

Table of Contents

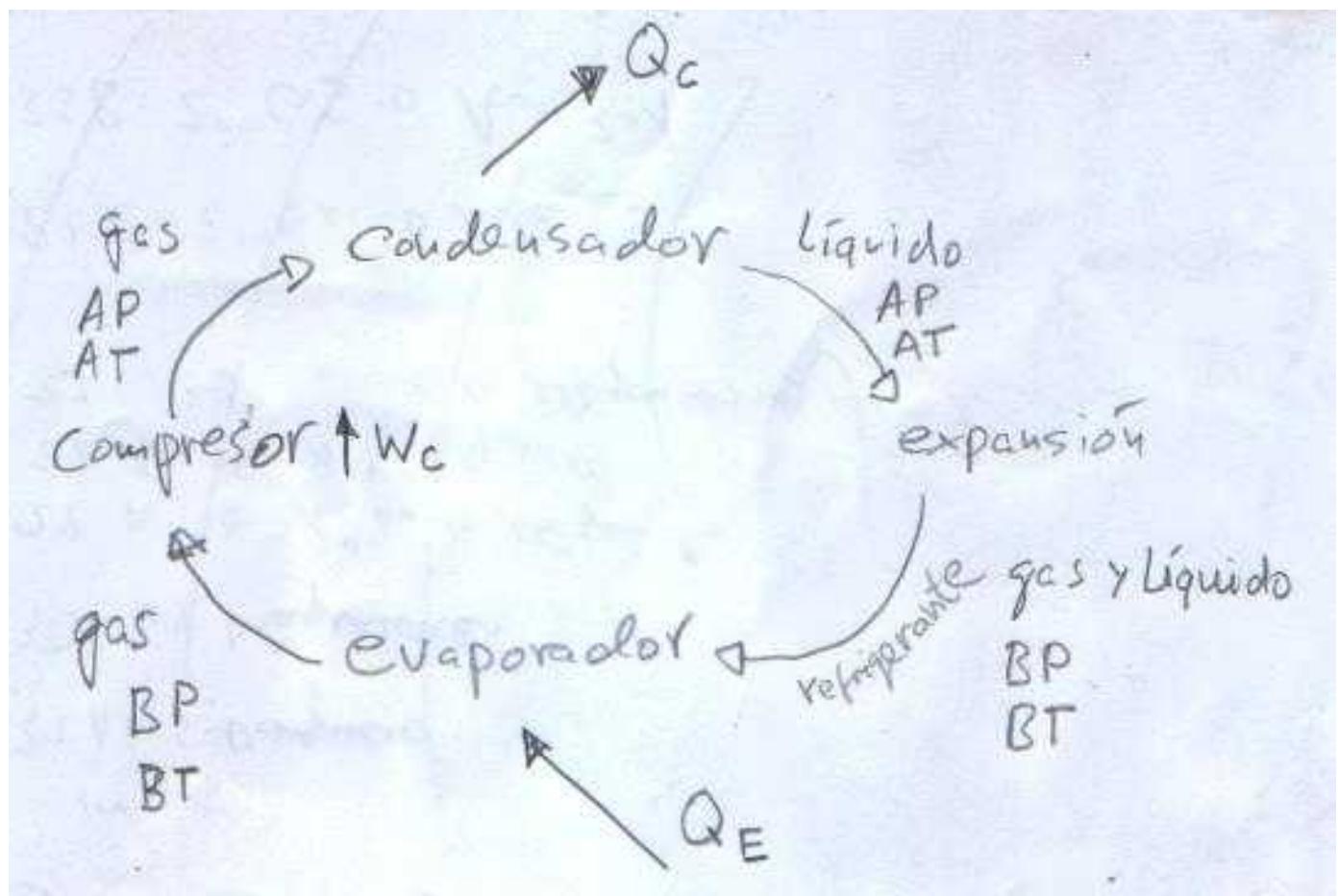
| | |
|---|-----|
| 2 Condensadores..... | 2 |
| 2.1 Capacidad de un condensador..... | 3 |
| 2.1.1 Comparación del calor específico de agua y aire..... | 5 |
| 2.1.2 Efecto de la variación de la temperatura del medio portador de calor (mpc) en la temperatura de condensación..... | 6 |
| 2.1.3 Efecto de la superficie de intercambio en la temperatura de condensación..... | 8 |
| 2.1.4 Aprovechamiento de la capacidad de un condensador..... | 9 |
| 2.2 Clasificación de condensadores..... | 12 |
| 2.2.1 Condensadores enfriados por aire..... | 12 |
| 2.2.2 Condensadores enfriados por agua..... | 16 |
| 2.2.2.1 Condensadores coaxiales a contracorriente (pipe coil condenser)..... | 16 |
| 2.2.2.2 Condensadores multitubulares horizontales (shell and tube condenser)..... | 22 |
| 2.2.2.3 Condensadores enfriados por agua de mar..... | 25 |
| 2.3 Ejercicios condensadores..... | 27 |
| 3 Evaporadores..... | 32 |
| 3.1 Capacidad de un evaporador..... | 33 |
| 3.2 Evaporadores calentados por aire..... | 36 |
| 3.2.1 Evaporadores de tubos aleteados (finned evaporators)..... | 36 |
| 3.2.2 Evaporadores calentados por agua..... | 40 |
| 3.2.2.1 Evaporador de placas (plate type evaporator)..... | 40 |
| 3.2.2.2 Evaporadores coaxiales (pipe coil evaporator)..... | 41 |
| 3.2.2.3 Evaporadores multitubulares (shell and tube evaporator)..... | 45 |
| 4 Dispositivos de expansión..... | 46 |
| 4.1 Tubos capilares..... | 46 |
| 4.2 Válvulas de expansión termostáticas (VET)..... | 48 |
| 4.2.1 Ajuste del sobrecalentamiento..... | 55 |
| 4.2.2 Variación de la potencia frigorífica y del trabajo del compresor con la temperatura de evaporación..... | 57 |
| 4.2.3 Montaje y posición del bulbo de la válvula termostática..... | 61 |
| 4.2.4 Válvula termostática con igualación externa de presión..... | 62 |
| 4.2.5 Válvula termostática con limitación de presión (MOP)..... | 64 |
| 4.2.6 Selección de la válvula termostática..... | 65 |
| 5 Ejercicios..... | 72 |
| 6 Componentes mecánicos del circuito..... | 75 |
| 7 Ejercicios..... | 96 |
| 8 Soluciones..... | 102 |

2 Condensadores

La función principal de un condensador es condensar el refrigerante que sale del compresor en forma de gas recalentado (cambio de fase de gas a líquido). Este proceso consiste en que el refrigerante transmite (cede) calor a un medio exterior, generalmente aire o agua.

En una instalación frigorífica, el condensador cede al exterior el calor que ha absorbido previamente en el evaporador.

El refrigerante cede calor al medio exterior en el condensador.



El refrigerante absorbe calor del medio exterior en el evaporador.

2.1 Capacidad de un condensador

El flujo de calor que el condensador cede a un medio portador del calor, generalmente aire o agua, depende de la superficie de intercambio térmico entre el circuito de fluido refrigerante y el medio portador de calor, la diferencia de temperatura y un factor de transmisión de calor.

$$\dot{Q}_C = c_{transmision} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$c_{transmision} \quad \text{factor de transmisión del calor en } \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$A \quad \text{superficie de intercambio en } m^2$$

$$\Delta T \quad \text{diferencia de temperatura en } K$$

La diferencia de temperatura entre el refrigerante y el medio portador del calor (mpc) se obtiene a partir de la temperatura de condensación ϑ_C y la temperatura media del mpc en el condensador $\bar{\vartheta}_{mpc}$.

$$\bar{\vartheta}_{mpc} = \frac{\vartheta_{entrada} + \vartheta_{salida}}{2}$$

$$\Delta T = \vartheta_C - \bar{\vartheta}_{mpc}$$

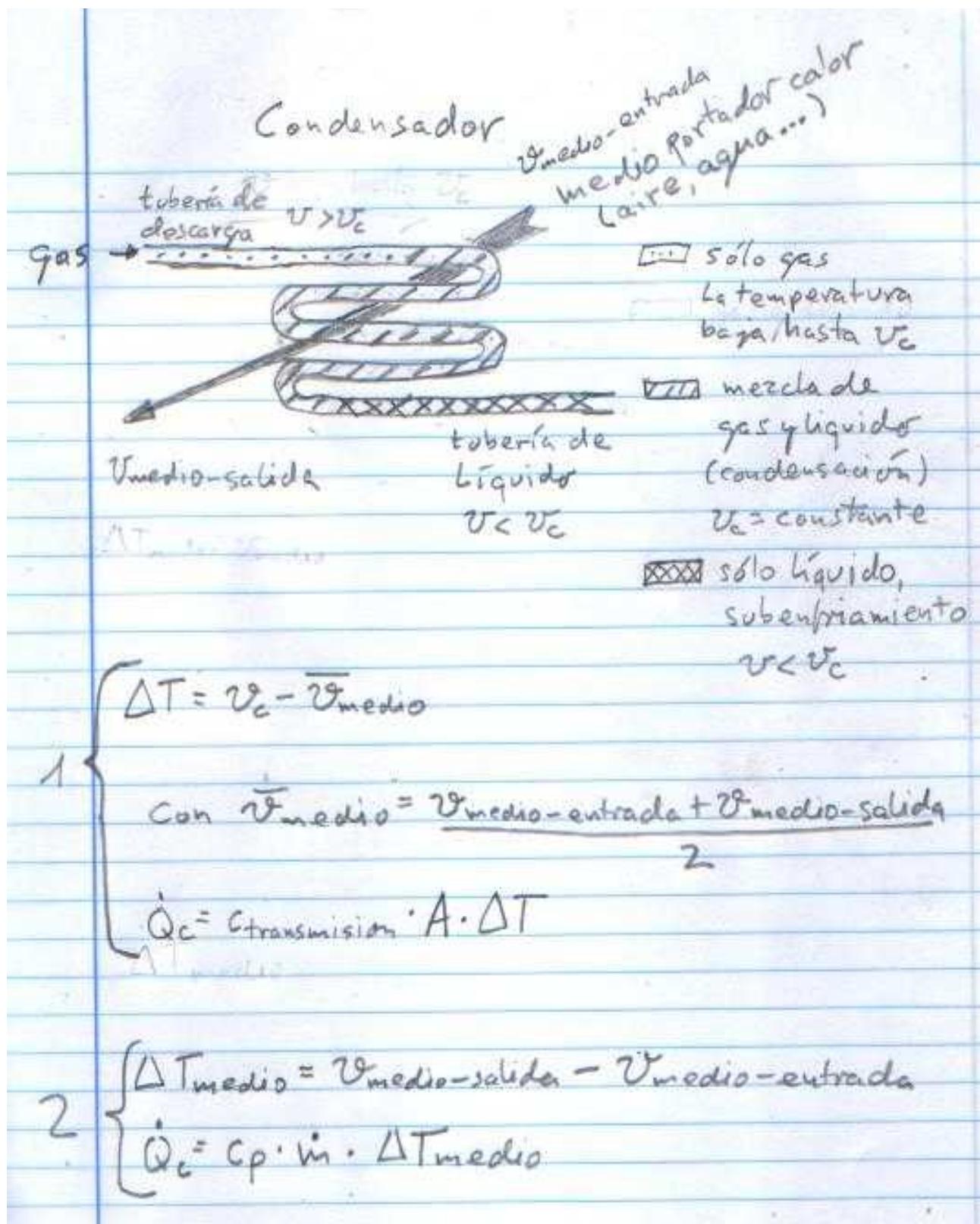
La capacidad del condensador también se puede calcular con los datos del medio calentado

$$\dot{Q}_C = c_p \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{medio}$$

$$\Delta T_{medio} = \vartheta_{medio-salida} - \vartheta_{medio-entrada}$$

Conviene recordar que el flujo de calor que transfiere el condensador siempre será mayor que el flujo de calor del evaporador, ya que a hay que añadirle el trabajo aportado por el compresor.

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_E + P_{comp}$$



2.1.1 Comparación del calor específico de agua y aire

Los dos medios principalmente utilizados para absorber el calor que cede el condensador son aire, en instalaciones terrestres y agua en embarcaciones.

El calor específico del agua es $c_{agua} = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K}$, el del aire, a presión normal y 25 °C,

$c_{aire} = 1,005 \frac{kJ}{kg \cdot K}$. Se observa que referido a la masa, el calor específico del agua es 4 veces mayor que el del aire.

El calor específico referido al volumen es:

$$c_{aguaV} = C_{agua} \cdot \rho_{agua} = 4,19 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} = 4190 \frac{kJ}{m^3 \cdot K}$$

$$c_{aireV} = C_{aire} \cdot \rho_{aire} = 1,005 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 1,19 \frac{kg}{m^3} = 1,2 \frac{kJ}{m^3 \cdot K}$$

Es decir, para calentar 1 K $1 m^3$ de agua se necesitan 4190 kJ, mientras que para calentar 1 K el mismo volumen de aire, basta con 1,2 kJ. De esto se deduce que, para una misma capacidad de condensador, el volumen de un condensador de aire será mucho mayor que el de un condensador de agua.

2.1.2 Efecto de la variación de la temperatura del medio portador de calor (mpc) en la temperatura de condensación

La presión de condensación p_C viene dada por la presión que le corresponde al refrigerante debido a la temperatura ambiente p_{C1} , más la presión generada por el compresor p_{C2} .

$$p_C = p_{C1} + p_{C2}$$

La presión p_{C2} , generada por el compresor, se mantiene aproximadamente constante, independientemente de la temperatura ambiente.

En el siguiente ejemplo el refrigerante es R-134a y $p_{C2}=3\text{ bar}$.

Considerando la temperatura ambiente a $\vartheta_{aire-1}=10^\circ\text{C}$, $\vartheta_{aire-2}=20^\circ\text{C}$ y $\vartheta_{aire-3}=30^\circ\text{C}$, se observa el comportamiento de la temperatura de condensación ϑ_C .

Para las siguientes consideraciones, se estima que la diferencia de temperatura entre entrada y salida del aire en el condensador es lo suficientemente pequeña para hacer la siguiente aproximación:

$$\bar{\vartheta}_{aire} = \vartheta_{aire\ entada} = \vartheta_{ambiente}$$

Caso 1: $\vartheta_{aire}=10^\circ\text{C}$

→ la presión del refrigerante causada por la temperatura ambiente es de $p_C=4,2\text{ bar}$

$$\rightarrow p_C = p_{C1} + p_{C2} = 4,2\text{ bar} + 3\text{ bar} = 7,2\text{ bar} \rightarrow \vartheta_C = 27,7^\circ\text{C}$$

La diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire al que el condensador cede el calor sería de aproximadamente de $\Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{aire} = 17,7\text{ K}$

Caso 2: $\vartheta_{aire}=20^\circ\text{C}$

→ la presión del refrigerante causada por la temperatura ambiente es de $p_C=5,7\text{ bar}$

$$\rightarrow p_C = p_{C1} + p_{C2} = 5,7\text{ bar} + 3\text{ bar} = 8,7\text{ bar} \rightarrow \vartheta_C = 34^\circ\text{C}$$

La diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire al que el condensador cede el calor sería de aproximadamente calor de $\Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{aire} = 14 K$

Caso 3: $\vartheta_{aire} = 30 ^\circ C$

→ la presión del refrigerante causada por la temperatura ambiente es de $p_C = 7,7 b ar$

→ $p_C = p_{C1} + p_{C2} = 7,7 b ar + 3 b ar = 10,7 b ar \rightarrow \vartheta_C = 42 ^\circ C$

La diferencia de temperatura entre el refrigerante y el aire al que el condensador cede el calor sería de aproximadamente calor de $\Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{aire} = 12 K$

Se deduce de lo anterior, que la diferencia de temperatura $\Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{mpc}$ entre el refrigerante y el medio, en este ejemplo aire, se mantiene aproximadamente constante, independientemente de la temperatura ambiente.

2.1.3 Efecto de la superficie de intercambio en la temperatura de condensación

En el condensador, el refrigerante cede al medio portador de calor toda la energía que ha absorbido en el evaporador y en el compresor.

De la fórmula para el cálculo del calor cedido por el condensador se deduce:

$$A = \frac{\dot{Q}_C}{c_{trans} \cdot \Delta T}$$

La diferencia entre la temperatura de condensación (del refrigerante) y la temperatura media del mpc, es inversamente proporcional a la superficie de intercambio.

A mayor superficie del condensador, menor diferencia de temperatura entre mpc y refrigerante condensando.

