

Capítulo 1 – Sistemas de enfriamiento y refrigeración básica

EXPERIMENTO 1.4 – TIPOS DE COMPRESORES

Nombre	Clase/Período	Fecha

1. Objetivos:

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

- Explicar la función del compresor.
- Explicar las diferencias entre los tipos de compresores.
- Explicar la necesidad de aceite en el sistema de refrigeración.
- Explicar la función del calentador del cárter del motor.
- Explicar el ciclo de trabajo del compresor.
- Explicar la función de los dispositivos de seguridad de protección del compresor.

2. Equipo requerido:

- Unidad de plataforma principal
- Panel de refrigeración industrial

3. Discusión: El propósito del compresor

El propósito del compresor es:

- Circular el refrigerante en el circuito.
- Comprimir el refrigerante que sale del evaporador y de esta manera aumentar su temperatura para crear una diferencia de temperatura que permita la transferencia térmica del área refrigerada, hacia el exterior.

El aumento de la presión en el sistema se puede lograr solamente teniendo una restricción en el lado de alta presión del sistema. Esto es, una válvula pequeña situada en la válvula de expansión. Este orificio medido sirve para ese propósito en el sistema.

4. Discusión: Compresores de tipo hermético, semi-hermético y abierto

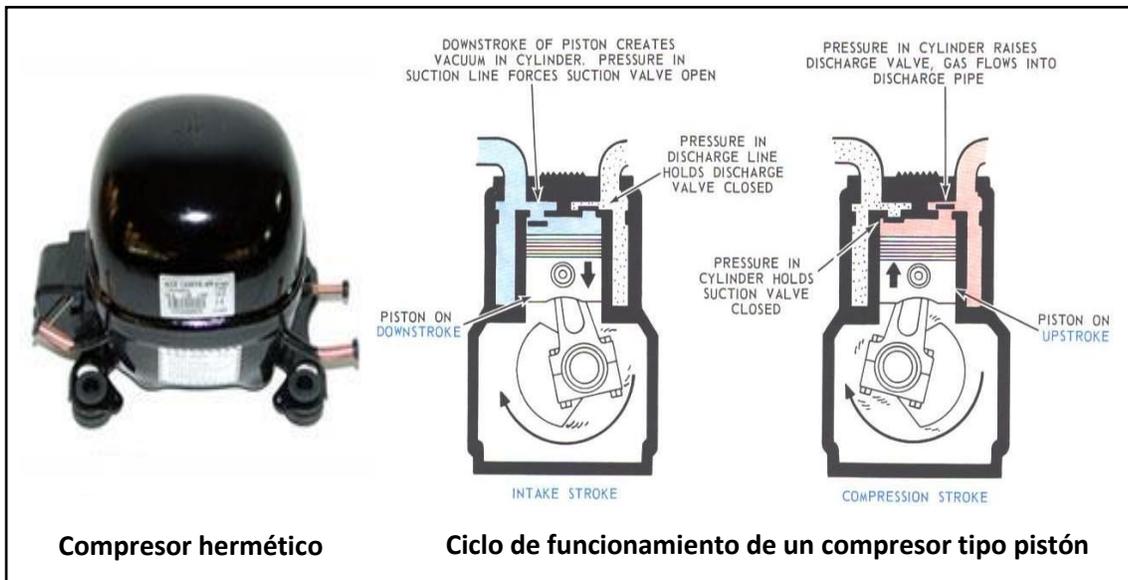
1. Los compresores más usados actualmente son:

- **El compresor hermético:** Compresor que tiene el motor de accionamiento sellado dentro de la cubierta del compresor. El motor funciona en una atmósfera del refrigerante. Este tipo se utiliza en aplicaciones pequeñas y medias, y en acondicionadores de aire.
- **El compresor semi-hermético:** el compresor por sí mismo y el motor de accionamiento se encuentran dentro de la cubierta; esta cubierta se puede abrir para inspección y mantenimiento. Este tipo se utiliza en aplicaciones más grandes.

2. Compresores rotativos, incluyendo los compresores circulares, los compresores de paleta y de tornillo (convenientes para usos de alta capacidad) y los compresores centrífugos (usados para las aplicaciones que requieren capacidades más altas).

