

Problema 1

Una máquina frigorífica utiliza el ciclo estándar de compresión de vapor. Produce 50 kW de refrigeración utilizando como refrigerante R-22, si su temperatura de condensación es 40°C y la de evaporación -10°C, calcular:

- A. Caudal de refrigerante
- B. Potencia de compresión
- C. Coeficiente de eficiencia energética
- D. Relación de compresión
- E. Caudal volumétrico de refrigerante manejado por el compresor
- F. Temperatura de descarga del compresor
- G. Coeficiente de eficiencia energética del ciclo inverso de Carnot con las mismas temperaturas de evaporación y condensación

Problema 2

Una aplicación de producción de frío demanda una potencia frigorífica de 100.000 fg/h, su temperatura de evaporación debe ser -30°C y su temperatura de condensación 40°C. Si se pretende usar en todos los casos R-22, calcular el trabajo de compresión, el calor de condensación y el coeficiente de eficiencia energética en los siguientes casos:

- A. Ciclo estándar de compresión mecánica simple.
- B. Compresión doble en cascada (usar la presión intermedia para el evaporación de alta y un salto de 5°C en el intercambiador intermedio).
- C. Compresión doble directa con enfriador intermedio, inyección parcial. (Eficiencia del enfriador intermedio 0.8)
- D. Compresión doble directa con enfriador intermedio, inyección total.

Nota: Suponer que la presión intermedia de los ciclos dobles es aquella cuya temperatura de saturación es 0°C.

Problema 3

La figura 3.A muestra el esquema de una instalación de R-134a con dos evaporadores. El evaporador de baja temperatura suministra 180 kW de refrigeración con una temperatura de evaporación de -30°C y el evaporador de alta suministra 200 kW a 5°C . La temperatura de condensación es 40°C . Calcular la potencia de compresión requerida y la eficiencia energética del ciclo.

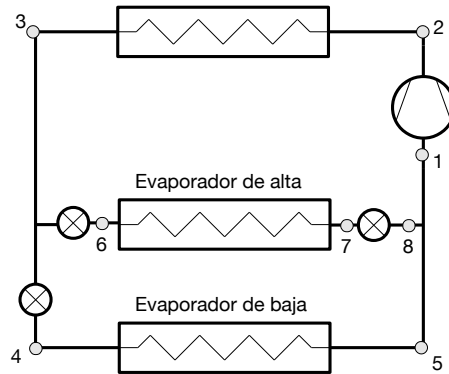


Figura 3.A: Esquema del ciclo con dos evaporadores

Se analiza la posibilidad de suministrar las mismas potencias frigoríficas con las mismas temperaturas de evaporación y condensación utilizando el esquema alternativo de la figura 3.B. Calcular la potencia de compresión requerida y la eficiencia energética del ciclo.