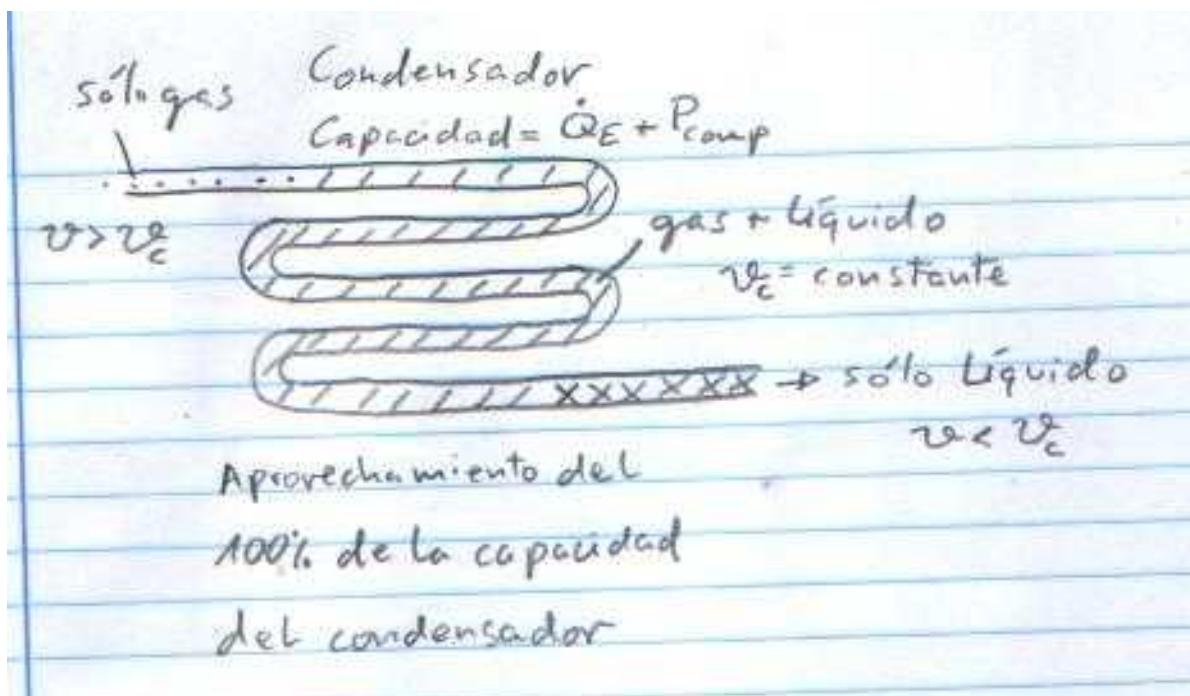
2.1.4 Aprovechamiento de la capacidad de un condensador

En las tablas de datos con las que se elige un condensador, aparece indicada la capacidad del

condensador en una unidad de potencia (W , $\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$ o $\frac{\text{BTU}}{\text{h}}$) en relación a una diferencia de temperatura entre refrigerante y el mpc ($\Delta T = \vartheta_c - \vartheta_{mpc}$).

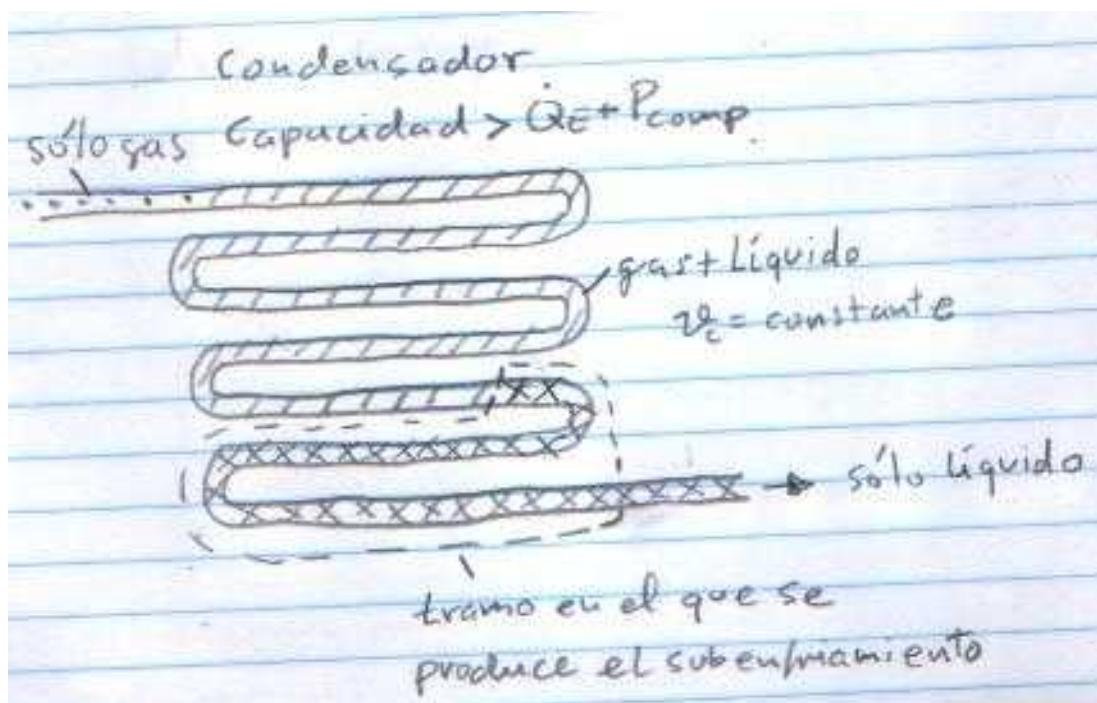
La capacidad indicada sólo se aprovecha, cuando el condensador es capaz de ceder la energía que el refrigerante ha absorbido en el evaporador y la que ha añadido el proceso de compresión.

En el caso $\text{Capacidad} = \dot{Q}_E + P_{comp}$, el refrigerante entra en el condensador como gas a una temperatura menor a la de descarga y mayor a la de condensación. El refrigerante va condensando durante la mayor parte del recorrido (mezcla de gas y líquido), saliendo del condensador refrigerante líquido a la temperatura de condensación.

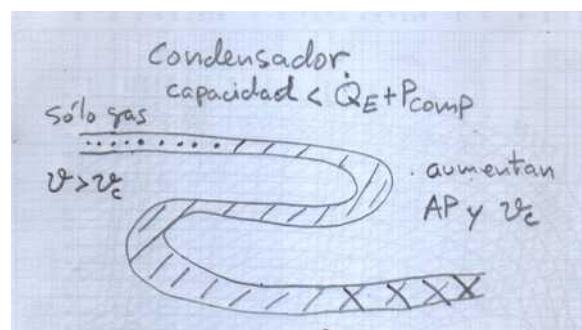


Si $\text{Capacidad} > \dot{Q}_E + P_{comp}$, el condensador está sobredimensionado y podría ceder más calor del que el refrigerante está aportando. El refrigerante entra en el condensador como gas a la temperatura de condensación y termina de condensar antes de llegar a la salida. Durante el último tramo del

recorrido, el refrigerante en estado sólo líquido, disminuye su temperatura por debajo de la de condensación. El refrigerante líquido sale del condensador subenfriado.



En el caso de $\text{Capacidad} < Q_E + P_{comp}$ el condensador no es capaz de ceder la energía del refrigerante hasta condensarlo por completo. La presión y temperatura de condensación aumentan. El caudal de masa del refrigerante se reduce, debido al aumento de diferencia entre alta y baja presión. El condensador limita la potencia frigorífica de la instalación.



Las capacidades de condensadores del mismo tipo están determinadas por las superficies de intercambio. A mayores dimensiones del condensador, mayor será su capacidad.

A la hora de seleccionar un condensador, será conveniente sobredimensionarlo, escogiendo el modelo cuya capacidad supere $\dot{Q}_E + P_{comp}$. Sobredimensionar el condensador hará que el subenfriamiento aumente y en consecuencia, aumentará la eficiencia de la instalación.

2.2 Clasificación de condensadores

En las instalaciones frigoríficas se utilizan condensadores de flujos separados, ya que el circuito frigorífico es un circuito cerrado y por tanto el refrigerante no está en contacto directo con el medio exterior (mpc).

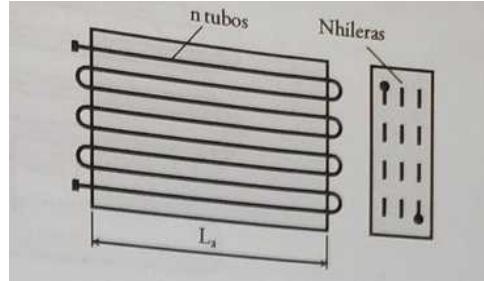
2.2.1 Condensadores enfriados por aire

Es el tipo de condensador más habitual. En el interior de la carcasa se encuentra un tubo de cobre que forma un serpentín. Sobre este serpentín y en sentido perpendicular al flujo del refrigerante, se encuentran montadas láminas muy finas de aluminio (aletas), con el fin de mejorar la transmisión de calor.

Habitualmente el condensador está provisto de uno o varios ventiladores para aumentar el caudal de aire que pasa por el serpentín y las aletas.

La ventaja del aire es su disponibilidad y gratuitad. La desventaja es que su densidad es baja

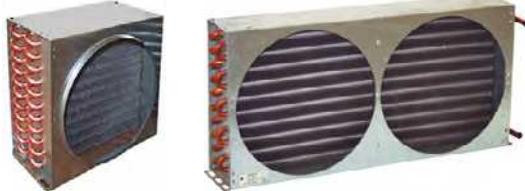
($1,2 \frac{kg}{m^3}$ a $20^{\circ}C$ y 1 bar) y su capacidad calorífica es pequeña ($c_{p\,aire} = 1 \frac{kJ}{kg \cdot K}$) comparada con la del agua.





TARIFA DE PRECIOS
I.V.A. no incl. Consulte posibles actualizaciones

CONDENSADORES DE AIRE FORZADO

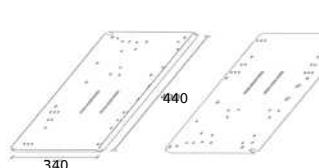


B

| Código | Modelo | Tubos | Dimensiones (mm) | | | Rtos. (W) At = 15°C | Sup. m ² | € | Ventiladores (OPCIONAL) | | |
|-----------|--------------|--------|------------------|-----|-----|------------------------|------------------------|---------------|-------------------------|-----------|------------|
| | | | A | B | C | | | | Nº | Cód. pala | Cód. motor |
| MF 05 200 | CA 16 | 8 x 2 | 87 | 270 | 230 | 600 | 1,1 | 47,66 | | | 410 |
| MF 05 201 | CA 24 | 8 x 3 | 112 | 270 | 230 | 820 | 1,6 | 63,04 | WE04415 | WE04406 | 360 |
| MF 05 202 | CA 32 | 8 x 4 | 132 | 270 | 230 | 1000 | 2,15 | 78,38 | | | 345 |
| MF 05 203 | CA 18 | 9 x 2 | 85 | 300 | 278 | 810 | 1,35 | 56,70 | | | 550 |
| MF 05 204 | CA 27 | 9 x 3 | 130 | 300 | 278 | 100 | 2 | 73,66 | | | 500 |
| MF 05 205 | CA 36 | 9 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1350 | 2,7 | 93,82 | | | 460 |
| MF 05 206 | CA 45 | 9 x 5 | 152 | 300 | 278 | 1600 | 3,37 | 133,41 | 1 | WE04407 | 400 |
| MF 05 207 | CA 54 | 9 x 6 | 172 | 300 | 278 | 1920 | 4 | 160,08 | WE04417 | | 480 |
| MF 05 208 | CA 30 | 10 x 3 | 130 | 300 | 278 | 1200 | 2,25 | 77,18 | | | 500 |
| MF 05 209 | CA 40 | 10 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1420 | 3 | 102,80 | | | 470 |
| MF 05 210 | CA 44 | 11 x 4 | 132 | 300 | 292 | 1510 | 3,3 | 109,25 | | | 485 |
| MF 05 211 | CA 55 | 11 x 5 | 152 | 300 | 292 | 1890 | 4,12 | 136,50 | | | 606 |
| MF 05 212 | CA 48 | 12 x 4 | 128 | 350 | 330 | 2820 | 4,25 | 162,76 | WE04408 | | 1030 |
| MF 05 213 | CA 56 | 14 x 4 | 156 | 375 | 365 | 3000 | 5,36 | 149,68 | WE04418 | | 1075 |
| MF 05 230 | CD 24 | 8 x 3 | 110 | 470 | 230 | 1532 | 2,96 | 135,15 | | WE04406 | 700 |
| MF 05 231 | CD 30 | 10 x 3 | 110 | 600 | 278 | 2158 | 4,77 | 161,84 | | WE04407 | 950 |
| MF 05 232 | CD 36 | 9 x 4 | 130 | 600 | 278 | 2700 | 5,72 | 194,45 | 2 | WE04417 | 900 |
| MF 05 233 | CD 40 | 10 x 4 | 130 | 600 | 278 | 3207 | 6,35 | 237,52 | | | 1100 |
| MF 05 234 | CD 50 | 10 x 5 | 150 | 600 | 278 | 4036 | 7,95 | 266,93 | | WE04408 | 1100 |
| MF 05 235 | CD 48 | 12 x 4 | 130 | 700 | 330 | 5440 | 8,94 | 316,09 | | | 2000 |
| MF 05 236 | CD 56 | 14 x 4 | 155 | 700 | 365 | 5707 | 10,43 | 363,29 | WE04418 | | 2000 |
| MF 05 237 | CD 60 | 12 x 5 | 162 | 700 | 330 | 6629 | 11,18 | 393,37 | | | 1925 |

BANCADA PARA UNIDADES CONDENSADORAS PEQUEÑAS

SOPORTE SC



| Código | Modelo | € |
|-----------|--|--------------|
| MF 05 011 | Construcción: • Construida en chapa galvanizada de 2 mm Características: • Superficie lisa adaptable a cualquier componente • Resistente al exterior • Apta para uso de tornillería auto roscante Bancada chapa galvanizada de 440 x 340 x 14 mm | 18,50 |

Ejemplo 2.2.1-1

Cubetas



| Código | Modelo | Wats | € |
|-----------|--|------|--------------|
| RF 06 011 | Bandeja para evaporación de condensados 2,8 lts. 300x154x107 | 330 | 94,50 |
| RF 06 009 | Bandeja para evaporación de condensados 1,5 lts. 325x200x41 | 330 | 92,50 |
| RF 06 013 | Resistencia de cartucho 230V 330W L. 240 Ø12 mm/Cable L. 1000 mm | 330 | 62,50 |

En los datos técnicos del condensador CA 16 refrigerado por aire, se indica el flujo de calor cedido con $\dot{Q}_C = 600 \text{ W}$ a una diferencia de temperatura $\Delta T = \vartheta_C - \bar{\vartheta}_{\text{aire}} = 15 \text{ K}$ y con un caudal de aire

$$\text{de } \dot{V}_{\text{aire}} = 410 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,114 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} .$$

Suponiendo una temperatura de condensación de $\vartheta_C = 45^\circ\text{C}$ se deduce que la temperatura media del aire en el condensador será de $\bar{\vartheta}_{\text{aire}} = 30^\circ\text{C}$.

La densidad del aire a 30°C es de aproximadamente $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

$$\text{El caudal de masa del aire es de } \dot{m}_{\text{aire}} = \frac{\dot{V}}{\rho} = \frac{0,114 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,2 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 0,095 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

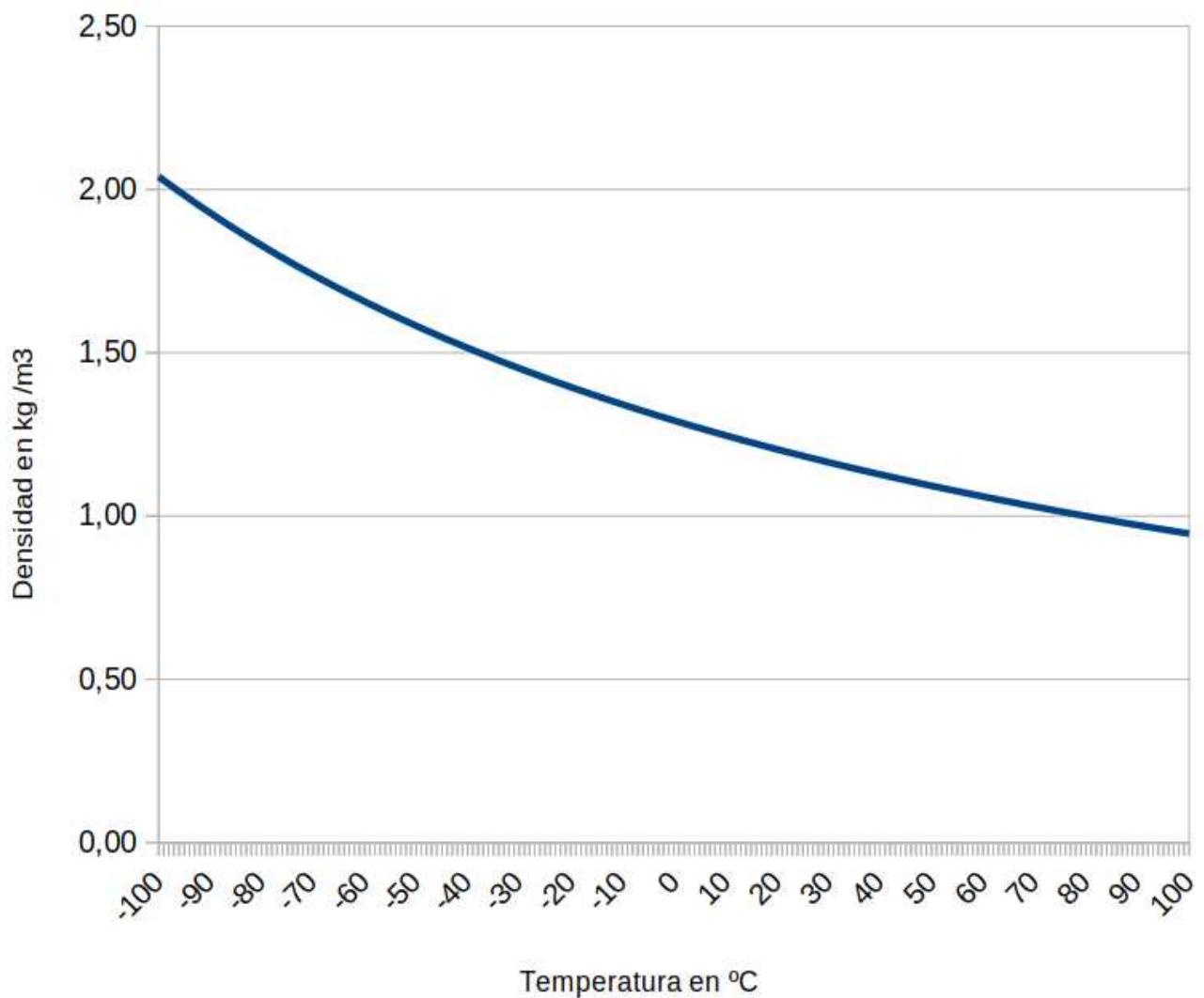
$$\dot{Q}_C = c_p \cdot \dot{m}_{\text{aire}} \cdot (\vartheta_{\text{aire-salida}} - \vartheta_{\text{aire-entrada}}) , \text{ con } c_{p-\text{aire}} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\rightarrow \Delta T_{\text{aire}} = \frac{\dot{Q}_C}{c_p \cdot \dot{m}_{\text{aire}}} = \frac{0,6 \text{ kW}}{1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,095 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 6,3 \text{ K}$$

$$\text{La temperatura ambiente sería de } \vartheta_{\text{aire-entrada}} = \bar{\vartheta}_{\text{aire}} - \frac{\Delta T_{\text{aire}}}{2} = 30^\circ\text{C} - 3,15 \text{ K} = 26,85^\circ\text{C}$$

