de la TEV con pantalla en °C.
- Estado 12 - Operación de la TEV con pantalla en °F.
- Estado 13 - Operación de la TEV con pantalla gráfica.
- Estado 14 - Operación de la TEV con pantalla en °C y carga térmica.
- Estado 15 - Operación de la TEV con pantalla en °F y carga térmica.
- Estado 16 - 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

Si aparece "on" (en minúsculas) en las columnas CM y OF, significa que el compresor está en un estado de retardo de 3 minutos antes que comience a trabajar. Este retardo protege el compresor.

Paso 14: En el circuito siguiente se indica la trayectoria del refrigerante.



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

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

- 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 entrada al condensador (medida por TS3)
- T4 - Temperatura del aire de salida del condensador (medida por TS4)
- T5 - Temperatura del aire de salida del evaporador (medida por TS5)
- T6 - Temperatura del aire de entrada al evaporador (temperatura de la cámara de enfriamiento medida por TS6)
- T7 - No relevante a este panel
- T8 - No relevante a este panel

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	D1	S2	D2	SP	PD	E1	L1	E2	RT
20°C	5°C					LO			

S1 - Ajuste de la temperatura del cuarto

D1 - Diferencia de temperatura del cuarto

**Control por Termostato:**

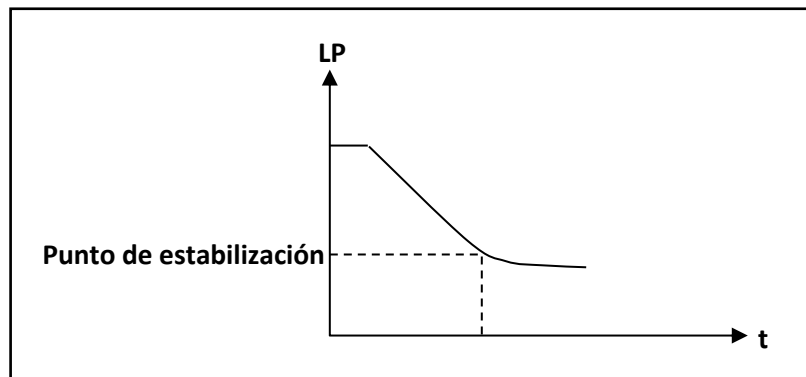
La temperatura de ajuste es la temperatura requerida. Cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento está por debajo de esta temperatura, el sistema de refrigeración debe parar el enfriamiento y esto se hace parando el compresor.

El compresor se conecta cuando la temperatura de la cámara fría llega a S1 + D1. D1 se determina para evitar que el sistema oscile.

Hay una relación lineal entre la temperatura y la presión. Esta es la razón por la cual podemos controlar la temperatura de la cámara fría según la baja presión o la alta presión del sistema. Este tema será descrito más adelante.

Identifique los valores prefijados de S1 y de D1 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.



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

Paso 18: Cambie el número de ESTADO a 12 y presione ENTER.

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

El valor de S1 cambia a 68°F y el D1 a 9°F.

Observe eso.

Cambie el número de ESTADO a 11 y presione ENTER.

Paso 19: La temperatura de la cámara de refrigeración debe continuar bajando aún después de que la LP se ha estabilizado.

Observe eso.

Paso 20: La temperatura T6 de la cámara disminuye mientras el sistema se está enfriando (trabaja el compresor).

En los estados 11-16 del experimento el control de la refrigeración se realiza de acuerdo con la temperatura.

El compresor debe desconectarse cuando la temperatura de la cámara está por debajo de S1 y debe conectarse cuando la temperatura de la cámara alcanza S1+ D1.

El valor prefijado de S1 es 20°C (68°F) y el valor prefijado de D1 es 5°C (9°F).

Compruebe eso.

Paso 21: Vea qué pasa cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento va por debajo del punto S1.

Paso 22: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 23: Espere hasta que el compresor se conecte nuevamente.

Paso 24: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 25: La velocidad del evaporador puede cambiarse con la tecla '\*'.

Presione la tecla '\*' y compruebe que el ventilador del (E1) cambia a HI.

Paso 26: Espere hasta que el compresor se desconecte.

Paso 27: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 28: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 29: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 30: Presione la tecla '\*' nuevamente y compruebe que E1 cambió a 'LO'.

Paso 31: Complete la tabla siguiente con los valores de los puntos de estabilización de los dos puntos configurados.

No.	Comp.	E1	S1	D1	LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1.	ON	LO										
2.	OFF	LO										
3.	ON	HI										
4.	OFF	HI										

Paso 32: El sistema en los estados 11-16 le permite cambiar el valor de S1 en un cierto rango.  
 Digite el número 10 (si usted está en °C) o 46 (si usted está en °F) y la tecla '#'.