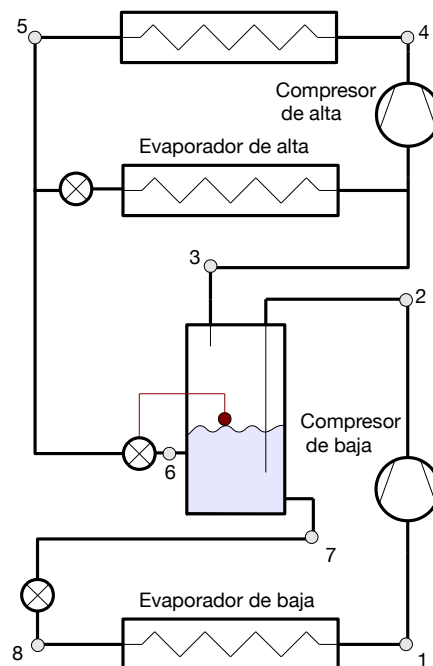


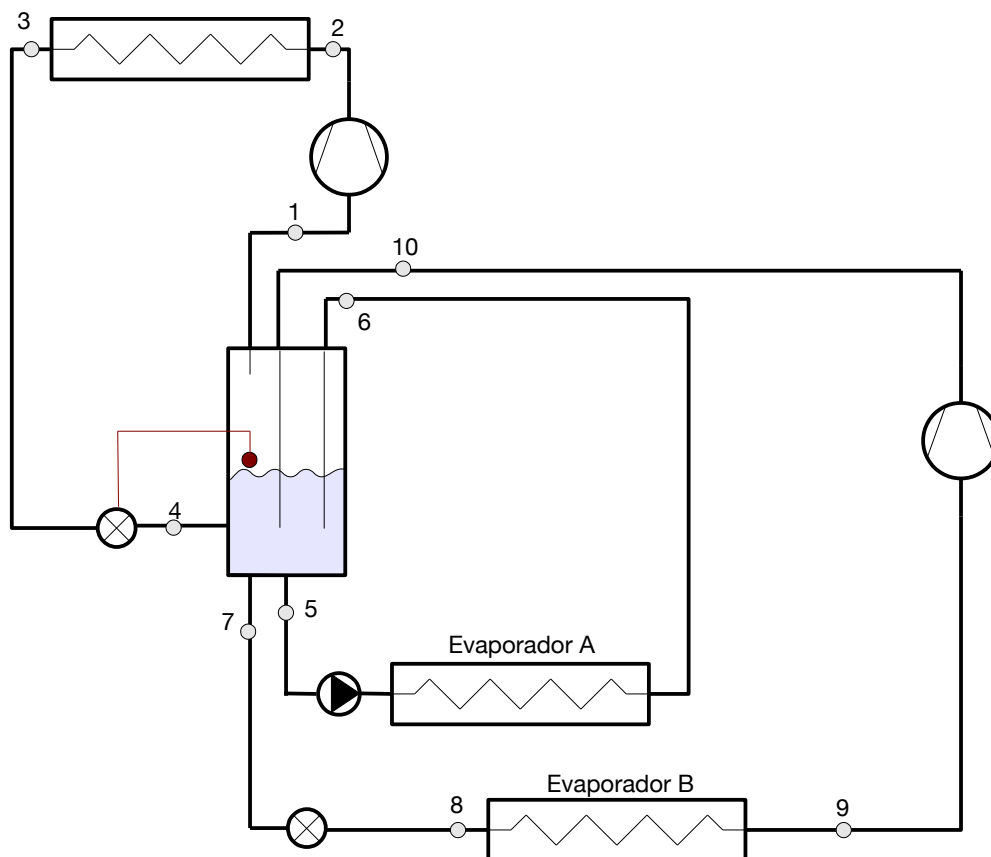
Figura 3.B: Esquema del ciclo con dos compresores y depósito intermedio

Nota: Suponer que no existen pérdidas de presión en los elementos del ciclo, que no existen recalentamientos, ni subenfriamientos y que los compresores son perfectos.

Problema 4

La instalación de refrigeración por amoníaco de la figura consta de dos evaporadores, uno (A) alimentado por una bomba, que produce una potencia frigorífica de 75 kW y otro (B) en expansión directa, con una válvula de expansión termostática de 5°C, que desarrolla 125 kW de potencia frigorífica. El manómetro colocado a la entrada al evaporador A marca 3.28 bar, la temperatura de evaporación del evaporador B es de -20°C y la de condensación 40°C. Se pide:

- Calcular el caudal que debe mover la bomba para que el título de vapor del punto 6 sea del 75%.
- Calcular el trabajo de compresión de cada uno de los compresores y el COP de la instalación, comparándolo con el de Carnot.
- Dibujar sobre el diagrama p-h todos los puntos de la instalación de la figura, indicando su temperatura y entalpía