- **Compresores circulares:** se caracteriza por tener dos volutas espirales: una estacionaria, y otra que se mueve en órbita alrededor de la primera (sin girar). Este movimiento causa, que el gas contenido entre los dos elementos alcance una muy alta presión y se descargue a través de un agujero en el centro.
- **Compresores estacionarios o rotativos de paleta:** funcionan debido al efecto de las paletas situadas dentro de los cilindros. Las paletas pueden girar sobre una leva en el centro del cilindro (rotatorio), o estar fijas a las paredes del cilindro (estacionario). En ambos casos, las paletas son responsables del movimiento del gas, contribuyendo fundamental a las fases de succión y de compresión.
- **Compresores de tornillo:** se basan en un mecanismo compuesto por dos rotores roscados (tornillos) que se acoplan juntos. El gas es comprimido debido al traslape progresivo de los lóbulos, causando una reducción en el volumen ocupado por el gas. Hay también compresores de un solo-tornillo que funcionan por la rotación de apenas un tornillo cilíndrico con un hilo de rosca helicoidal, sobre el cual están acoplados dos rotores idénticos.
- **Compresores centrífugos:** se componen de un rotor situado dentro de una cámara especial. El rotor gira a alta velocidad, impartiendo alta energía cinética al gas, que es forzado a través de la abertura de salida estrecha, aumentando de esta manera, su presión.

Figura 1-21



5. Discusión: El aceite en el sistema de enfriamiento

El compresor es un componente dinámico, y hay movimiento constante de las piezas metálicas (que se mueven juntas) dentro de él. Este movimiento crea fricción entre las piezas de metal, lo que crea calor. El calentamiento excesivo de las partes metálicas causa que las piezas que fueron diseñadas para trabajar de una manera exacta (entre ellas) se expandan y se tuerzan, por ejemplo, el pistón y el cilindro.

El calentamiento del pistón causa su dilatación, haciendo que su movimiento dentro del cilindro sea difícil hasta que (en situaciones extremas), el pistón se pega en el cilindro y no puede moverse más.

La disminución de la fricción es una operación muy importante para evitar el calentamiento del compresor. La lubricación de las piezas móviles permite disminuir esta fricción.

Para cada tipo de compresor, se agrega aceite para cada tamaño de los sistemas de refrigeración o de aire acondicionado. El aceite se disuelve con el material refrigerante y fluye con él a través de las tuberías y de los dispositivos. Cuando el sistema no está trabajando, la mayor parte del

aceite se recolecta en un compartimiento especial de concentración (diseñado para ello) en el compresor. Este compartimiento se llama cárter del motor.

En los compresores para producción media y alta, se instala un visor de control especial en el compartimiento del aceite. A través de este visor vemos el nivel de aceite (en estado ralenti), y agregamos aceite en caso necesario. Mientras el sistema está trabajando, es difícil ver el nivel de aceite a través del visor porque el material refrigerante barre el aceite y se crea espuma, que llena el visor, así es difícil saber si hay suficiente aceite.

La bomba de aceite se utiliza en compresores grandes para contribuir al retorno del aceite en el sistema. Esta bomba funciona con el principio de la energía centrífuga. La bomba gira con el árbol del compresor, aspira el aceite del cárter del motor, y lo comprime en la dirección del cigüeñal, de la biela, del pistón, y del cilindro.

El aceite en el sistema ayuda a detectar fugas de gas. El gas se evapora en el aire y no deja ningún rastro, mientras que el aceite se acumula alrededor de la fuente del escape y crea una mancha que indica la localización del escape. Cuando se repara la fuga, es importante limpiar la mancha de la fuga de tal manera que cuando otra persona revise el sistema no piense equivocadamente que hay una fuga en la misma ubicación.

La función del aceite es también distribuir la temperatura y enfriar el cilindro.

6. Discusión: El calentador del cárter del motor

En los sistemas grandes de refrigeración y aire acondicionado (en estado idle), una cantidad relativamente grande de gas se acumula en el compresor. Cuando se activa el sistema, el líquido en el aceite se evapora y descarga de él, lo que crea las burbujas del aceite, que llegan al cilindro y destruyen las válvulas. Además de este problema, la viscosidad del aceite cambia cuando el sistema para su operación y baja la refrigeración. Este fenómeno se llama "El Fenómeno de las Burbujas".

La viscosidad es la capacidad de las moléculas de la sustancia de aferrarse unas a otras. La viscosidad del aceite aumenta conforme aumenta la refrigeración, lo que disminuye su capacidad de fluir con la sustancia.