De la fórmula $\dot{Q}_C = c_{\text{transmision}} \cdot A \cdot \Delta T$ se deduce

$$\frac{\dot{Q}_C}{\Delta T \cdot A} = c_{\text{transmision}} = \frac{600 \text{ W}}{15 \text{ K} \cdot 1,1 \text{ m}^2} = 36,4 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \text{ el flujo de calor por grado de diferencia de temperatura entre refrigerante y temperatura media del aire.}$$

Densidad del aire en función de la temperatura, $p = 1$ bar

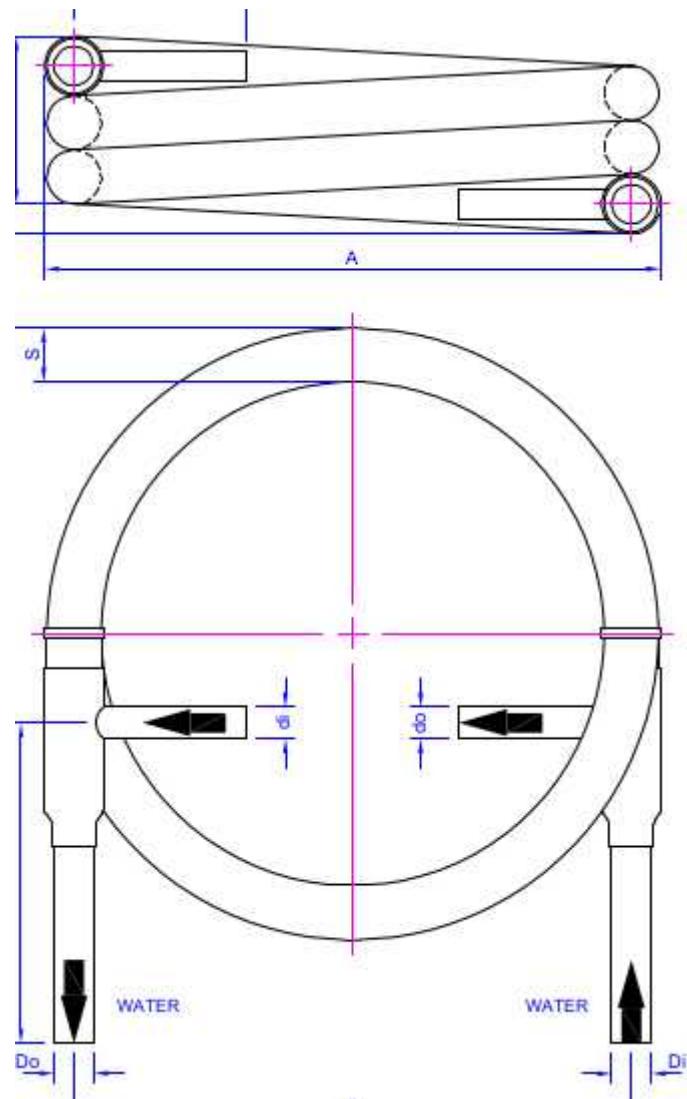
2.2.2 Condensadores enfriados por agua

Al tener el agua un calor específico mayor que el del aire ($c_{p\text{ agua}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$), y ser su densidad mucho mayor ($1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$), es capaz de absorber mucho más calor con un caudal volumétrico de agua mucho más pequeño, comparado al aire. Un problema de utilizar agua en un condensador es que en muchos lugares ni está disponible, ni es gratuita.

2.2.2.1 Condensadores coaxiales a contracorriente (pipe coil condenser)

Están construidos utilizando dos tubos de diferente diámetro concéntricos. Los fluidos discurren a contracorriente y el agua se desplaza por el tubo interior, más delgado, mientras que el refrigerante lo hace por el espacio anular comprendido entre tubo interior y exterior.







CONDENSADORES COAXIALES

Serie «CN»

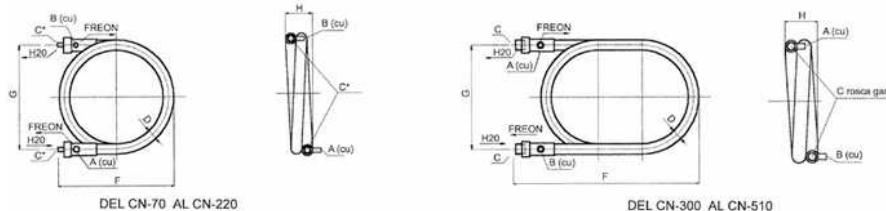
TECNAC



B

| Código | Modelo | Potencia Disipación kW | Caudal m ³ /h | Δp carga | Salida ga (A) | Entrada ga (B) | Conexión (C) | agua € |
|----------|---------------|------------------------|--------------------------|----------|---------------|----------------|--------------|-----------------|
| MF 23 21 | CN-70 | 6,5 | 0,7 | 0,21 | 5/8" | 1/2" | 1/2" | 685,00 |
| MF 23 21 | CN-110 | 10,4 | 1,1 | 0,24 | 5/8" | 1/2" | 5/8" | 792,00 |
| MF 23 21 | CN-170 | 17 | 2,1 | 0,4 | 5/8" | 1/2" | 7/8" | 1.114,00 |
| MF 23 21 | CN-220 | 21,8 | 3,1 | 0,4 | 7/8" | 1/2" | 1-1/4" | 1.259,00 |
| MF 23 21 | CN-300 | 30 | 4 | 0,34 | 1-1/8" | 5/8" | 1-1/2" | 1.707,00 |
| MF 23 21 | CN-410 | 40,2 | 5,1 | 0,35 | 1-1/8" | 5/8" | 1-1/2" | 1.996,00 |
| MF 23 21 | CN-510 | 50,9 | 6 | 0,38 | 1-1/8" | 5/8" | 1-1/2" | 2.419,00 |

DIMENSIONES SERIE CN



| Modelo | CN-70 | CN-110 | CN-170 | CN-220 | CN-300 | CN-410 | CN-510 |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| F (mm) | 511 | 511 | 511 | 511 | 955 | 955 | 955 |
| G (mm) | 425 | 425 | 425 | 425 | 450 | 450 | 450 |
| H (mm) | 105 | 126 | 210 | 210 | 180 | 180 | 180 |

INTERCAMBIO TÉRMICO

B-49

Thermal Solutions ThermalS

Start WKC Heat Exchanger

Inside
Pipe coil, high performanceType of tube selection
Heat exchangerOutside
Annular gap coil condensation

Heat exchanger selection

WKC 10.

| Heat exchanger | Tube length | Tube count | Mantle diameter | Coil diameter |
|----------------|-------------|------------|-----------------|---------------|
| WKC 10 | 2.15 m | 1 | 0.02 m | 0.19 m |
| WKC 15 | 3.88 m | 1 | 0.03 m | 0.19 m |
| WKC 20 | 4.39 m | 1 | 0.03 m | 0.30 m |
| WKC 45 | 3.58 m | 4 | 0.05 m | 0.45 m |

More information: → Coaxial heat exchanger

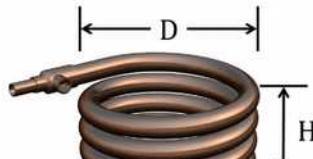
Notes regarding the software: → Calculation WKE and WKC

Configuration

Water/R134a

| | | |
|---------------------------|------|----|
| Mantle diameter (dm) | 22.6 | mm |
| Tube count | 1 | |
| Outside coil diameter (D) | 0.21 | m |
| Total height (H) | 0.14 | m |

WKC10



Mode of calculation

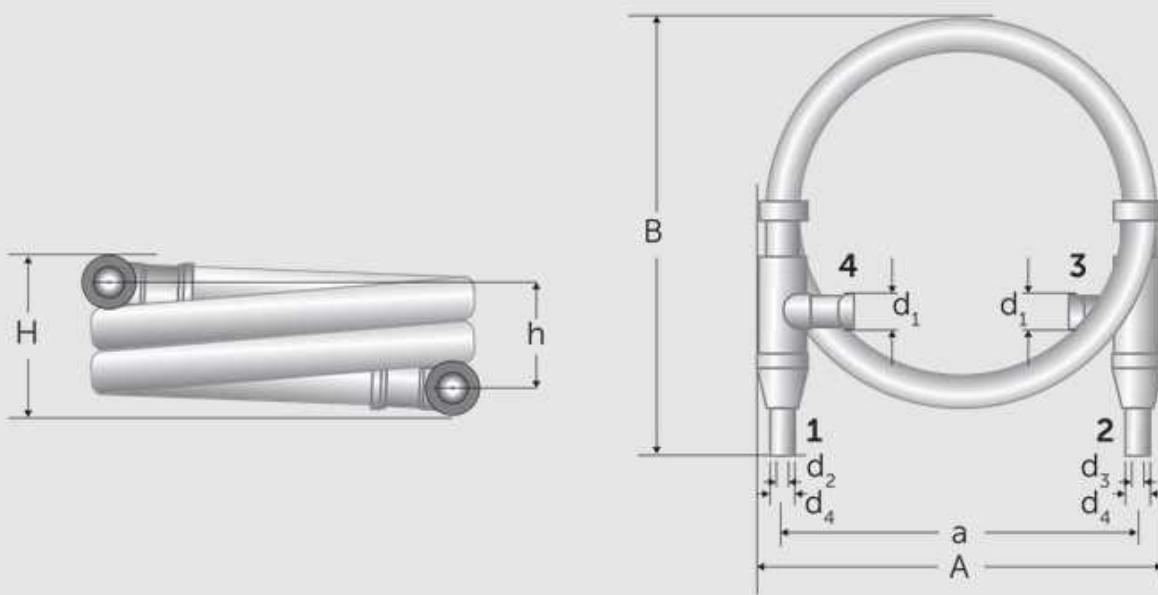
Capacity calculation

| | | |
|-----------------------------|-------|------|
| Capacity | 3.89 | kW |
| Inlet temperature (inside) | 20.00 | °C |
| Outlet temperature (inside) | 26.71 | °C |
| Velocity (inside) | 1.17 | m/s |
| Flow rate (inside) | 0.5 | m³/h |

| | | |
|--|-------|----|
| Condensation temperature | 30.00 | °C |
| Evaporation temperature | 0 | °C |
| Suction gas temperature | 10 | °C |
| <input type="checkbox"/> Input temp. hot gas | | |
| Superheated vapor temperature | 42.76 | °C |
| Subcooling | 5.00 | K |

Precio aproximado 270 euros

<https://thermals.wieland-thermalsolutions.com/openapp/>



Condensers WKC

- 1 Coolant outlet | e.g. heating water
- 2 Coolant inlet | e.g. heating water
- 3 Refrigerant outlet
- 4 Refrigerant inlet

Ejemplo 2.2.2.1-1

En los datos técnicos del condensador Wieland WKC 10 refrigerado por agua, se indica el flujo de calor cedido con $\dot{Q}_C = 3,89 \text{ kW}$ en las siguientes condiciones, para R-134a.

$$\bar{\vartheta}_{\text{agua-entrada}} = 20^\circ\text{C} , \quad \vartheta_{\text{agua-salida}} = 26,7^\circ\text{C} , \quad \bar{\vartheta}_C = 30^\circ\text{C}$$

$$\dot{V}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \dot{m}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Cálculo de la temperatura media del agua en el condensador

$$\bar{\vartheta}_{\text{agua}} = \frac{20^\circ\text{C} + 26,7^\circ\text{C}}{2} = 23,4^\circ\text{C}$$

Cálculo del flujo de calor transmitido al agua

$$\dot{Q}_C = c_{p-\text{agua}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 6,7 \text{ K} = 3,93 \text{ kW}$$

Cálculo de la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el agua

$$\Delta T = \bar{\vartheta}_C - \bar{\vartheta}_{\text{agua}} = 30^\circ\text{C} - 23,4^\circ\text{C} = 6,6 \text{ K}$$

<https://thermals.wieland-thermalsolutions.com/openapp/>

<https://www.pecomark.com/es/c/p/370051>
<https://www.salvadorescoda.com/productos/refrigeracion-y-gases/>

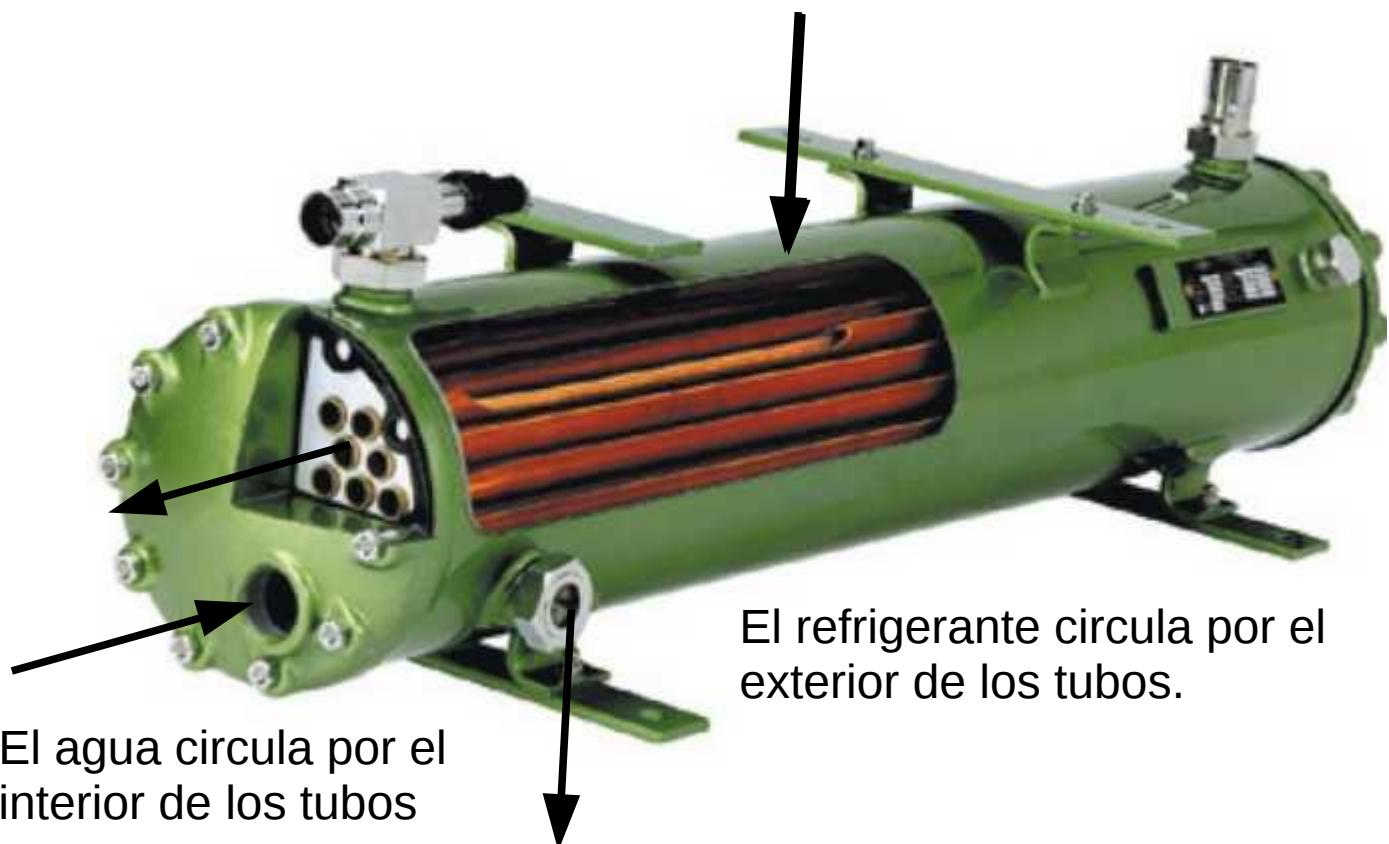
<https://www.refrigeracionzelsio.es/98-condensadores-coaxiales-de-agua-a-contracorriente>

<https://www.beehivecoils.co.uk/products/co-axial-condensers/>

2.2.2.2 Condensadores multitubulares horizontales (shell and tube condenser)

Están formados por una carcasa metálica que lleva en su interior montada una batería de tubos. El fluido refrigerante llena la envolvente, se condensa al estar en contacto con los tubos por los que circula el agua y sale en estado líquido por la parte inferior. El mismo condensador puede hacer de recipiente acumulador.