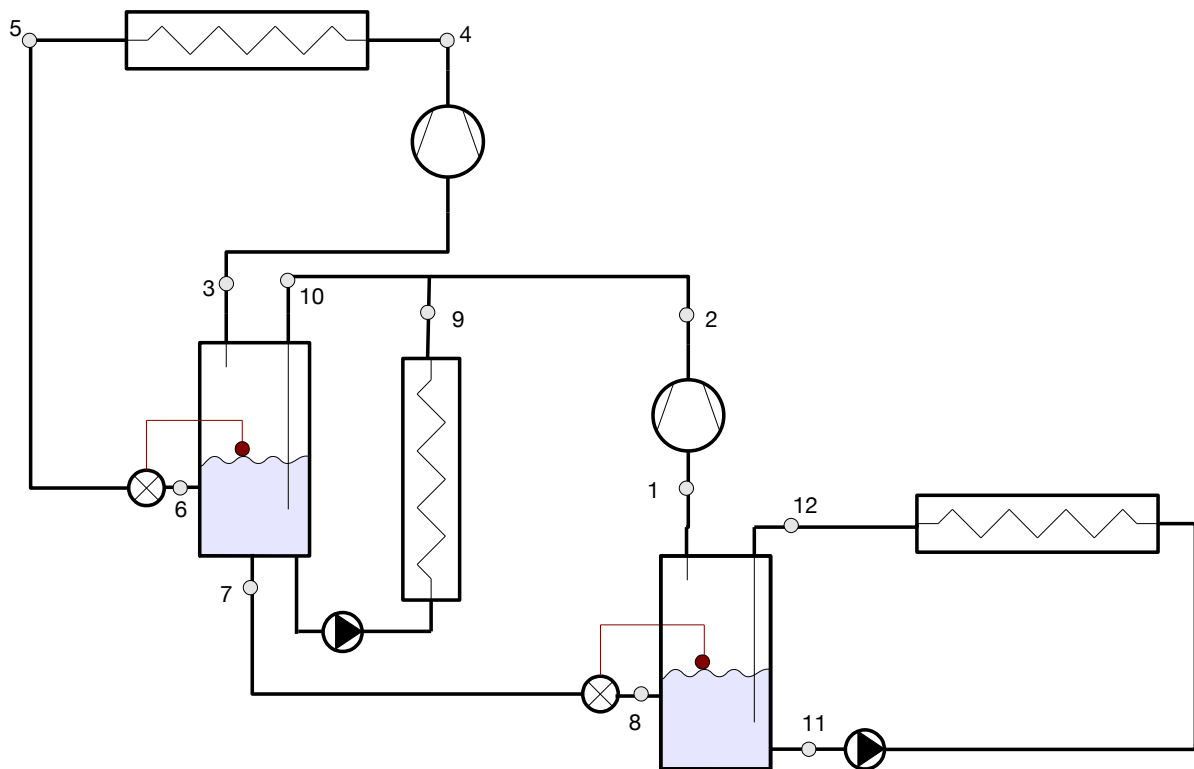


Nota: Suponer que las pérdidas de carga por rozamiento en todos los elementos, el consumo de energía de la bomba y el incremento de presión en la bomba de líquido son despreciables. El subenfriamiento del líquido en el condensador es de 4°C.

Problema 5

La instalación de refrigeración por amoníaco de la figura inferior consta de dos evaporadores. La temperatura de evaporación del evaporador de baja es -20°C y produce una potencia frigorífica de 200 kW . Un manómetro colocado en el evaporador de alta marca 4.15 bar y este absorbe una potencia frigorífica de 100 kW . Si temperatura de condensación es de 40°C y se pretende que el título de vapor a la salida de los dos evaporadores sea del 85% :

- Calcular los caudales de refrigerante que deben mover las dos bombas de líquido.
- Calcular el trabajo de compresión de cada uno de los compresores y el COP de la instalación.
- Dibujar sobre un diagrama p-h todos los puntos de la instalación de la figura inferior, anotando la temperatura y la entalpía de cada uno de ellos en la tabla inferior.