Paso 33: Cambie el No. de estado a 11 o 12 respectivamente.

Paso 34: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 35: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 36: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 37: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 38: Cambie la velocidad del ventilador a High.

Paso 39: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 40: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 41: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 42: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 43: Complete la tabla siguiente con los valores de los puntos de estabilización de los dos puntos configurados.

No.	Comp.	E1	S1	D1	LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1.	ON	LO										
2.	OFF	LO										
3.	ON	HI										
4.	OFF	HI										

**Control "pump down":**

(El control "pump down" se refiere al control para recoger el refrigerante usando el compresor de la máquina).

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

Cuando la temperatura de la cámara de enfriamiento alcanza la temperatura del punto de ajuste, el sistema de control no para el compresor y la operación del ventilador del termostato, sino cierra solamente la válvula V5.

El cierre de V5 causa la caída de la presión de succión y cuando la LP (la presión de succión) va por debajo de su valor de ajuste, el compresor se para.

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

El modo TEV tiene otros tres estados - 17, 18 y 19.

Paso 44: Cambie el número de ESTADO a 17 (para °C) o 18 (para °F) y presione ENTER.

La tabla de control debe cambiar a la siguiente:

S1 - Configuración 1 de la temperatura del cuarto

D1 - Diferencia 1 de la temperatura del cuarto

SP - Ajuste de la presión baja

PD - Diferencia de la presión baja

S1	D1	S2	D2	SP	PD	E1	L1	E2	RT
20°C	5°C			20	17				

Los valores de SP en esta tabla no pueden cambiarse.

Paso 45: La temperatura T6 de la cámara disminuye mientras el sistema se está enfriando (trabaja el compresor).

La válvula V5 se desconecta cuando la temperatura de la cámara cae por debajo de SP.

El valor prefijado de S1 es 20°C (68°F), el valor prefijado de D1 es 5°C (9°F).

El compresor continúa trabajando hasta que la LP cae por debajo del punto SP.

Paso 46: Vea qué pasa cuando la temperatura de la cámara de refrigeración alcanza el punto S1.

Paso 47: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 48: Espere hasta que el compresor se apague.

Paso 49: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 50: Cuando el T6 está por encima S1 + D1, V5 abre y provee el gas al evaporador. Como resultado, la presión aumenta, y cuando es más alta que la SP, el compresor comienza a trabajar.

Espere hasta que se conecten.

Paso 51: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 52: Complete la tabla siguiente con los valores de los puntos de estabilización de los dos puntos de configuración.

No.	V5	Comp.	S1	D1	LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1.	ON	ON										
2.	OFF	ON										
3.	OFF	OFF										
4.	ON	ON										

Paso 53: Cambie el ESTADO a 19 y presione ENTER.

Paso 54: Observe gráficamente el comportamiento del sistema.

Paso 55: Cambie el número del ESTADO a 00 y presione ENTER.

Baje el interruptor del PROGRAMA y súbalo.

Todos los dispositivos deben desconectarse.

Paso 56: Espere 5 minutos aproximadamente.

**Control de baja presión con presostato:**

Como se explicó hay una relación lineal entre la presión y la temperatura.

El control de la temperatura se puede hacer controlando la presión.

En los estados 21-26 el control se hace de acuerdo con el valor de la LP (baja presión).

Paso 57: Cambie el número de ESTADO a 21 y presione ENTER.

Paso 58: Baje el interruptor del PROGRAMA y súbalo.

Los estados del modo capilar son del 21-26.

Los programas del tubo capilar son:

Estado 21 - operación capilar con pantalla en °C.

Estado 22 - operación capilar con pantalla en °F.

Estado 23 - operación capilar con pantalla gráfica.

Estado 24 - operación capilar con pantalla en °C y carga térmica.