BITZER K033-N



<https://youtu.be/5GIdxtG8dVI>

<https://www.pecomark.com/es/c/p/329030>

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Show Overview

Water-cooled Condensers

Series: Sea water resistant
 Refrigerant: R134a
 Cooling agent: Water
 Concentration in water: 0
 Condenser selection:
 Condenser capacity: 100 kW
 Condenser type: K033NB
 Passes no.: 4
 Operating point:
 Condensing temperature: 30 °C
 Water inlet temp.: 20 °C
 Volume flow: 0.5 m³/h
 Operating conditions:
 Liq. subc. (in condenser): 5 K
 Fouling factor: 0.00004 m²K/W

2011/02/27 14:53:31

Result **Limits** **Technical Data** **Dimensions** **Information** **Documentation**

K033NB (100%)

Condenser type K033NB
 Passes no. 4
 Condenser capacity 3.08 kW
 Allowed max. capacity 5.93 kW
 Condensing SDT 30.0 °C
 Water outlet temp. 25.3 °C
 Volume flow 0.50 m³/h
 Vol.flow min. 0.21 m³/h
 Vol.flow max. 0.69 m³/h
 Fluid velocity 1.17 m/s
 Pressure drop 0.13 bar

Technical Data K033NB

| | |
|--|---------------------|
| Weight | 9,5 kg |
| Total width | 622 mm |
| Total height | 184 mm |
| Jacket tube diameter | 108 mm |
| Refrigerant inlet | 12 mm - 1/2" |
| Refrigerant outlet | 10 mm - 3/8" |
| Coolant inlet (2 passes) | 2 x 1/2" |
| Coolant outlet (2 passes) | 3/4" |
| Coolant inlet (4 passes) | 1/2" |
| Coolant outlet (4 passes) | 1/2" |
| Receiver volume refrigerant | 3,8 dm ³ |
| Max. refrigerant charge 90% at 20°C / 68°F | |
| R22 | 4,1 kg |
| R134a | 4,2 kg |
| R407C | 4,0 kg |
| R404A/R507A | 3,7 kg |
| R1234yf | 3,8 kg |
| R1234ze | 4 kg |
| R410A | 3,7 kg |
| R32 | 3,4 kg |
| R454B | 3,4 kg |
| R452B | 3,4 kg |
| Max. pressure | 33 bar |
| Max. Operating Temperature | 120°C |
| Max pressure coolant side | 10 bar |
| Larger inlet connection | 16 mm - 5/8" |

Available Options

2 fixing rails (below) Option

Ejemplo 2.2.2.2-1

En los datos técnicos del condensador Bitzer K033NB refrigerado por agua, se indica el flujo de calor cedido con $\dot{Q}_C = 3,08 \text{ kW}$ en las siguientes condiciones, para R-134a.

$$\bar{\vartheta}_{\text{agua-entrada}} = 20^\circ\text{C} , \quad \vartheta_{\text{agua-salida}} = 25,3^\circ\text{C} , \quad \bar{\vartheta}_C = 30^\circ\text{C}$$

$$\dot{V}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \dot{m}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Cálculo de la temperatura media del agua en el condensador

$$\bar{\vartheta}_{\text{agua}} = \frac{20^\circ\text{C} + 25,3^\circ\text{C}}{2} = 22,7^\circ\text{C}$$

Cálculo del flujo de calor transmitido al agua

$$\dot{Q}_C = c_{p-\text{agua}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 5,3 \text{ K} = 3,1 \text{ kW}$$

Cálculo de la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el agua

$$\Delta T = \bar{\vartheta}_C - \bar{\vartheta}_{\text{agua}} = 30^\circ\text{C} - 22,7^\circ\text{C} = 7,3 \text{ K}$$

<https://www.bitzer.de/websoftware/Calculate.aspx?cid=1667472554800&mod=WV>

2.2.2.3 Condensadores enfriados por agua de mar

En los barcos, habitualmente se utiliza agua de mar para disipar el calor cedido en el condensador. El agua de mar, al ser salada es altamente corrosiva. Además contiene microorganismos y moluscos. Esto provoca corrosión e incrustaciones en el interior del condensador, que puede acabar obstruyéndose.

En el calculo del flujo de calor del condensador, en caso de ser para uso marino, se aplica un factor reductor llamado “fouling factor” que reduce el resultado, causado por la disminución del caudal que provocan las incrustaciones.

En las instalaciones marinas es especialmente importante revisar y limpiar regularmente los condensadores para prevenir los daños por corrosión e incrustaciones. Existen sistemas que previenen las incrustaciones, tratando el agua de mar que entra al circuito de agua salada de la embarcación. Estos sistemas liberan iones de cobre que actúan sobre los microorganismos evitando que aniden e iones de aluminio y hierro que protegen las tuberías contra corrosión.

Limpieza por cambio de flujo, cada semana se invierte el flujo por el circuito de agua de mar.

Canastilla de malla fina (filtro mecánico) a la entrada de agua de mar se ha de limpiar a diario.



Open cooling systems have, as the name implies, an open connection to outboard water. This water is used for cooling, evaporators, firefighting, and other ancillary systems. Marine growth (algae, mussels, barnacles, etc.) can quickly reproduce and grow in the warm conditions. Without an effective solution to prevent bio-fouling, these systems will run at abnormally high temperatures, resulting in unnecessary increased fuel consumption, lower performance and higher wear and tear of the vessel's engine(s), making failures more likely to occur.

Our MGPS / ICAF systems produce small quantities of copper ions that flow through the piping and create an environment in which microorganisms can't adhere to the surfaces. Adding aluminium or iron anodes to the system's copper anodes results in additional corrosion protection of the system.

<https://esvasolutions.com/sistema-anti-incrustante-antifouling-para-tuberias-de-enfriamiento-marine-growth-prevention-system/>

<https://www.mme-group.com/icaf-mgps/open-cooling/>

2.3 Ejercicios condensadores

Ejercicio 2.3-1

SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

TARIFA DE PRECIOS
I.V.A. no incl. Consulte posibles actualizaciones

CONDENSADORES DE AIRE FORZADO

B

| Código | Modelo | Tubos | Dimensiones (mm) | | | Rtos. (W) At = 15°C | Sup. m ² | € | Ventiladores (OPCIONAL) | | | | | | |
|-----------|--------------|--------|------------------|-----|-----|------------------------|------------------------|--------|-------------------------|-----------|------------|-------------------|---------|---------|------|
| | | | A | B | C | | | | Nº | Cód. pala | Cód. motor | m ³ /h | | | |
| MF 05 200 | CA 16 | 8 x 2 | 87 | 270 | 230 | 600 | 1,1 | 47,66 | WE04417 | WE04406 | 410 | | | | |
| MF 05 201 | CA 24 | 8 x 3 | 112 | 270 | 230 | 820 | 1,6 | 63,04 | | | | | 360 | | |
| MF 05 202 | CA 32 | 8 x 4 | 132 | 270 | 230 | 1000 | 2,15 | 78,38 | | | | | 345 | | |
| MF 05 203 | CA 18 | 9 x 2 | 85 | 300 | 278 | 810 | 1,35 | 56,70 | | | | | 550 | | |
| MF 05 204 | CA 27 | 9 x 3 | 130 | 300 | 278 | 100 | 2 | 73,66 | | | | | 500 | | |
| MF 05 205 | CA 36 | 9 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1350 | 2,7 | 93,82 | | | | | 460 | | |
| MF 05 206 | CA 45 | 9 x 5 | 152 | 300 | 278 | 1600 | 3,37 | 133,41 | | | WE04407 | WE04417 | 400 | | |
| MF 05 207 | CA 54 | 9 x 6 | 172 | 300 | 278 | 1920 | 4 | 160,08 | | | | | | | 480 |
| MF 05 208 | CA 30 | 10 x 3 | 130 | 300 | 278 | 1200 | 2,25 | 77,18 | | | | | | | 500 |
| MF 05 209 | CA 40 | 10 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1420 | 3 | 102,80 | | | | | | | 470 |
| MF 05 210 | CA 44 | 11 x 4 | 132 | 300 | 292 | 1510 | 3,3 | 109,25 | | | | | 485 | | |
| MF 05 211 | CA 55 | 11 x 5 | 152 | 300 | 292 | 1890 | 4,12 | 136,50 | WE04408 | WE04418 | | | 606 | | |
| MF 05 212 | CA 48 | 12 x 4 | 128 | 350 | 330 | 2820 | 4,25 | 162,76 | | | | | | | 1030 |
| MF 05 213 | CA 56 | 14 x 4 | 156 | 375 | 365 | 3000 | 5,36 | 149,68 | | | | | | | 1075 |
| MF 05 230 | CD 24 | 8 x 3 | 110 | 470 | 230 | 1532 | 2,96 | 135,15 | | | | | WE04417 | WE04407 | 700 |
| MF 05 231 | CD 30 | 10 x 3 | 110 | 600 | 278 | 2158 | 4,77 | 161,84 | | | | | | | 950 |
| MF 05 232 | CD 36 | 9 x 4 | 130 | 600 | 278 | 2700 | 5,72 | 194,45 | | | 900 | | | | |
| MF 05 233 | CD 40 | 10 x 4 | 130 | 600 | 278 | 3207 | 6,35 | 237,52 | | | 1100 | | | | |
| MF 05 234 | CD 50 | 10 x 5 | 150 | 600 | 278 | 4036 | 7,95 | 266,93 | | | 1100 | | | | |
| MF 05 235 | CD 48 | 12 x 4 | 130 | 700 | 330 | 5440 | 8,94 | 316,09 | WE04408 | WE04418 | 2000 | | | | |
| MF 05 236 | CD 56 | 14 x 4 | 155 | 700 | 365 | 5707 | 10,43 | 363,29 | | | | | | | 2000 |
| MF 05 237 | CD 60 | 12 x 5 | 162 | 700 | 330 | 6629 | 11,18 | 393,37 | | | | | | | 1925 |

En los datos técnicos del condensador CD 60 refrigerado por aire, se indica el flujo de calor cedido con $\dot{Q}_C = 6629 \text{ W}$ a una diferencia de temperatura $\Delta T = \bar{\vartheta}_C - \bar{\vartheta}_{aire} = 15 \text{ K}$ y un caudal de aire de

$$\dot{V}_{aire} = 1925 \frac{m^3}{h} = 0,535 \frac{m^3}{s} . \text{ La superficie del condensador es de } A = 11,18 \text{ m}^2$$

Suponiendo una temperatura de condensación de $\vartheta_C = 45^\circ\text{C}$, se deduce que la temperatura media del aire en el condensador será de $\bar{\vartheta}_{aire} = 30^\circ\text{C}$.

La densidad del aire a 30°C es de aproximadamente $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y su calor específico

$$c_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} .$$

Calcula

- El caudal de masa \dot{m}_{aire} .
- La diferencia de temperatura entre el aire que entra y el que sale del condensador

$$\Delta T_{aire} = \bar{\vartheta}_{aire-salida} - \bar{\vartheta}_{aire-entrada} .$$
- La temperatura de entrada del aire $\vartheta_{aire-entrada}$.
- El coeficiente de transmisión del condensador $c_{transmision}$ en $\frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Ejercicio 2.3-2

Para una instalación con:

$$\dot{Q}_E = 0,55 \text{ kW} , \quad P_C = 0,18 \text{ kW} , \quad \vartheta_C = 45^\circ\text{C} \quad \text{y} \quad \Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{aire} = 15 \text{ K} ,$$

elige el condensador adecuado de la tabla.

APLICACIÓN: UNIDADES HERMÉTICAS / SIN VENTILADORES

| Potencia (W) | | Dimensiones (mm) | Nº Tubos | Ventiladores | Caudal m³/h | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|---------------|---------------|------------------|----------|--------------|-------------|----------|--------------|--------------|
| $\Delta T=10$ | $\Delta T=15$ | A x B x H | | Nº x Ø mm | | | | |
| 445 | 664 | 275x100x215 | 7x2 | 1x200 | 580 | H1-14 | 220.250.0001 | 54,00 |
| 505 | 755 | 280x100x245 | 8x2 | 1x200 | 640 | H2-16 | 220.250.0002 | 79,00 |
| 630 | 950 | 280x125x245 | 8x3 | 1x200 | 620 | H3-24 | 220.250.0003 | 124,00 |
| 735 | 1.105 | 280x150x245 | 8x4 | 1x200 | 600 | H4-32 | 220.250.0004 | 142,00 |
| 1.025 | 1.535 | 310x150x285 | 9x4 | 1x250 | 880 | H5-36 | 220.250.0005 | 154,00 |
| 1.070 | 1.600 | 310x150x285 | 10x4 | 1x250 | 880 | H6-40 | 220.250.0006 | 175,00 |
| 1.215 | 1.830 | 340x150x315 | 11x4 | 1x250 | 880 | H7-44 | 220.250.0007 | 206,00 |
| 1.690 | 2.530 | 420x150x365 | 12x4 | 1x300 | 1.400 | H8-48 | 220.250.0008 | 227,00 |
| 2.265 | 3.395 | 610x150x285 | 9x40 | 2x250 | 1.700 | H10-36 D | 220.250.0009 | 266,00 |
| 2.440 | 3.655 | 610x150x285 | 10x40 | 2x250 | 1.700 | H11-40 D | 220.250.0010 | 283,00 |
| 3.045 | 4.570 | 670x150x290 | 11x40 | 2x300 | 2.000 | H12-44 D | 220.250.0011 | 350,00 |
| 3.315 | 4.970 | 770x150x365 | 12x40 | 2x300 | 2.700 | H13-48 D | 220.250.0012 | 417,00 |

$$\vartheta_{aire} = \vartheta_C - \Delta T = 45^\circ\text{C} - 15 \text{ K} = 30^\circ\text{C} .$$

La densidad del aire a 30 °C es de aproximadamente $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y su calor específico

$$c_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} .$$

Calcula

- El flujo de calor \dot{Q}_C que debe ceder el condensador.
- El caudal de masa del aire
- La temperatura de entrada del aire

Ejercicio 2.3-3

Para una instalación con:

$\dot{Q}_E = 5,8 \text{ kW}$ $P_{comp} = 1,491 \text{ kW}$, $\vartheta_C = 45^\circ\text{C}$ y $\Delta T = \vartheta_C - \vartheta_{aire} = 15 \text{ K}$ elige el condensador adecuado de la tabla

| Potencia (W) | | Dimensiones (mm) | Código Ventiladores normalmente usados | Ventiladores | Caudal m³/h | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|---------------|---------------|-------------------|--|--------------|-------------|----------|--------------|--------------|
| $\Delta T=10$ | $\Delta T=15$ | A x B x H | | Nº x Ø mm | | | | |
| 2.850 | 4.275 | 500 x 150 x 420 | 230.202.0006 | 1 x 350 | 2.260 | HCA-164A | 220.250.0036 | 379,00 |
| 3.790 | 5.685 | 520 x 200 x 465 | 230.202.0053 | 1 x 400 | 3.500 | HCA-164B | 220.250.0037 | 524,00 |
| 4.987 | 7.480 | 770 x 150 x 365 | 230.202.0004 | 2 x 300 | 2.700 | HCA-150K | 220.250.0038 | 731,00 |
| 9.280 | 13.920 | 1145 x 200 x 520 | 230.202.0006 | 2 x 350 | 4.520 | HCA-400E | 220.250.0039 | 1.125,00 |
| 12.107 | 18.160 | 1145 x 230 x 600 | 230.202.0053 | 2 x 400 | 7.000 | HCA-400S | 220.250.0040 | 1.231,00 |
| 13.895 | 20.840 | 1145 x 230 x 600 | 230.202.0053 | 2 x 400 | 6.600 | HCA-500T | 220.250.0018 | 1.669,00 |
| 20.000 | 30.000 | 1145 x 230 x 600 | 230.202.0012 | 2 x 450 | 12.000 | HCA-500S | 220.250.0041 | 1.793,00 |
| 24.327 | 36.490 | 1260 x 230 x 600 | 230.202.0021 | 2 x 500 | 15.500 | HCA-600T | 220.250.0042 | 1.934,00 |
| 26.727 | 40.090 | 1260 x 230 x 742 | 230.202.0122 | 2 x 500 | 15.500 | HCA-285 | 220.250.0043 | 2.417,00 |
| 38.780 | 58.170 | 1570 x 400 x 742 | 230.202.0021 | 2 x 630 | 20.500 | HCA-286 | 220.250.0044 | 3.587,00 |
| 50.181 | 81.838 | 1260 x 251 x 1446 | 230.202.0122 | 4 x 500 | 31.000 | BT-25 | 220.250.0024 | 4.734,00 |
| 61.933 | 74.320 | 2600 x 580 x 760 | 230.202.0021 | 2 x 630 | 25.400 | BC-15 | 220.250.0030 | 4.345,00 |

* Rendimientos dados con R-404A

- Aplicación: unidades condensadoras en general.
- Material: tubo de cobre con separación de aletas de aluminio de 3,2 mm.
- La carcasa es de chapa galvanizada proporcionando robustez y durabilidad.
- **Notas:** Moto-Ventiladores no incluidos. Los precios son para baterías horizontales.