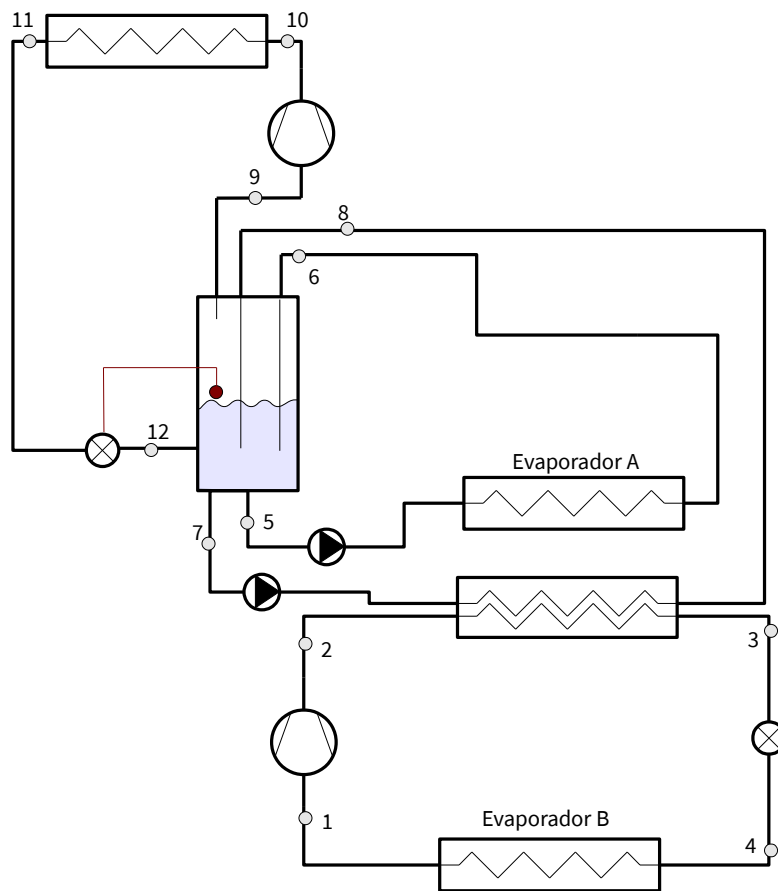


Nota: Suponer que las pérdidas de carga en los elementos son despreciables, no existe sobrecalentamiento, ni subenfriamientos y el consumo de energía y el incremento de presión asociados a las bombas de líquido son despreciables.

Problema 6

La instalación de refrigeración de la figura inferior consta de dos refrigerantes diferentes, R-22 para baja presión y amoníaco para alta. La temperatura de evaporación del evaporador B es -40°C . Un manómetro colocado en el evaporador A marca 4.15 bar y la bomba que alimenta a este evaporador mueve un caudal de 0.15 kg/s de refrigerante. El título de vapor en los puntos 6 y 8 es del 85%. La temperatura de condensación es de 40°C y el caudal que mueve la bomba colocada en el punto 7 es de 0.24 kg/s. Un manómetro colocado en el punto 2 marca 5.799 bar. Calcular:

- La potencia frigorífica suministrada por los evaporadores A y B.
- El trabajo de los dos compresores y el COP de la instalación, comparándolo con el de Carnot.
- Dibujar dos diagramas p-h con todos los puntos de la instalación y rellenar la tabla inferior.



Nota: Suponer las pérdidas de carga despreciables, que no existen sobrecalentamientos, ni subenfriamientos y que el consumo de energía y el incremento de presión asociados a las bombas de líquido son despreciables.

Punto	1	2	3	4	5	6
Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]						
Entalpía [kJ/kg]						
Punto	7	8	9	10	11	12
Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]						
Entalpía [kJ/kg]						

Problema 7

Los datos de una cámara para almacenamiento de frutas y verduras son los siguientes:

- Dimensiones: 23 m · 9 m · 4 m
- Temperatura cámara: 0°C
- Humedad relativa cámara: 85%
- Espesor aislamiento paredes: 10 cm
- Conductividad aislamiento: 0.02 kcal/(h·m°C)
- Tiempo de funcionamiento: 24 h/día
- Entrada de producto: 5000 kg/día
- Producto almacenado: 10000 kg
- Temp. Entrada producto: 20°C

En las condiciones de diseño exteriores la temperatura del aire es de 36°C (50% de humedad relativa) y la del suelo 17°C y todas las superficies exteriores de la cámara se encuentran en sombra. Calcular la carga frigorífica total máxima de la cámara.