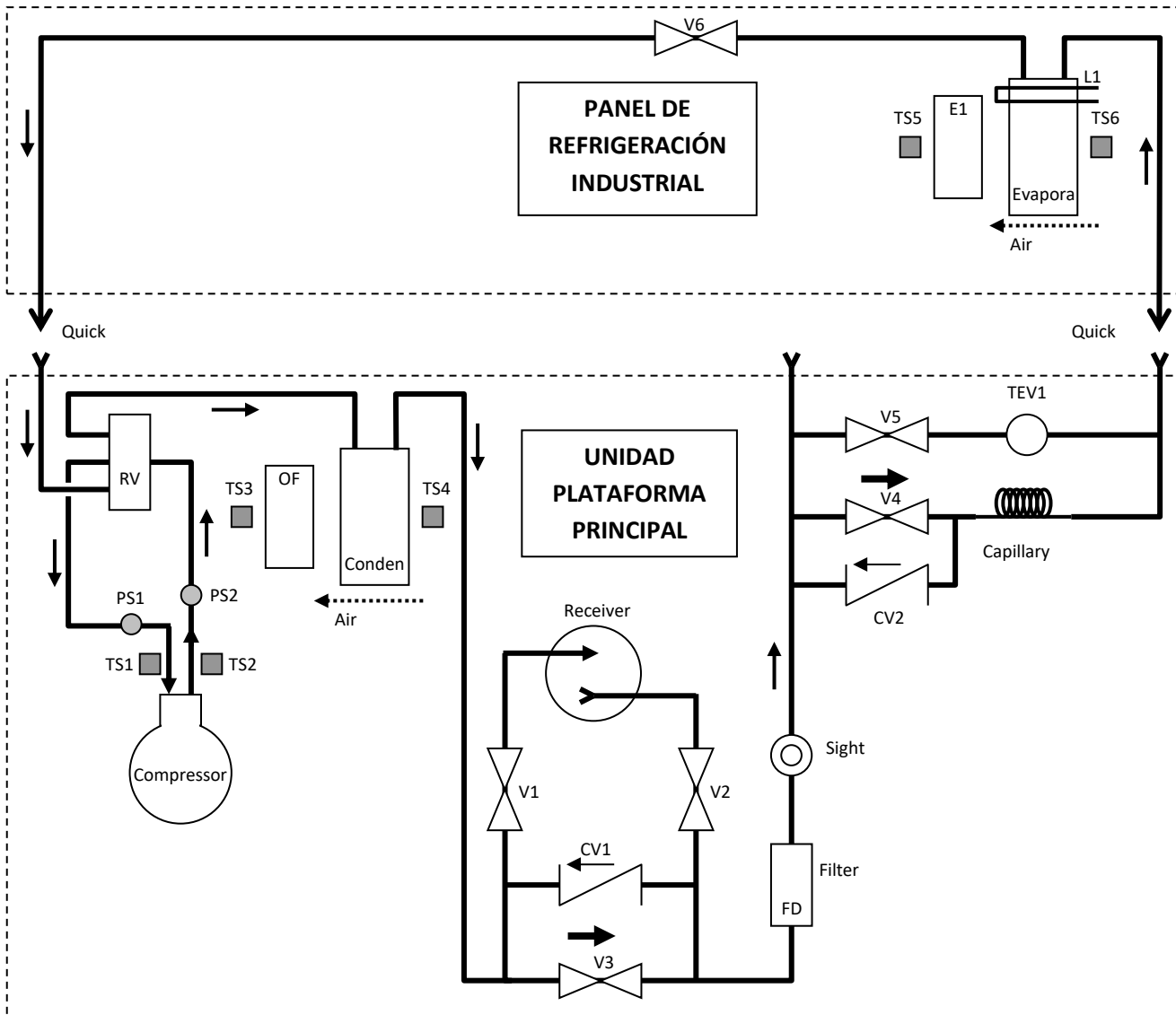
Estado 25 - operación capilar con pantalla en °F y carga térmica.

Estado 26 - operación capilar con pantalla gráfica.

Paso 59: 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

Paso 60: En el circuito siguiente se indica la trayectoria del refrigerante.





Paso 61: La tabla de sensores es la misma que la del experimento con la TEV.

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

Paso 62: La tabla de control es un poco diferente. En este experimento el control se hace de acuerdo con la baja presión.

La tabla es como la siguiente:

S1	D1	S2	D2	SP	PD	E1	L1	E2	RT
				33	17	LO			

Paso 63: Cambie el número de ESTADO a 22 y presione ENTER.

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

Observe eso.

Paso 64: Observe los valores de la presión y la temperatura y espere hasta que el sistema se estabilice.

Paso 65: Cuando la LP está en un punto estable, registre los valores de presión y temperatura en el punto de estabilización.

La temperatura de la cámara de refrigeración debe seguir bajando.

Paso 66: Cambie el número de ESTADO a 23 y presione ENTER.

Este estado no cambia el funcionamiento del sistema, solo cambia la pantalla a pantalla gráfica.

El monitor muestrea y exhibe la LP y la T6 cada 0,5 minutos y los exhibe gráficamente en la pantalla.

Observe eso.

Paso 67: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 68: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 69: Abra la ventana de la cámara de refrigeración.

Paso 70: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 71: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 72: Al digitar un número seguido por '#' cambia el valor de SP. El monitor permite cambiarlo en un cierto rango de seguridad.

Digite el número 20 y presione '#'.

Paso 73: Compruebe que la SP ha cambiado a 20.

Paso 74: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 75: Registre las presiones y las temperaturas.

Paso 76: Abra la ventana de la cámara de refrigeración.

Paso 77: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 78: Registre las presiones y las temperaturas.