La densidad del aire a 30 °C es de aproximadamente $\rho = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y su calor específico

$$c_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Calcula

- El flujo de calor \dot{Q}_C que debe ceder el condensador.
- El caudal de masa del aire
- La temperatura de entrada del aire

Ejercicio 2.3-4

Para una instalación con:

$$\dot{Q}_E = 2,6 \text{ kW} \quad P_C = 1,5 \text{ kW} \quad v_C = 30^\circ\text{C} \quad \text{elige el condensador adecuado de la tabla}$$

Condensadores por Agua a Contracorriente

| DIMENSIONES (mm) | | | CONEXIONES | | Kcal/h DT-10 | CONSUMO LITROS/h | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|---------------------|-----|-----|----------------|----------------|-----------------|---------------------|--------|--------------|-----------------|
| | | | GAS | AGUA | | | | | |
| A | B | C | entrada-salida | entrada-salida | | | | | |
| 330 | 80 | 118 | 3/8 - 3/8" | 3/8" | 680 | 104 | 33 | 291.950.0011 | 378,00 |
| 330 | 100 | 118 | 3/8 - 3/8" | 3/8" | 880 | 135 | 50 | 291.950.0010 | 438,00 |
| 330 | 120 | 118 | 1/2 - 3/8" | 3/8" | 1.370 | 215 | 75 | 291.950.0012 | 513,00 |
| 400 | 150 | 190 | 1/2 - 3/8" | 1/2" | 1.920 | 310 | 100 | 291.950.0008 | 737,00 |
| 425 | 150 | 190 | 1/2 - 3/8" | 1/2" | 3.040 | 490 | 150 | 291.950.0009 | 794,00 |
| 600 | 170 | 275 | 5/8 - 1/2" | 3/4" | 4.480 | 705 | 200 | 291.950.0007 | 1.287,00 |
| 600 | 20 | 275 | 5/8 - 1/2" | 3/4" | 5.440 | 850 | 300 | 291.950.0013 | 1.627,00 |
| 600 | 225 | 275 | 5/8 - 1/2" | 3/4" | 6.560 | 1.100 | 400 | 291.950.0014 | 1.821,00 |

- El flujo de calor \dot{Q}_C que debe ceder el condensador.
- El caudal de masa del agua
- La temperatura de entrada del agua

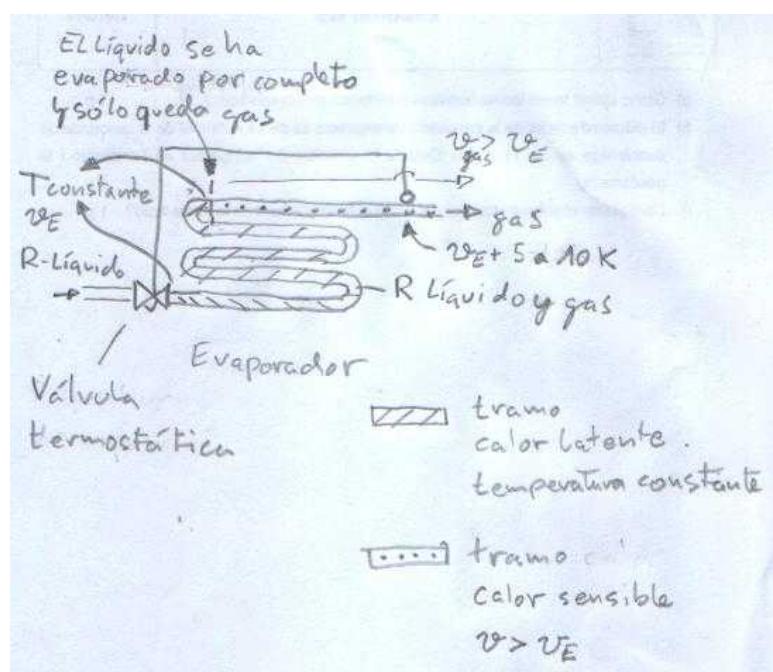
3 Evaporadores

El evaporador es un intercambiador de calor, que se utiliza en los sistemas de refrigeración para extraer calor del medio a refrigerar. La extracción de calor la realiza el refrigerante pasando de líquido a gas. El calor latente de evaporación es el que se extrae del medio a enfriar. El fluido vehicular del frío será, en general, aire o agua, aunque puede ser cualquier otro fluido o incluso disoluciones acuosas u orgánicas de determinados productos.

En el recorrido del refrigerante a través del evaporador se distingue entre el tramo de calor latente y el tramo de sobrecalentamiento.

El tramo de calor latente se inicia a la salida del dispositivo de expansión, en el que el refrigerante se encuentra como mezcla de líquido y gas y termina cuando el líquido ha terminado de evaporar. En el tramo de calor latente, la temperatura es la de evaporación ϑ_E y se mantiene constante.

El tramo de calor sensible se inicia al terminar de evaporar el líquido y quedar sólo gas. A partir de este momento, la temperatura del gas comienza a subir por encima de la temperatura de evaporación (gas sobrecalentado). El calor que causa esta subida de temperatura se llama sensible, ya que puede sentirse. Para asegurar que al compresor no le pueda llegar refrigerante líquido desde el evaporador, se diseñan los dispositivos de expansión para que regulen la cantidad de refrigerante que inyectan al evaporador de manera que a la salida del evaporador se produzca un sobrecalentamiento de entre 5 y 10 K.



3.1 Capacidad de un evaporador

El flujo de calor (potencia frigorífica) que el evaporador absorbe de un medio a enfriar, generalmente aire o agua, depende de la superficie de intercambio entre el circuito de fluido refrigerante y el medio a enfriar, la diferencia de temperatura y un factor de transmisión de calor.

$$\dot{Q}_E = c_{transmision} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$c_{transmision} \text{ factor de transmisión del calor en } \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

A superficie de intercambio en m^2

ΔT diferencia de temperatura en K

La diferencia de temperatura entre el refrigerante y el medio a enfriar se obtiene a partir de la temperatura de evaporación ϑ_E y la temperatura media del medio en el evaporador $\bar{\vartheta}_{med}$.

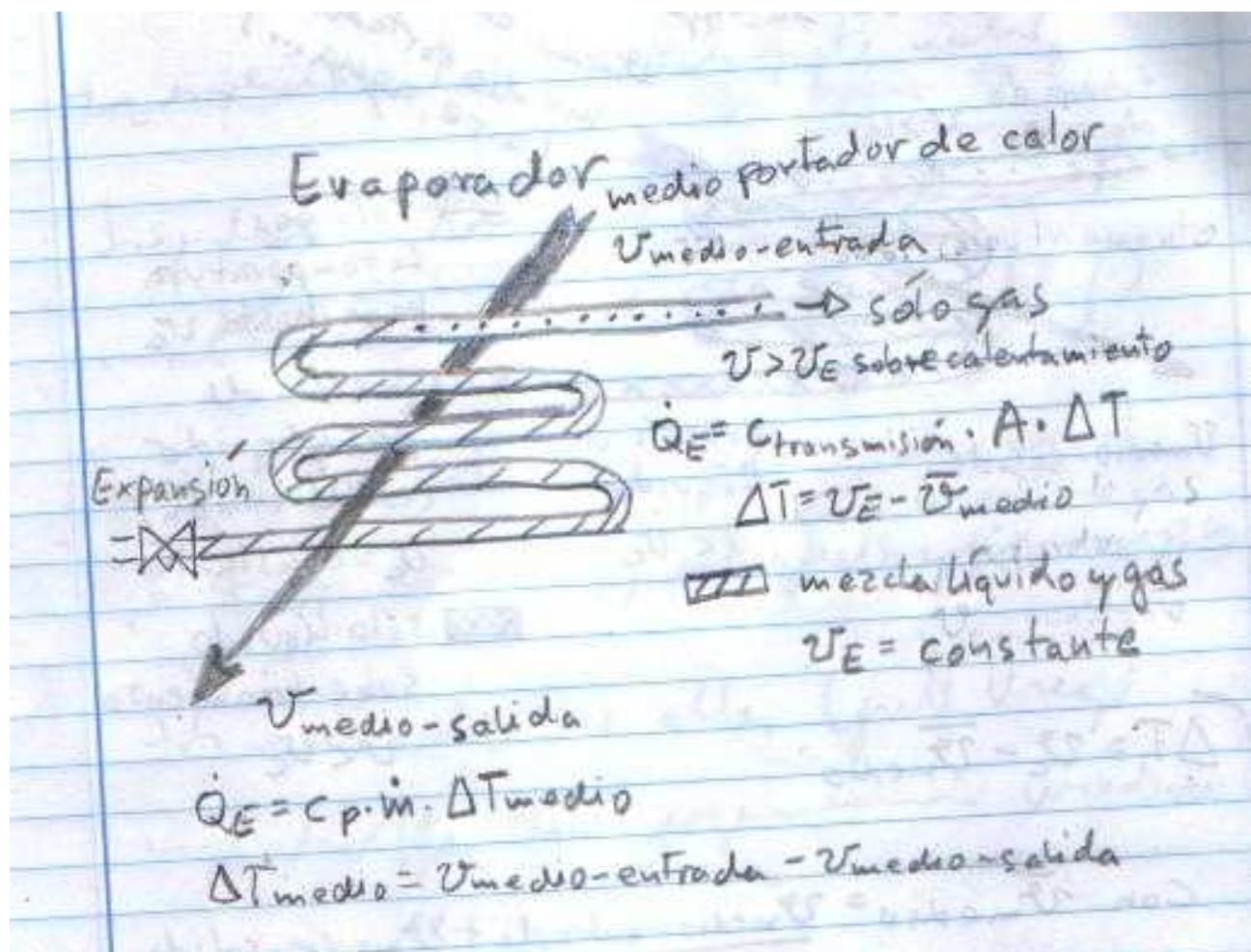
$$\bar{\vartheta}_{med} = \frac{\vartheta_{entrada} + \vartheta_{salida}}{2}$$

$$\Delta T = \bar{\vartheta}_{med} - \vartheta_E$$

La potencia frigorífica del evaporador también se puede calcular con los datos del medio enfriado

$$\dot{Q}_E = c_p \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{medio}$$

$$\Delta T_{medio} = \vartheta_{medio-entrada} - \vartheta_{medio-salida}$$

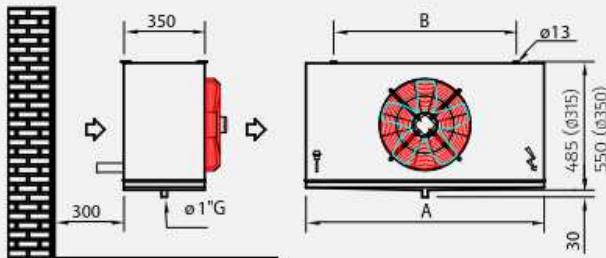


CAPACIDADES FRIGORÍFICAS

Las potencias de los evaporadores de tiro forzado se comprueban en atmósfera seca (calor sensible) según la norma ENV-328.

Las potencias nominales indicadas en este catálogo (calor sensible + calor latente) corresponden a las potencias de ensayo (SC2) multiplicadas por un coeficiente (factor de calor latente), a fin de incluir el aumento de capacidad (calor latente) originado por la condensación del vapor de agua sobre la superficie del evaporador.

Este factor varía según las condiciones de la cámara, se incrementa para las temperaturas del interior elevadas y disminuye para temperaturas del interior bajas, tal y como se indica en la tabla adjunta según ENV-328.



SC1 Standard Conditions 1

SC2 Standard Conditions 2

<https://intersam.es/wp-content/uploads/2020/09/folleto-evaporadores-cubicos-comerciales.pdf>

https://paulinoposada.github.io/web_fred/web_fred_2425/documents/certification_heat_exchangers.pdf

REFRIGERANT CAPACITY

The capacities of the unit coolers are tested in dry atmosphere (sensible heat) according to ENV-328.

The nominal capacities of the catalogue (sensible heat + latent heat) are referred to the tested capacities (SC2) multiplied by a coefficient (latent heat factor) to consider the increasing of capacity (latent heat) due to the condensation of steam water on the unit cooler surface.

This factor depends of the cold room conditions, for high room temperatures is increasing and for low room temperatures is decreasing, as indicated in the attached table according ENV-328.

| Condición estándar Standard conditions | HR | Factor latente Latent factor |
|---|-----|---------------------------------|
| SC1 - $T_c = +10^\circ C - T_e=0 - \Delta T=10$ | 85% | 1.35 |
| SC2 - $T_c = 0^\circ C - T_e=-8 - \Delta T=8$ | 85% | 1.15 |

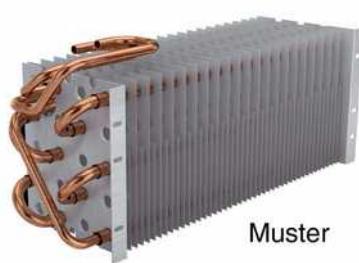
3.2 Evaporadores calentados por aire

3.2.1 Evaporadores de tubos aleteados (finned evaporators)

Se trata de serpentines de tubos sobre los que se montan, chapas de aluminio, llamadas aletas, con el fin de aumentar la superficie y mejorar la transmisión del calor. Este tipo de evaporador generalmente se utiliza para enfriar aire. Suele llevar acoplados ventiladores para forzar el paso del aire y aumentar su caudal.

En evaporadores con temperaturas de evaporación bajo cero, se condensa la humedad del aire y se congela, formando escarcha. Para evitar una acumulación de hielo que impediría el flujo de aire a través de las aletas del evaporador y reduciría la absorción de calor, se instalan resistencias de desescarche. Estas resistencias están controladas por temporizadores.

Otro sistema de desescarche es invertir el ciclo y conducir la descarga del compresor al evaporador, de forma que el calor del gas sobrecalentado elimine la escarcha. En este caso se necesita una válvula de 4 vías y una segunda válvula de expansión.