Nota: Considerar el caudal infiltrado de aire exterior igual a 2.5 rnv/día. La carga debida a ocupantes, iluminación y equipo diverso se estima en un 10% de la carga total. Calor específico medio del producto 0.9 kcal/(kg°C), calor de respiración del producto 0.015 kcal/(kg·h).

Problema 8

Calcular la carga térmica de una cámara para refrigeración de judías verdes con una carga diaria de 3000 kg/día que entran a una temperatura de 20°C. La temperatura del aire exterior es de 35°C con una humedad relativa del 60% y la del aire interior de 5°C con humedad relativa del 95%.

Una persona entra cada día durante 3 horas y la cámara está iluminada con dos tubos fluorescentes de 60 W durante estas 3 h/día.

Las dimensiones exteriores de la cámara son: longitud 4 m, anchura 3 m y altura 2.5 m.

Tiene un aislamiento de espuma de poliestireno de 10 cm de conductividad 0.035 W/(m·K) en todos los cerramientos. Suponer una duración de 16 h/diarias de funcionamiento. Suponer que los ventiladores de los evaporadores tienen una potencia de 250 W.

Problema 9

En el proyecto de una cámara para almacenamiento y trasiego de frutas frescas puede encontrarse la siguiente información:

- Temperatura de la cámara 5°C
- Humedad relativa de la cámara 85%
- Temperatura de entrada del producto 25°C
- Temperatura exterior de diseño 40°C
- Humedad relativa exterior de diseño 30%
- Funcionamiento 24h

Todos los cerramientos (paredes, suelo y techo) se encuentran en contacto con aire exterior y en sombra.

Cargas máximas totales:

- Transmisión 7.0 kW
- Enfriamiento producto 4.4 kW
- Respiración producto 0.4 kW
- Infiltración aire exterior 2.0 kW
- Carga interna 4.0 kW
- TOTAL 17.8 kW

Recalcular las cargas máximas si se desea cambiar las condiciones de la cámara a 0°C y 90% de humedad relativa.

Nota: Suponer que las cargas internas no dependen de la temperatura, la densidad media del aire no cambia y que el calor de respiración del producto se modifica un 20 W por cada °C de variación de la temperatura de la cámara.

Problema 10

Los datos de catálogo de un compresor son los siguientes:

- Refrigerante: R-22
- Número de cilindros: 6
- Velocidad de giro: 1740 rpm
- Diámetro del cilindro: 67 mm
- Carrera: 57 mm

Para las siguientes condiciones de operación:

- Temperatura de evaporación: 5°C
- Temperatura de condensación: 50°C
- Subenfriamiento del líquido: 3°C
- Recalentamiento del vapor: 8°C

La potencia frigorífica que indica el catálogo es 96.4 kW y la potencia absorbida 28.9 kW. Calcular el rendimiento volumétrico e isentrópico del compresor en dichas condiciones.

Problema 11

Los datos de catálogo del compresor alternativo semihermético son los siguientes:

- Refrigerante: R-134a
- Desplazamiento volumétrico: 86.1 m³/h

Para las siguientes condiciones de operación:

- Temperatura de evaporación: -10°C
- Temperatura de condensación: 50°C
- Subenfriamiento del líquido: 5°C
- Recalentamiento del vapor: 10°C

La potencia frigorífica que indica el catálogo es 23.7 kW y la potencia absorbida 10.0 kW. Calcular la potencia frigorífica, el trabajo de compresión y el coeficiente de eficiencia energética, si pretendemos utilizar este compresor en un ciclo con las mismas temperaturas de evaporación y compresión pero sin subenfriamiento del líquido ni recalentamiento del vapor.