Incluso cuando el sistema está en marcha lenta, estos dos problemas son solucionados constantemente por el calentador del cárter del motor. La calefacción del cárter del motor es hecha por un cuerpo especial de calefacción llamado calentador del cárter del motor. Este cuerpo calienta el aceite en el cárter del motor de dos maneras comunes:

1. Cuerpo de la calefacción en la forma de un dedo, que se entra al cárter del motor.
2. Cuerpo de la calefacción en la forma de un círculo, que rodea el exterior del compresor en el área del cárter del motor.

El calentador del cárter del motor recibe control directamente de la salida principal de electricidad sin interruptor. El calentador funciona solamente cuando el compresor está en ralentí.

Cuando el sistema está en ralentí, y funciona el calentador del cárter del motor, las minúsculas burbujas que van subiendo pueden a veces observarse a través del visor de vidrio. El aceite se mantiene un estado diluido y listo para fluir constantemente, y el material refrigerante hierve y se mantiene en estado de gas.

Los grandes sistemas no pueden operarse sin comprobar y estar cerciorados que el calentador del cárter del motor ha estado funcionando por un número mínimo de las horas requeridas para calentar el aceite. No hacer caso de esto es peligroso para el compresor.

En los sistemas domésticos de refrigeración y aire acondicionado, la cantidad de líquido es pequeña y el problema antes mencionado no es peligroso para el compresor, ya que no tienen calentador del cárter del motor.

7. Discusión: Dispositivos de seguridad para la protección del compresor

Los compresores pueden ser dañados cuando el líquido refrigerante fluye accidentalmente hacia ellos desde la línea de succión. El refrigerante debe estar en estado de vapor. La temperatura del vapor debe ser más alta que la temperatura del evaporador. El aumento de la temperatura significa que el evaporador está sobrecalentado.

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

- Separador de gotas – asegura que el líquido no vaya al compresor.
- Válvula de derivación (bypass) del gas caliente para quitar el gas caliente a la línea de succión.
- Dispositivo de detección de la temperatura (OL - Sobrecarga).
- Calefacción eléctrica para calentar el líquido en la línea de succión.

8. Procedimiento:

Paso 1: Compruebe que el PANEL DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL está instalado correctamente en la UNIDAD DE PLATAFORMA PRINCIPAL 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 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 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).

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

V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	CM	OF

En este experimento comprobaremos la duración del ciclo del compresor en control por termostato y en control por presostato para baja presión.

Lo comprobaremos en dos velocidades del ventilador del evaporador y con y sin carga térmica.

Modo TEV:

Paso 11: Cambie el número de ESTADO a 11 (para °C) o 12 (para °F) y presione ENTER.

Paso 12: Baje y suba el interruptor de PROGRAMA.

Paso 13: En la pantalla LCD usted debe encontrar las tablas siguientes:

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

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

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

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

Control por Termostato:

Identifique los valores prefijados de S1 y D1 del sistema.

Observe el visor de vidrio y compruebe que no hay burbujas y que el valor de la LP alcanzó el punto de estabilización.

Paso 14: La temperatura de la cámara de refrigeración debe continuar bajando aún después que la LP está estable.

Observe eso.

Paso 15: La temperatura T6 de la cámara disminuye mientras el sistema se está enfriando (trabaja el compresor).

El compresor debe apagarse cuando la temperatura de la cámara alcanza el valor S1 (punto de configuración) y debe conectarse cuando la temperatura de la cámara pasa el valor S1 + D1.

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

Compruebe eso.

Paso 16: Vea qué sucede cuando la temperatura de la cámara de refrigeración llega al punto S1.

Paso 17: Registre las presiones y las temperaturas y mida el tiempo.

Paso 18: Espere hasta que el compresor se desconecte.

Paso 19: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.

Paso 20: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 21: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.

Paso 22: Presione la tecla '*' y compruebe que el ventilador del evaporador (E1) cambia a HI.

Paso 23: Espere hasta que el compresor se desconecte.

Paso 24: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.

Paso 25: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 26: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.

Paso 27: Presione la tecla '*' nuevamente y compruebe que E1 ha cambiado a 'LO'.

Paso 28: Complete la tabla siguiente con los valores del punto de estabilización de los dos puntos de ajuste (configuración).