EVAPORADORES DE TECHO PARA CONSERVACIÓN Y CONGELACIÓN

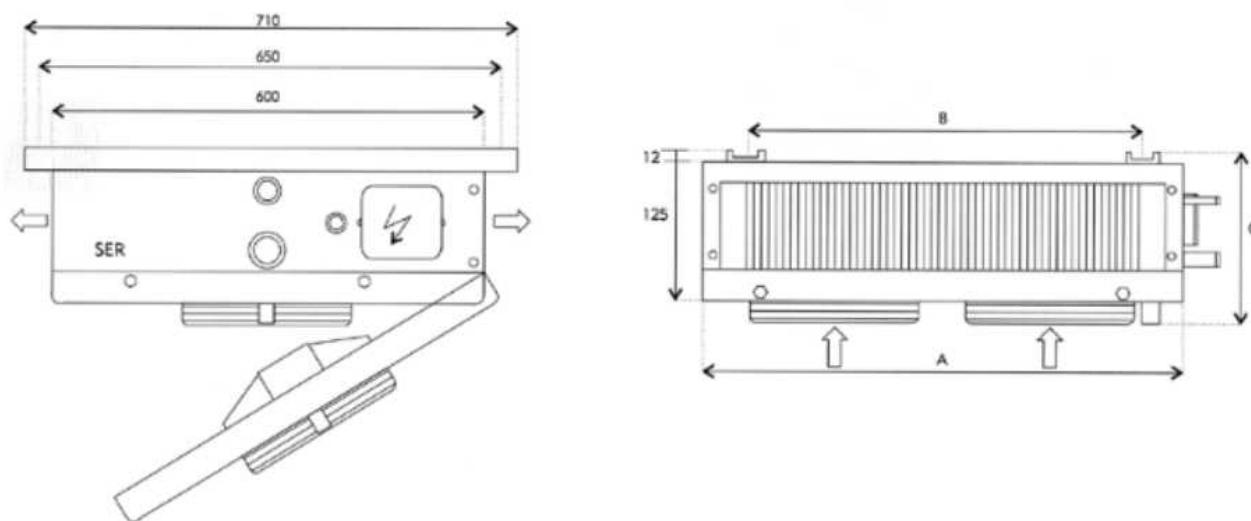
**B**

Serie COMERCIAL «SR» - R404A - Aluminio blanco

| Código | Modelo | € | Código | Modelo | € |
|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------|-----------|--------|
| SEPARACIÓN DE ALETA 5,5 mm | | | | | |
| SIN DESESCARCHE | | | DESESCARCHE ELÉCTRICO | | |
| MF 01 021 | SR-1-6 | 326,00 | MF 01 031 | SR-1-6-ED | 386,00 |
| MF 01 022 | SR-2-6 | 494,00 | MF 01 032 | SR-2-6-ED | 573,00 |
| MF 01 023 | SR-3-6 | 703,00 | MF 01 033 | SR-3-6-ED | 854,00 |
| MF 01 024 | SR-4-6 | 837,00 | MF 01 034 | SR-4-6-ED | 951,00 |

| Modelo | Sup. (m ²) | Ventilación | | | | Tensión (V) | Consumo máx./ud. (A) | Peso neto (Kg) | Desc. ed. (W) | Capacidad (W) Temp. evap -5°C | | |
|--------|---------------------------|-------------------------------|----|-----|--------|----------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|-------|--------|
| | | Caudal (m ³ /h) | Nº | Ø | Flecha | | | | | ΔT 6° | ΔT 7° | ΔT 10° |
| SR-1-6 | 3,7 | 850 | 1 | 250 | 3,5 | 230Vac | 0,43 | 8,5 | 500 | 577 | 773 | 1.368 |
| SR-2-6 | 7,2 | 1.700 | 2 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 16 | 940 | 1.494 | 1.764 | 2.831 |
| SR-3-6 | 11,5 | 2.550 | 3 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 23 | 1.260 | 2.128 | 2.671 | 4.258 |
| SR-4-6 | 14,5 | 3.400 | 4 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 30 | 1.800 | 2.985 | 3.660 | 5.697 |

| Dimensiones | SR-1 | SR-2 | SR-3 | SR-4 |
|-------------|------|------|-------|-------|
| A (mm) | 530 | 885 | 1.255 | 1.620 |
| B (mm) | 415 | 780 | 1.145 | 1.510 |
| C (mm) | 185 | 185 | 185 | 185 |



Ejemplo 3.2.1-1

Datos técnicos del evaporador SER modelo SR-1-6 calentado por aire:

R-404A

Potencia frigorífica $\dot{Q}_E = 773 \text{ W}$ con $\vartheta_E = -5^\circ\text{C}$, $\Delta T = 7 \text{ K}$ y una superficie de $A = 3,7 \text{ m}^2$

$$\text{Caudal de aire } \dot{V}_{aire} = 850 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,236 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Temperatura media del aire en el evaporador

$$\bar{\vartheta}_{aire} = \vartheta_E + \Delta T = -5^\circ\text{C} + 7 \text{ K} = 2^\circ\text{C}$$

La densidad del aire a 2°C es de aproximadamente $\rho = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ y el calor específico

$$c_p = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\dot{m}_{aire} = \dot{V} \cdot \rho = 0,236 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,236 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

El caudal de masa del aire es de

$$\dot{Q}_E = c_p \cdot \dot{m}_{aire} \cdot (\vartheta_{aire-entrada} - \vartheta_{aire-salida}) , \text{ con } c_{p-air} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\rightarrow \Delta T_{aire} = \vartheta_{aire-entrada} - \vartheta_{aire-salida} = \frac{\dot{Q}_E}{c_p \cdot \dot{m}_{aire}} = \frac{0,773 \text{ kW}}{1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,236 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 3,3 \text{ K}$$

$$\rightarrow \vartheta_{aire-entrada} = \bar{\vartheta}_{aire} + \frac{\Delta T_{aire}}{2} = 2^\circ\text{C} + 1,6 \text{ K} = 3,6^\circ\text{C} \quad \text{y} \quad \vartheta_{aire-salida} = \vartheta_{aire-entrada} - \Delta T_{aire} = 0,4^\circ\text{C}$$

Con la fórmula $\dot{Q}_E = c_{transmision} \cdot A \cdot \Delta T$ se calcula el coeficiente de transmisión del calor

$$c_{transmision} = \frac{\dot{Q}_E}{\Delta T \cdot A} = \frac{773 \text{ W}}{7 \text{ K} \cdot 3,7 \text{ m}^2} = 29,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

https://www.schiessl-kaelte.com/en_DE/Shop/Evaporators%20condensers/Evaporators/Evaporators/Wall%20mounted%20evaporators/ECO-air-cooler-wall-EP-80-powder-coated~p479791

<https://www.modinecoolers.com/coolers-software/>

<https://duckduckgo.com/?t=ffab&q=evaporator+coil+design+software+free+download&ia=web>

Software evaporadores

<https://www.modinecoolers.com/coolers-software/>

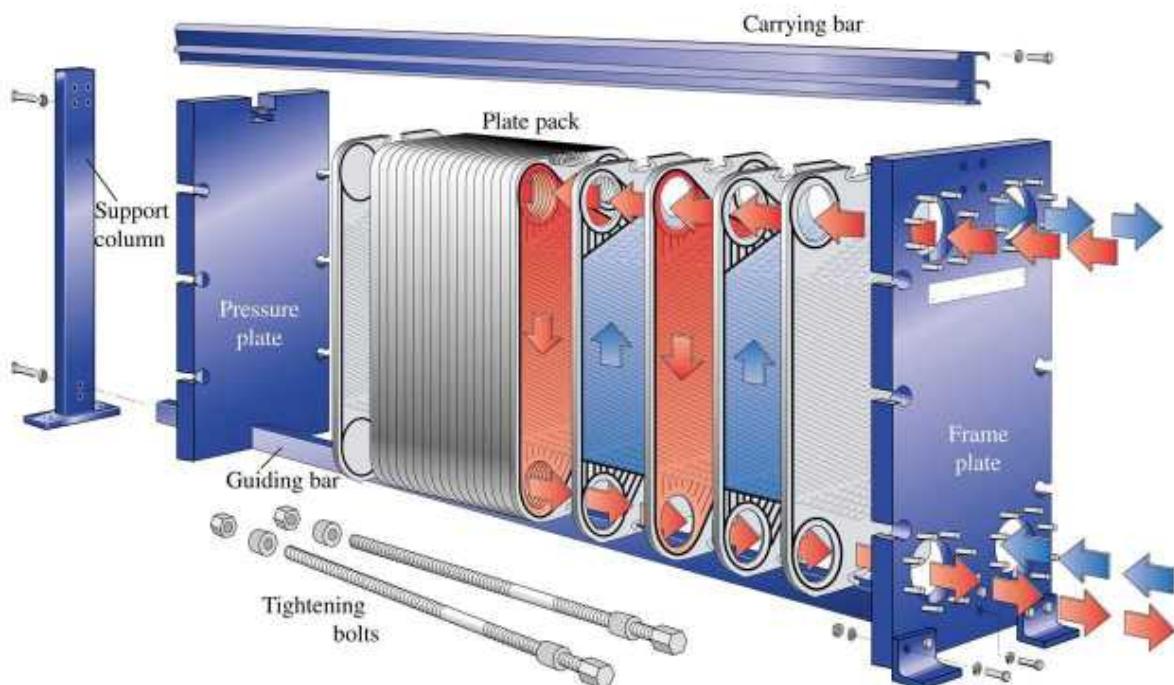
<https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/#tab-overview>

3.2.2 Evaporadores calentados por agua

3.2.2.1 Evaporador de placas (plate type evaporator)

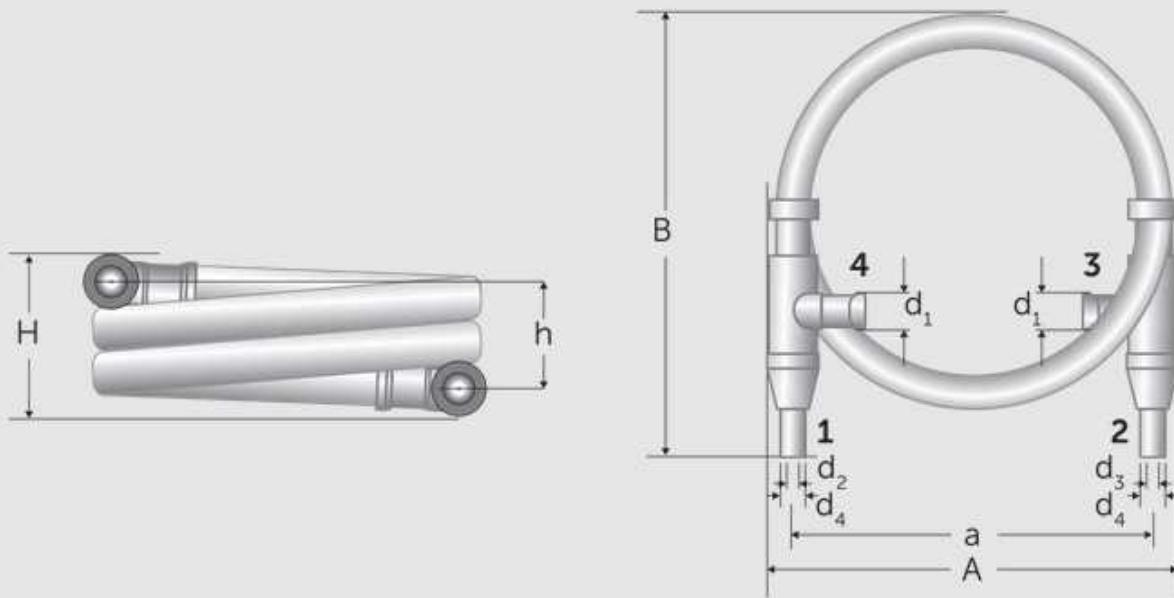
Están formados por placas de acero inoxidable y bastidor de acero al carbono. Se emplean para enfriar líquidos. Las placas acanaladas y asimétricas están soldadas herméticamente una contra la otra de manera tal que el gas refrigerante pueda fluir por entre ellas.

Este tipo de evaporador se utiliza para refrigerar líquidos en procesos industriales.



3.2.2.2 Evaporadores coaxiales (pipe coil evaporator)

Su constitución es identica a la del condensador coaxial. El refrigerante circula por el tubo interior mientras que el agua a enfriar lo hace por el espacio anular entre tubo exterior e interior.



Evaporators WKE

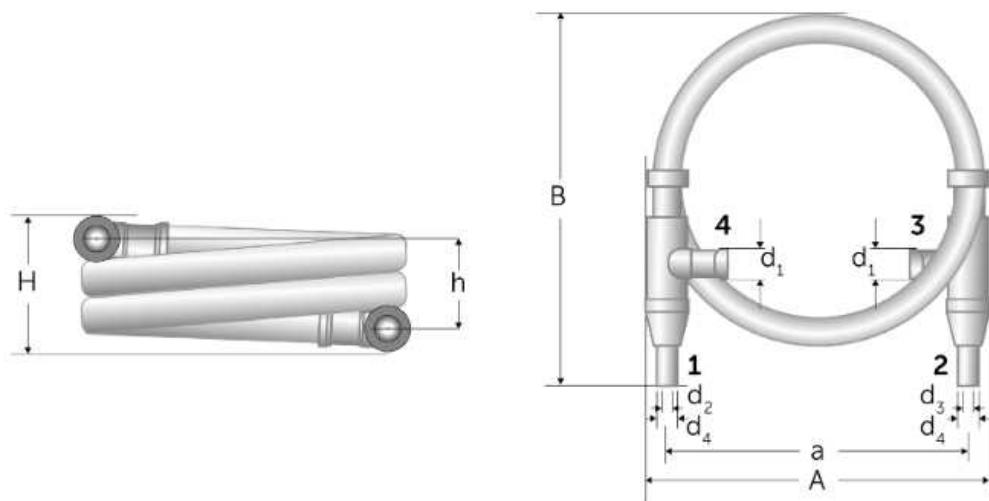
- 1 Refrigerant outlet
- 2 Refrigerant inlet
- 3 Heating medium outlet
- 4 Heating medium inlet

Coaxial Evaporators WKE

| Model | Number of inner tubes | Installation dimensions [mm] | | | Connection dimensions [mm] | | | | Volume [l] | | Weight appr. [kg] | Classification PED 2014/68/EU | |
|--------|-----------------------|------------------------------|-----|-----|----------------------------|------------|-------------|-----|------------|----------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------|
| | | | | | Heating medium | | Refrigerant | | | | | | |
| | | A | B | H | d_1^* | in d_2^* | out d_3^* | a | h | Heating medium | Refrigerant | | |
| WKE 10 | 1 | 330 | 325 | 130 | 16 | 13 | 13 | 290 | 94 | 0.8 | 0.4 | 4.1 | sound engineering practice |
| WKE 16 | 2 | 340 | 390 | 190 | 28 | 22 | 22 | 290 | 140 | 1.8 | 0.9 | 8.1 | sound engineering practice |
| WKE 24 | 3 | 435 | 465 | 175 | 28 | 18 | 18 | 380 | 122 | 2.4 | 1.3 | 11.1 | sound engineering practice |
| WKE 44 | 5 | 605 | 600 | 220 | 35 | 28 | 28 | 530 | 150 | 4.9 | 2.9 | 24.7 | Category 1 Module A |

* Internal soldering ends

For WKE 10 the fitting on the refrigerant side can be used as external soldering end d4 with Ø16 mm (e.g. for tube Ø18 x 1 mm).



$$\text{WKE10 refrigerant volume} = 0,4 \text{ l} = 400 \text{ cm}^3$$

$$V = l \cdot S \rightarrow l = \frac{V}{\pi \cdot r^2} = \frac{400 \text{ cm}^3}{\pi \cdot \left(\frac{1,3 \text{ cm}}{2}\right)^2} = 301 \text{ cm}$$

$$\text{Superficie de transmisión de calor } A = l \cdot 2 \cdot \pi r = 3 \text{ m} \cdot \pi \cdot 0,013 \text{ m} = 0,12 \text{ m}^2$$

Ejemplo 3.2.2.2-1**wieland**

File User Settings About

Thermal Solutions Thermals

Start: WKE Heat Exchanger

Inside
Evaporation in finned pipe coilType of tube selection
Heat exchangerOutside
WKE finned annular gap coil**Heat exchanger selection**

WKE 10

| Heat exchanger | Tube length | Tube count | Mantle diameter | Coil diameter |
|----------------|-------------|------------|-----------------|---------------|
| WKE 10 | 3.35 m | 1 | 0.02 m | 0.29 m |
| WKE 16 | 3.39 m | 2 | 0.03 m | 0.29 m |
| WKE 24 | 3.15 m | 3 | 0.04 m | 0.38 m |
| WKE 44 | 4.42 m | 5 | 0.05 m | 0.53 m |

Calculation**Mode of calculation**

Capacity calculation

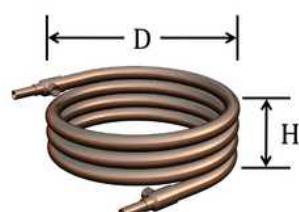


| | | |
|------------------------------|-------|------|
| Capacity | 2.52 | kW |
| Evaporation temperature | -5.00 | °C |
| Outlet vapor superheat | 5.00 | K |
| Inlet vapor quality | 20 | % |
| Inlet temperature (outside) | 5.00 | °C |
| Outlet temperature (outside) | 0.70 | °C |
| Velocity (outside) | 0.626 | m/s |
| Flow rate (outside) | 0.5 | m³/h |

Configuration

R134a/Water

WKE10



| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| Mantle diameter (dm) | 23 | mm |
| Tube count | 1 | |
| Outside coil diameter (D) | 0.31 | m |
| Total height (H) | 0.13 | m |
| Refrigerant (inside) | R134a | |
| Fouling factor (inside) | 0 | m²K/W |

| | | |
|--------------------------|----------|-------|
| Medium (outside) | Water | |
| Fouling factor (outside) | 0.000044 | m²K/W |

<https://thermals.wieland-thermalsolutions.com/openapp/>

En los datos técnicos del evaporador Wieland WKC 10 calentado por agua, se indica el flujo de calor absorbido con $\dot{Q}_E = 2,52 \text{ kW}$ en las siguientes condiciones, para R-134a.

$$\vartheta_{\text{agua-entrada}} = 5^\circ\text{C} , \quad \vartheta_{\text{agua-salida}} = 0,7^\circ\text{C} , \quad \vartheta_E = -5^\circ\text{C}$$

$$\dot{V}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \dot{m}_{\text{agua}} = 0,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 500 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Cálculo de la temperatura media del agua en el evaporador

$$\bar{\vartheta}_{\text{agua}} = \frac{0,7^\circ\text{C} + 5^\circ\text{C}}{2} = 2,85^\circ\text{C}$$

Cálculo del flujo de calor transmitido al agua

$$\dot{Q}_E = c_{p-\text{agua}} \cdot \dot{m} \cdot \Delta T_{\text{agua}} = 4,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,14 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4,3 \text{ K} = 2,52 \text{ kW}$$