Problema 12

Un compresor hermético alternativo de 4 cilindros para R-22, tiene una velocidad de giro de 1740 rpm. El diámetro de los cilindros es 87 mm y la carrera 70 mm. El rendimiento volumétrico ha sido obtenido experimentalmente en función de la relación de compresión (r_c), $\eta_v = 0.0016r_c^2 - 0.0734r_c + 1.0117$

Si suponemos que la temperatura de condensación es constante e igual a 40°C, calcular la potencia frigorífica para las siguientes temperaturas de evaporación: -20°C, -10°C, 0°C, 10°C.

Nota: Suponer ciclo estándar sin sobrecalentamiento ni subenfriamiento.

Problema 13

El siguiente catálogo muestra los datos de comportamiento del compresor alternativo 4FC-5.2Y de Bitzer, con un desplazamiento volumétrico a 50 Hz de 18.1 m³/h. Para una temperatura de evaporación de 0°C y 50°C de condensación y en las condiciones de ensayo del catálogo se estima que el rendimiento mecánico es del 95% y del motor eléctrico del 97%. Calcular:

- El rendimiento volumétrico del compresor [%]
- El rendimiento isentrópico del compresor [%]
- La temperatura del gas de salida del compresor [°C]

R134a



Leistungswerte 50 Hz Ⓞ
bezogen auf Sauggasttemperatur 20°C
ohne Flüssigkeits-Unterkühlung

Performance data 50 Hz Ⓞ
relating to 20°C suction gas
temperature, without liquid subcooling

Données de puissance 50 Hz Ⓞ
à une température de gaz aspiré de 20°C
se référant, sans sous-refroidissement de
liquide

Verdichter Typ Compressor type Compresseur type	Verf. Temp. Cond. temp. Temp. de cond. °C	↓	Kälteleistung Cooling capacity Puissance frigorifique					Q ₀ [Watt]	Leistungsaufnahme Power consumption Puissance absorbée					P _e [kW]			
			Verdampfungstemperatur °C						Evaporating temperature °C						Température d'évaporation °C		
			12,5	10	7,5	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30				
4FC-5.2Y	50	Q	12200	11090	10060	9090	7370	5890	4620	3540	2630						
		P	3,19	3,11	3,02	2,93	2,72	2,49	2,24	1,97	1,67						
	60	Q	10490	9530	8630	7800	6300	5010	3900	2960	2160						
		P	3,59	3,49	3,37	3,25	3,00	2,72	2,42	2,09	1,74						
	70	Q	8800	7980	7230	6530	5260	4160	3210	2410	1720						
		P	3,99	3,85	3,71	3,57	3,27	2,94	2,58	2,20	1,79						

Problema 14

Se dispone de una máquina para enfriamiento de agua condensada por aire que realiza un ciclo simple de compresión mecánica, sin recalentamiento del vapor ni subenfriamiento del líquido, utilizando R-22. Según los datos del fabricante sí a dicha maquina se le suministra un caudal de agua a enfriar de 0.19 kg/s a una temperatura de entrada de 20°C, siendo la temperatura del aire a la entrada al condensador 25°C y su caudal, forzado por un ventilador, 5500 m³/h. La potencia frigorífica desarrollada por la máquina en las condiciones anteriores es 8 kW y la potencia absorbida por el compresor 1.5 kW. El UA del evaporador es 883 W/K, y las características del compresor alternativos son las siguientes:

- N° de cilindros: 2
- Diámetro: 5 cm
- Carrera: 5 cm
- Rendimiento volumétrico: 0.822
- Velocidad de giro: 750 rpm

Calcular la temperatura de salida del agua, la temperatura de salida del aire, la temperatura de evaporación del refrigerante y la temperatura de condensación del refrigerante.

Problema 15

Una planta enfriadora trata un caudal de agua fría de 3 kg/s pasándolo de 12°C a 7°C, utilizando para ello una temperatura de evaporación de 4°C. Se pretende obtener el agua a 5°C sin modificar el caudal ni la temperatura del agua a la entrada y se plantean dos soluciones:

- A. Aumentar el área del evaporador. Calcule el porcentaje de aumento de área necesario.
- B. Bajar la temperatura de evaporación. Calcule la nueva temperatura de evaporación necesaria.