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

Paso 29: El sistema en los estados del 11-16 le permite a usted cambiar el valor de S1 en un cierto rango.

Pulse en el número 17 (si usted está en °C) o 62 (si usted está en °F) y la tecla '#'.

Paso 30: Cambie el número de estado a 11 o 12 respectivamente.

Paso 31: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 32: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.

Paso 33: Espere hasta que el compresor se conecte.

Paso 34: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.

- Paso 35: Cambie la velocidad del ventilador a High (Alta).
- Paso 36: Espere hasta que el compresor se pare.
- Paso 37: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.
- Paso 38: Espere hasta que el compresor se conecte.
- Paso 39: Registre las presiones y temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.
- Paso 40: Complete la tabla siguiente con los valores del punto de estabilización de los dos puntos de configuración.

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

- Paso 41: Cambie el número de ESTADO a 14 (para °C) o 15 (para °F) y presione ENTER.
 Esto hará funcionar la carga térmica (2 minutos conectada y 1 minuto desconectada de manera alternada).
- Paso 42: Cambie S1 de regreso a 20 (si usted está en °C) o a 68 (si usted está en °F).
- Paso 43: Repita los pasos 15-40 y mida el tiempo de conexión del compresor, el tiempo de desconexión, las temperaturas y presiones para dos velocidades del ventilador con y sin carga térmica.
- Paso 44: Cambie el número de ESTADO a 00 y presione ENTER.
 Baje y suba el interruptor de PROGRAMA.
 Todos los dispositivos deben apagarse.

Paso 45: Espere 5 minutos.

Control de baja presión por presostato:

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

Paso 46: Cambie el número de ESTADO a 21 (para °C) o 22 (para °F) y presione ENTER.

Paso 47: Baje y suba el interruptor de PROGRAMA.

Paso 48: En la pantalla LCD usted debe encontrar las tablas siguientes:

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

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

LP	HP	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8

Paso 49: Observe los valores de presión y temperatura y espere a que el sistema se estabilice.

Paso 50: Cuando la LP esté en un punto estable, registre la temperatura y los valores de la presión en el punto de estabilización.

La temperatura de la cámara de refrigeración debe continuar bajando.

Paso 51: Espere hasta que el compresor se pare.

Paso 52: Registre las presiones y las temperaturas y mida el tiempo.

- Paso 53: Espere hasta que el compresor se conecte.
- Paso 54: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.
- Paso 55: Espere hasta que el compresor se pare.
- Paso 56: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.
- Paso 57: Pulse la tecla '*' y compruebe que el ventilador del evaporador (E1) cambia a HI.
- Paso 58: Espere hasta que el compresor se pare.
- Paso 59: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.
- Paso 60: Espere hasta que el compresor se conecte.
- Paso 61: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.
- Paso 62: Pulse la tecla '*' nuevamente y compruebe que E1 ha cambiado a 'LO'.
- Paso 63: Complete la tabla siguiente con los valores del punto de estabilización de los dos puntos de ajuste.

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

- Paso 64: El sistema en los estados 21-26 le permite cambiar el valor de S2 en un cierto rango.
Pulse el número 20 y la tecla '#'.
- Paso 65: Cambie el número de ESTADO a 21 o 22.

- Paso 66: Espere hasta que el compresor se pare.
- Paso 67: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.
- Paso 68: Espere hasta que el compresor se conecte.
- Paso 69: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.
- Paso 70: Cambie la velocidad del ventilador a High (Alta).
- Paso 71: Espere hasta que el compresor se pare.
- Paso 72: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de desconexión del compresor.
- Paso 73: Espere hasta que el compresor se conecte.
- Paso 74: Registre las presiones y las temperaturas y el tiempo de conexión del compresor.
- Paso 75: Complete la tabla siguiente con los valores del punto de estabilización de los dos puntos de configuración.

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

Paso 76: Cambie el número de ESTADO a 24 (para °C) o 25 (para °F) y presione ENTER.

Esto conectará la carga térmica.

Paso 77: Cambie SP nuevamente a 33.

Paso 78: Repita los pasos 55-77 y mida el tiempo de conexión del compresor, el tiempo de desconexión, las temperaturas y presiones para dos velocidades del ventilador con y sin carga térmica.

Paso 79: Cambie el número de ESTADO a 00 y presione ENTER.

Baje y suba el interruptor del PROGRAMA.

Todos los dispositivos deben apagarse.