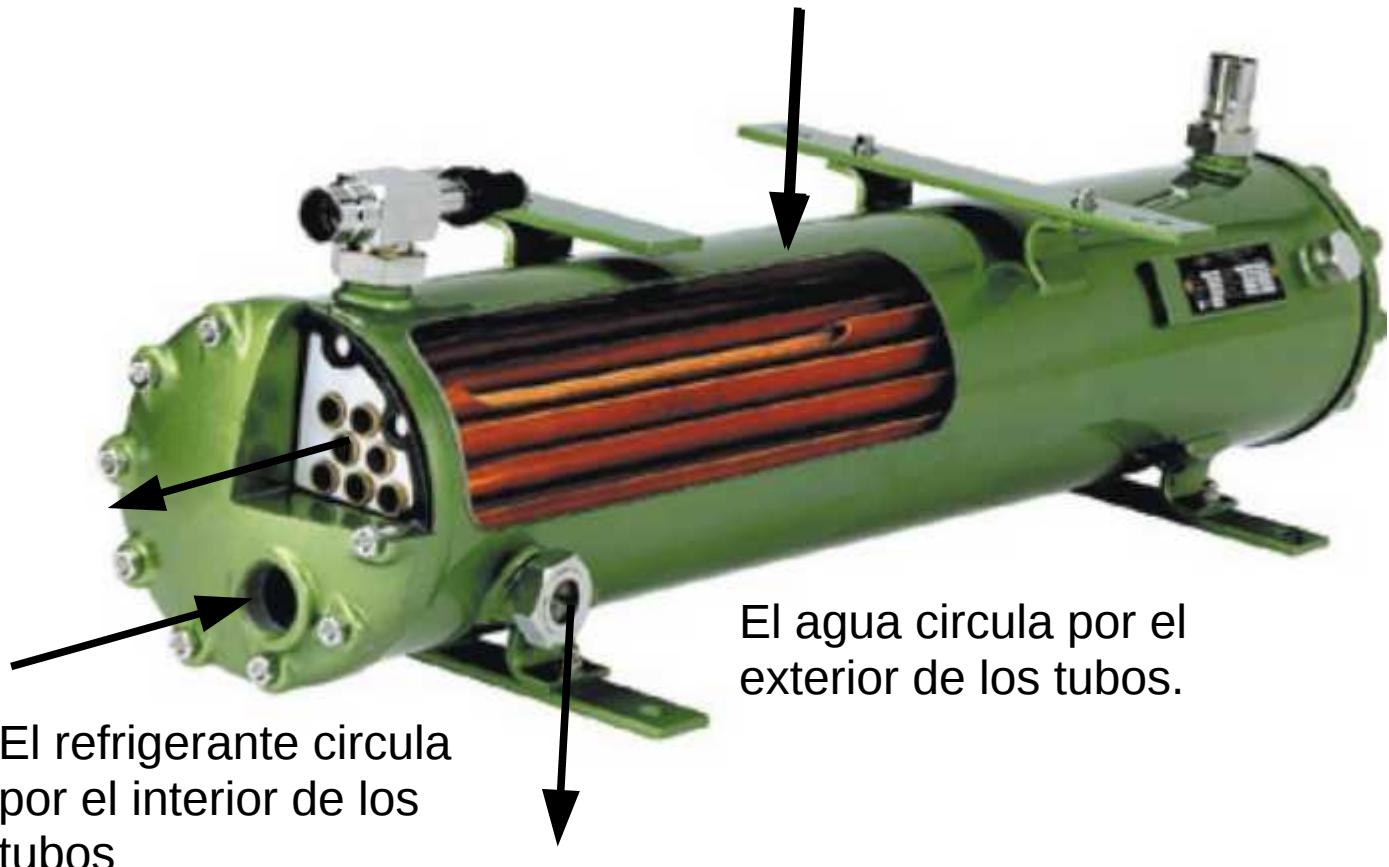
Cálculo de la diferencia de temperatura entre el refrigerante y el agua

$$\Delta T = \bar{\vartheta}_{\text{agua}} - \vartheta_E = 2,85^\circ\text{C} - (-5^\circ\text{C}) = 7,85 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_E = c_{\text{trans}} \cdot A \cdot \Delta T \rightarrow c_{\text{trans}} = \frac{\dot{Q}_E}{A \cdot \Delta T} = \frac{2,52 \text{ kW}}{0,12 \text{ m}^2 \cdot 7,85 \text{ K}} = 2,7 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

3.2.2.3 Evaporadores multitubulares (shell and tube evaporator)

Su constitución es identica a la de los condensadores multitubulares, sin embargo, a diferencia de estos, el refrigerante pasa por el interior de los tubos mientras que el agua circula por el exterior.



<https://youtu.be/GKHMsrIqHc>

<https://www.alfalaval.in/products/heat-transfer/tubular-heat-exchangers/shell-and-tube-evaporator/dh/>

4 Dispositivos de expansión

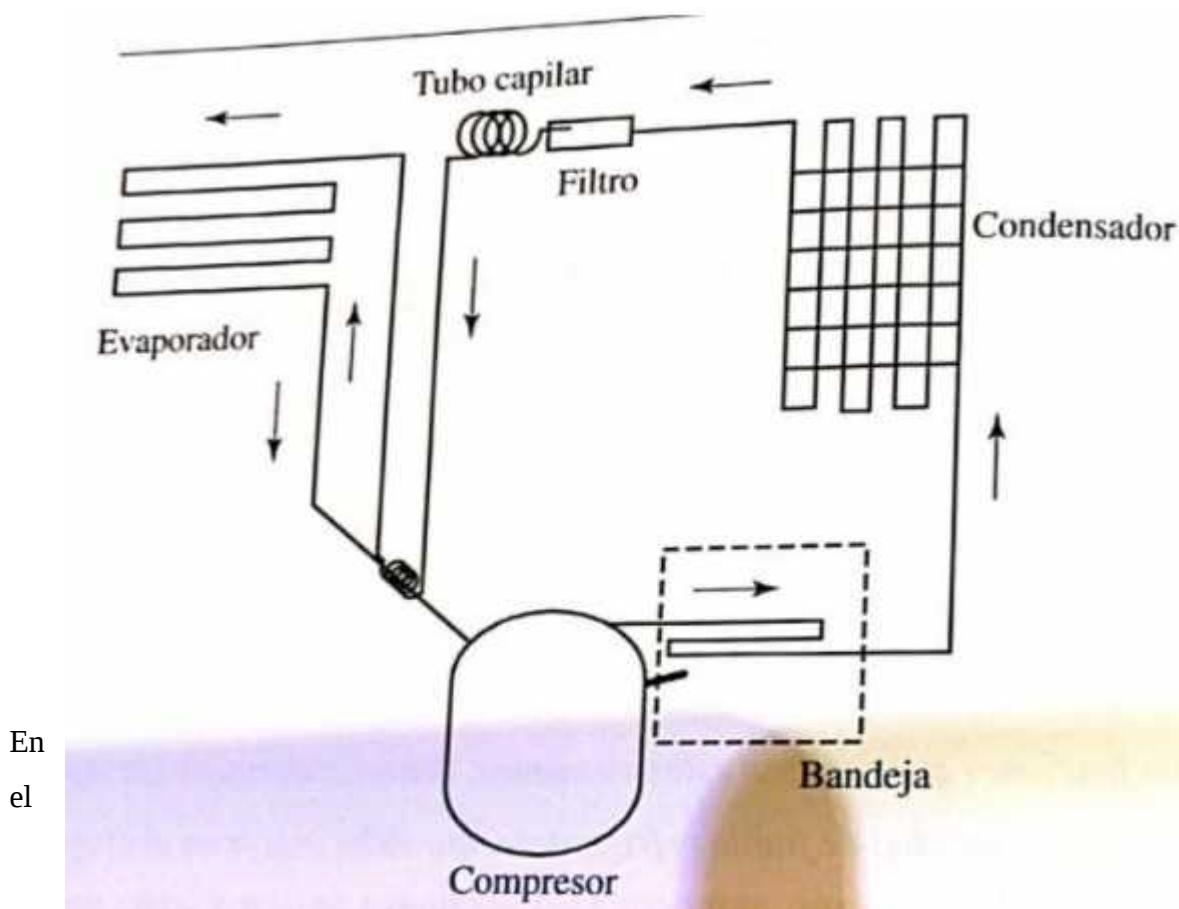
La función de los dispositivos de expansión es regular el paso del refrigerante líquido procedente del condensador, al evaporador. A la entrada del dispositivo de expansión, el refrigerante se encuentra en estado líquido a alta temperatura y presión. A la salida, el refrigerante es una mezcla de líquido y gas, a baja presión y temperatura.

Los principales dispositivos de expansión son

- Tubos capilares
- Válvulas de expansión termostáticas

4.1 Tubos capilares

Los tubos capilares se utilizan en instalaciones de reducida potencia, frigoríficos, aires acondicionados, mobiliario frigorífico, vitrinas refrigeradas ... Deben ser instalaciones con pequeña variación en la carga frigorífica.



esquema se muestra el circuito de un frigorífico. La tubería de descarga pasa por una bandeja que recoge el agua condensada en el interior del frigorífico, evaporándola.

Los tubos capilares son de diámetro reducido, normalmente de pocos milímetros en su interior. La caída de presión causada por el capilar depende de su diámetro interior y su longitud. A menor diámetro y mayor longitud, mayor será la caída de presión, que deberá corresponder a la diseñada para el circuito. La cantidad de refrigerante en aparatos con tubo capilar, está indicada en las características técnicas. En caso de reparación y recarga de refrigerante, se debe poner atención en llenar exactamente la cantidad indicada.

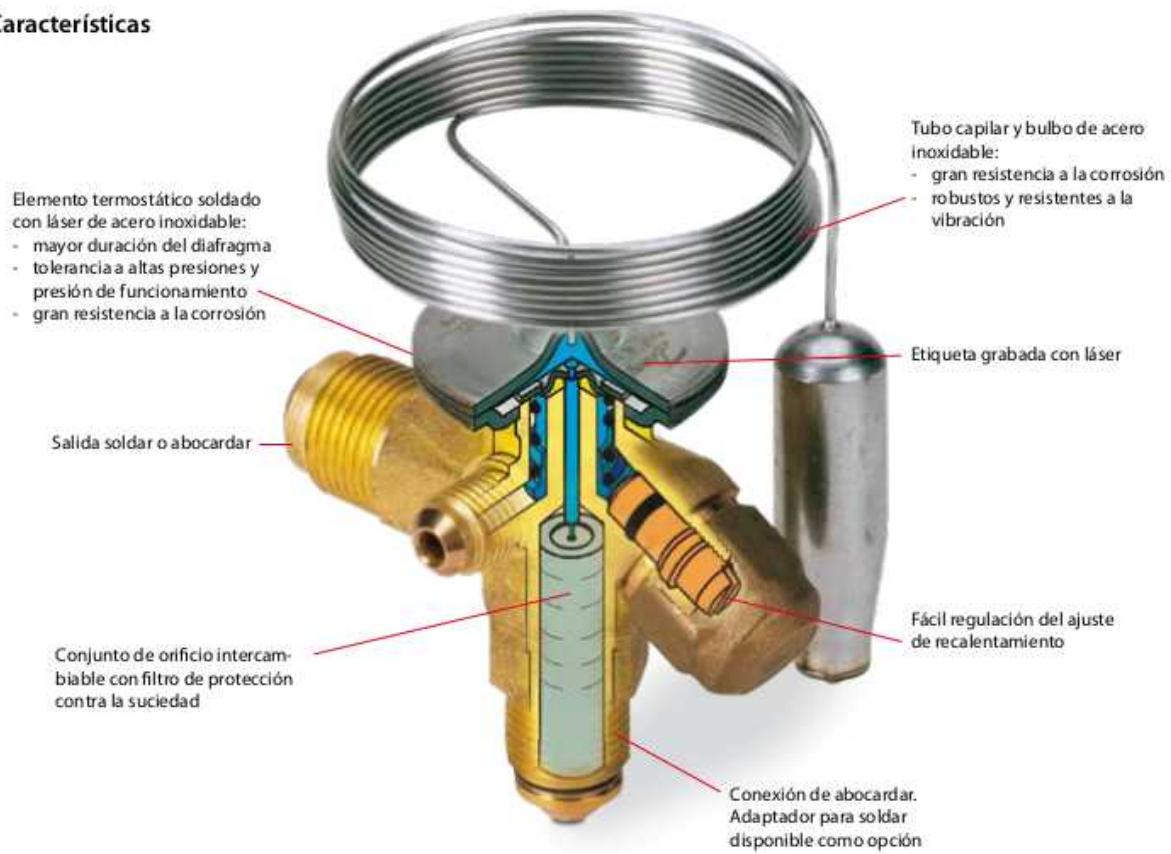


4.2 Válvulas de expansión termostáticas (VET)

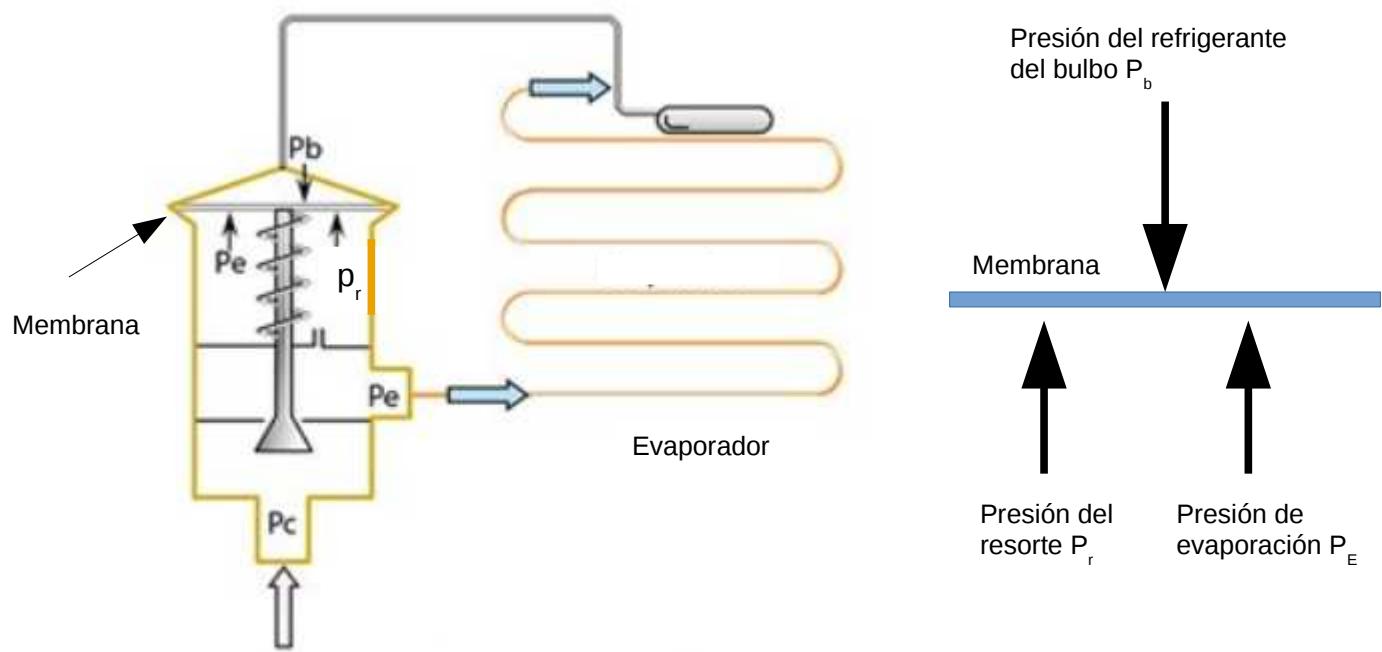
Las VET regulan la cantidad de refrigerante que recibe el evaporador mediante un bulbo montado a la salida del evaporador. El bulbo, que normalmente contiene el mismo refrigerante que el circuito frigorífico, está unido a la válvula por un tubo capilar. Las válvulas termostáticas mantienen un sobrecalentamiento constante del gas refrigerante.

Imagen válvula expansión termostática



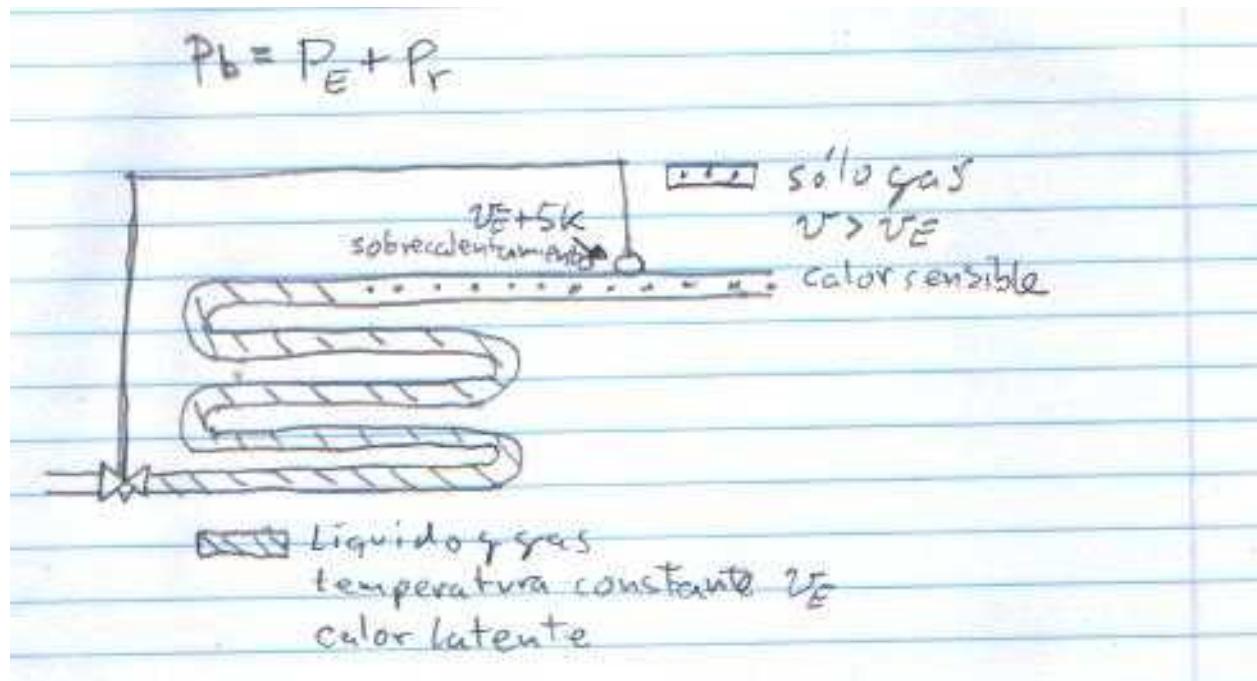
Características

En el cabezal termostático de la válvula, actúan tres presiones sobre una membrana. La presión del refrigerante contenido en el bulbo, p_b , depende de la temperatura del bulbo. A la fuerza causada por p_b , se oponen, actuando sobre la misma membrana, las fuerzas causadas por la presión de evaporación p_E y la presión de un resorte p_r .

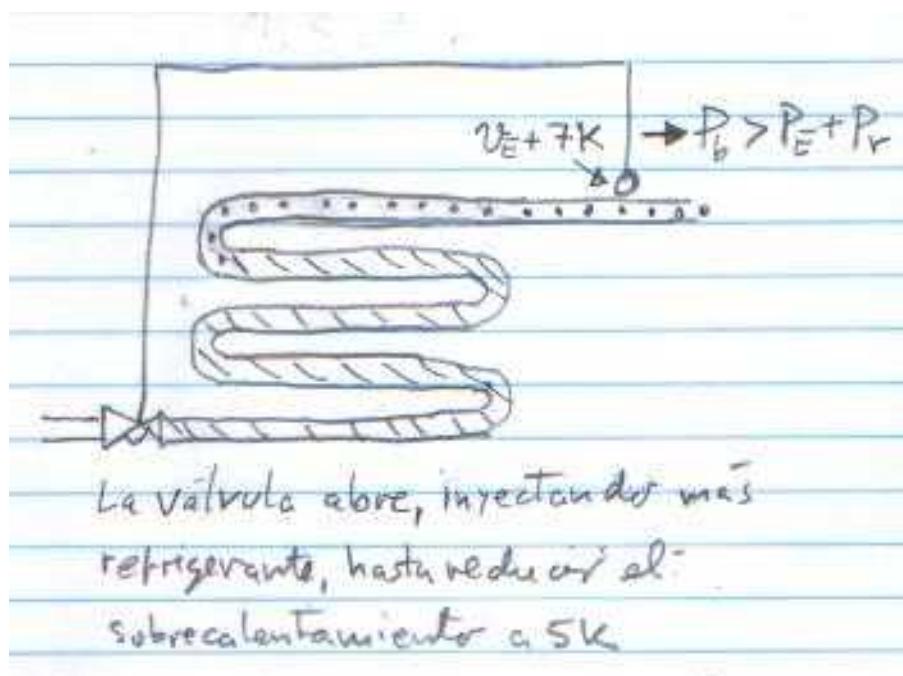


La válvula mostrada en este esquema se llama de igualación interna de presión, porque en su interior dispone de orificios que permiten que la presión en su salida al evaporador actúe sobre la membrana.

Cuando las tres presiones están en equilibrio $p_b = p_E + p_r$ la aguja mantiene su posición. La cantidad de refrigerante que se inyecta en el evaporador se mantiene constante. Supongamos que en este caso, el sobrecaleamiento sea de 5 K.

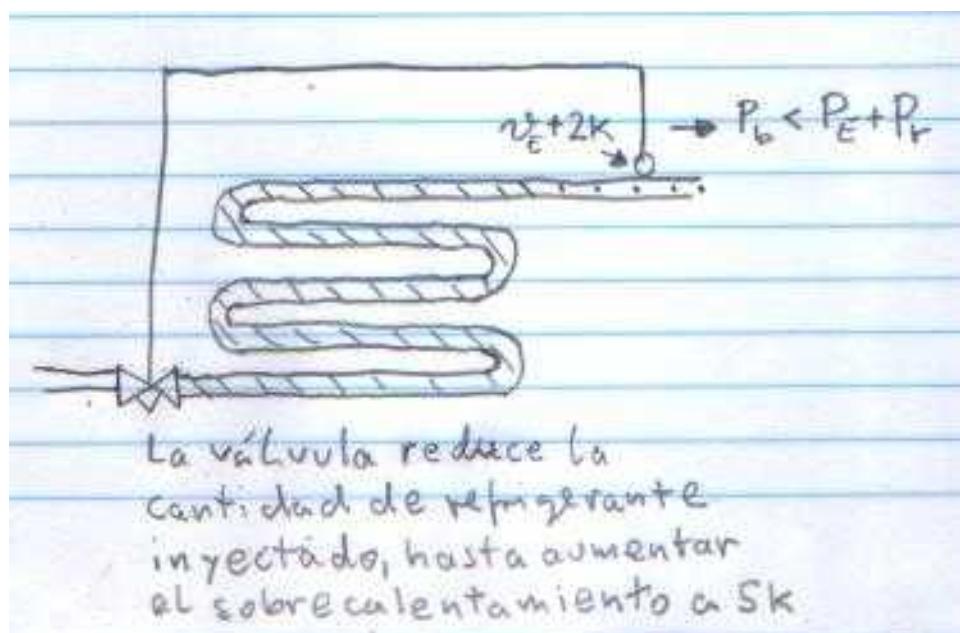


Si sube la temperatura en el recinto refrigerado, aumenta la cantidad de calor que absorbe el evaporador y el refrigerante líquido acaba de evaporar antes, es decir, el tramo del evaporador con gas sobrecalentado aumenta. Supongamos que el sobrecalentamiento en la posición del bulbo aumenta a 7 K. Este aumento causa una subida de la presión del refrigerante en su interior. Ahora $p_b > p_E + p_r$, la válvula abre, aumentando el flujo de refrigerante al evaporador. El tramo con gas sobrecalentado se reduce y vuelve a establecerse un equilibrio cuando el sobrecalentamiento alcanza 5 K.



Si baja la temperatura del recinto refrigerado, se reduce la cantidad de calor que absorbe el evaporador y el refrigerante líquido evapora más despacio. El tramo del evaporador con gas sobrecalentado se reduce. El sobrecalentamiento en la posición del bulbo descende, por ejemplo a 3 K. Esta reducción causa una bajada de la presión del refrigerante en su interior. Ahora

$p_b < p_E + p_r$, la válvula cierra, reduciendo el flujo de refrigerante al evaporador. El tramo con gas sobrecalentado aumenta y vuelve a establecerse un equilibrio cuando el sobrecalentamiento alcanza 5K.



El sobrecalentamiento causado por la válvula se puede ajustar variando la presión que el resorte ejerce sobre la membrana.

Ejemplo

En una válvula para R134a, la temperatura de evaporación es de $\vartheta_E = -10^\circ C$. La presión de evaporación correspondiente es de $p_E = 2 \text{ bar}$. Si la presión que ejerce el resorte sobre la membrana es de $p_r = 0,5 \text{ bar}$, la presión necesaria para mantener en equilibrio la aguja de la válvula será de $p_E + P_r = 2,5 \text{ bar}$. Por tanto, para mantener abierta la válvula, la presión del refrigerante del bulbo deberá ser de $p_b = 2,5 \text{ bar}$, que corresponde a una temperatura de $-4^\circ C$.

El gas refrigerante a la salida del evaporador deberá tener esta temperatura y el sobrecalentamiento será de 6 K.

4.2.1 Ajuste del sobrecalentamiento

El sobrecalentamiento que causa una válvula termostática se puede variar, ajustando la presión del resorte. Al aumentar la presión del resorte, será necesaria mayor presión de bulbo para mantener abierta la válvula, el tramo de gas en el evaporador y el sobrecalentamiento aumentarán. Si se reduce la presión del resorte, el tramo de gas y el sobrecalentamiento disminuirán.

En el caso de que el resorte no haga presión, el tramo de gas sobrecalentado desaparece, la válvula queda abierta y el refrigerante llega a la salida del evaporador en forma de líquido y gas. No se produciría sobrecalentamiento del gas

Si por el contrario el bulbo pierde su carga de refrigerante, la presión de apertura sobre la membrana se reduciría a la presión atmosférica $p_b = 1 \text{ bar}$, que normalmente es menor a la presión de evaporación. La consecuencia es que la válvula cierra el paso al refrigerante. La diferencia de presión entre aspiración y descarga aumentaría hasta que un presostato actuase desconectando el compresor.

Ejercicio 4.2.1-1

En una válvula termostática para R-134a la temperatura de evaporación es de $\vartheta_E = -10^\circ C$.

a) La presión que ejerce el resorte sobre la membrana es de $p_r = 1 bar$.

b) La presión que ejerce el resorte sobre la membrana es de $p_r = 0,2 bar$.

Indica el sobrecalentamiento necesario para que la válvula se mantenga en equilibrio en los casos a) y b)

Dibuja un esquema del evaporador para cada caso, indicando el tramo en el que el gas refrigerante se sobrecalienta.

Ejercicio 4.2.1-2

Una VET injecta R-134a en un evaporador, la membrana se encuentra en equilibrio

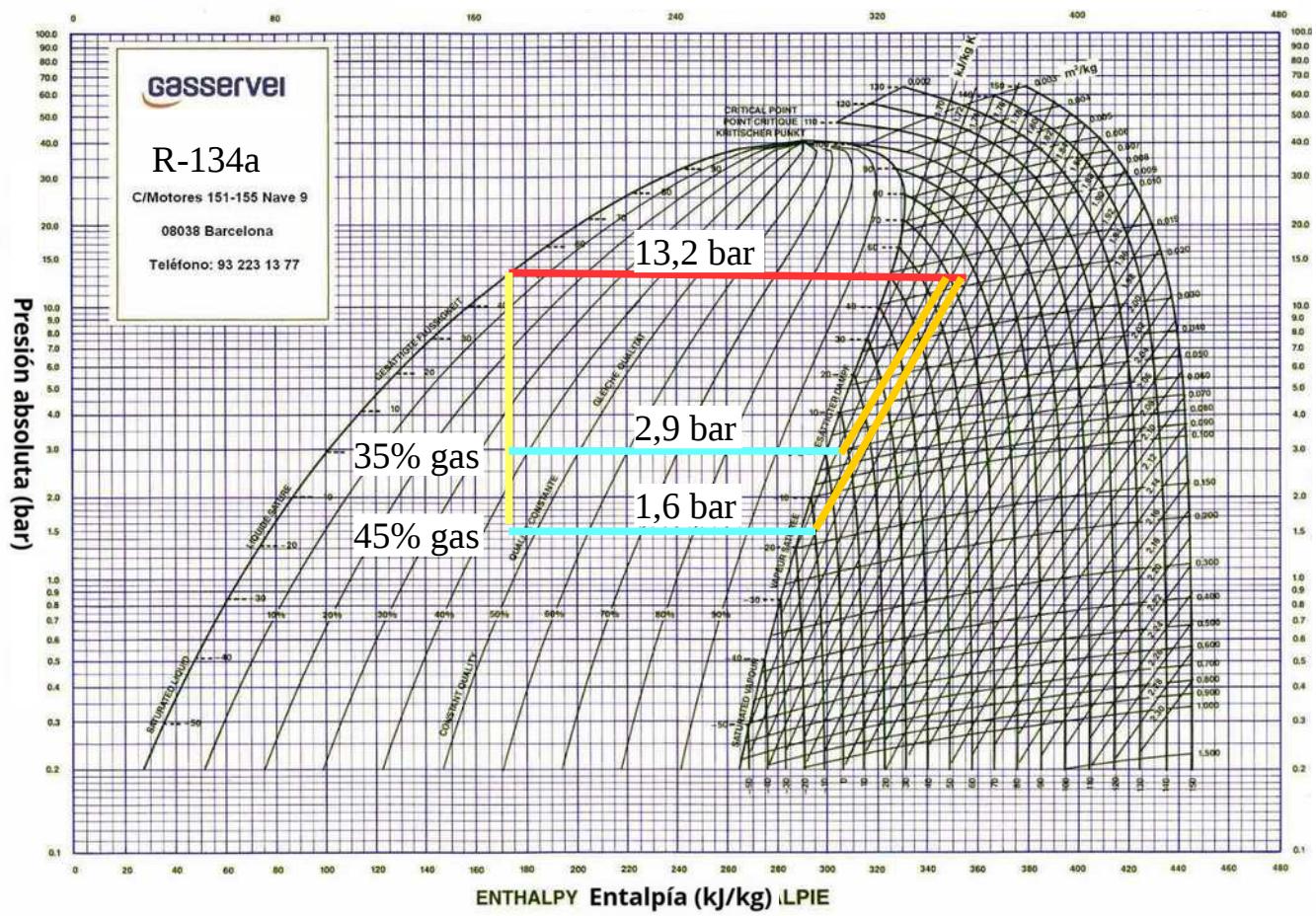
($p_b = p_E + p_r$) a una presión de evapòración de $p_E = 3 bar$ y un sobrecalentamiento de 5 K.

Indica la presión del refrigerante en el bulbo y la presión que ejerce el resorte.

Si se ajusta el resorte aumentando su presión a 1 bar, cual será el sobrecalentamiento?

4.2.2 Variación de la potencia frigorífica y del trabajo del compresor con la temperatura de evaporación

El dispositivo de expansión inyecta una mezcla de gas y líquido al evaporador, ya que debido a la caída de presión, una parte del líquido evapora. A mayor diferencia de presión entre entrada y salida de la válvula, mayor es la proporción de gas, causando una reducción de la potencia frigorífica de la instalación.



BITZER SOFTWARE

The software interface shows a refrigeration cycle diagram with a green compressor at the top left. The cycle consists of a condenser (50.0°C), a four-way valve, an evaporator (0.0°C), another four-way valve, and a metering valve. The operating point is set at Evaporating SST = 0 °C and Condensing SDT = 50 °C. The compressor selection is 4EES-4Y (100%). The compressor details table includes:

| Compressor | 4EES-4Y-40S |
|---------------------|-------------|
| Capacity steps | 100% |
| Cooling capacity | 9.63 kW |
| Cooling capacity * | 9.83 kW |
| Evaporator capacity | 9.63 kW |
| Power input | 3.59 kW |
| Current (400V) | 6.42 A |
| Voltage range | 380-420V |
| Condenser capacity | 13.22 kW |
| COP/EER | 2.68 |
| COP/EER * | 2.74 |
| Mass flow | 257 kg/h |
| Operating mode | Standard |

BITZER SOFTWARE

The software interface shows a refrigeration cycle diagram with a green compressor at the top left. The cycle consists of a condenser (50.0°C), a four-way valve, an evaporator (-15.0°C), another four-way valve, and a metering valve. The operating point is set at Evaporating SST = -15 °C and Condensing SDT = 50 °C. The compressor selection is 4EES-4Y (100%). The compressor details table includes:

| Compressor | 4EES-4Y-40S |
|---------------------|-------------|
| Capacity steps | 100% |
| Cooling capacity | 4.73 kW |
| Cooling capacity * | 4.85 kW |
| Evaporator capacity | 4.73 kW |
| Power input | 2.56 kW |
| Current (400V) | 5.04 A |
| Voltage range | 380-420V |
| Condenser capacity | 7.29 kW |
| COP/EER | 1.85 |
| COP/EER * | 1.89 |
| Mass flow | 123.2 kg/h |
| Operating mode | Standard |

<https://www.bitzer.de/es/es/tools-archive/software/software/>

La simulación del funcionamiento del compresor Bitzer 4EES-4Y a $v_{E1}=0^{\circ}C$ y $v_{E2}=-15^{\circ}C$ muestra cómo se reduce la potencia con la temperatura (presión) de evaporación.

La potencia del compresor a $v_{E1}=0^{\circ}C$ es de $P_{comp1}=3,59\text{ kW}$, mientras que a $v_{E2}=-15^{\circ}C$ se reduce a $P_{comp2}=2,56\text{ kW}$.

Esta caída de la potencia del compresor con la presión de evaporación se puede explicar con el diagrama p h, observando el volumen específico.

$$v_{E1}=0^{\circ}C \rightarrow v_1=0,07 \frac{m^3}{kg} \text{ con } \dot{m}_1=257 \frac{kg}{h}=0,0714 \frac{kg}{s} \rightarrow \dot{V}_{11}=0,005 \frac{m^3}{s}$$

$$v_{E2}=-15^{\circ}C \rightarrow v_2=0,14 \frac{m^3}{kg} \text{ con } \dot{m}_2=123,2 \frac{kg}{h}=0,0342 \frac{kg}{s} \rightarrow \dot{V}_{12}=0,0048 \frac{m^3}{s}$$

El volumen desplazado del compresor es fijo, de $22,72 \frac{m^3}{h}=0,00631 \frac{m^3}{s}$ a 1450 rpm (50 Hz).

El caudal de volumen aspirado, también es constante (si se desprecia la pequeña reducción causada por el aumento de la diferencia de presión entre aspiración y descarga).

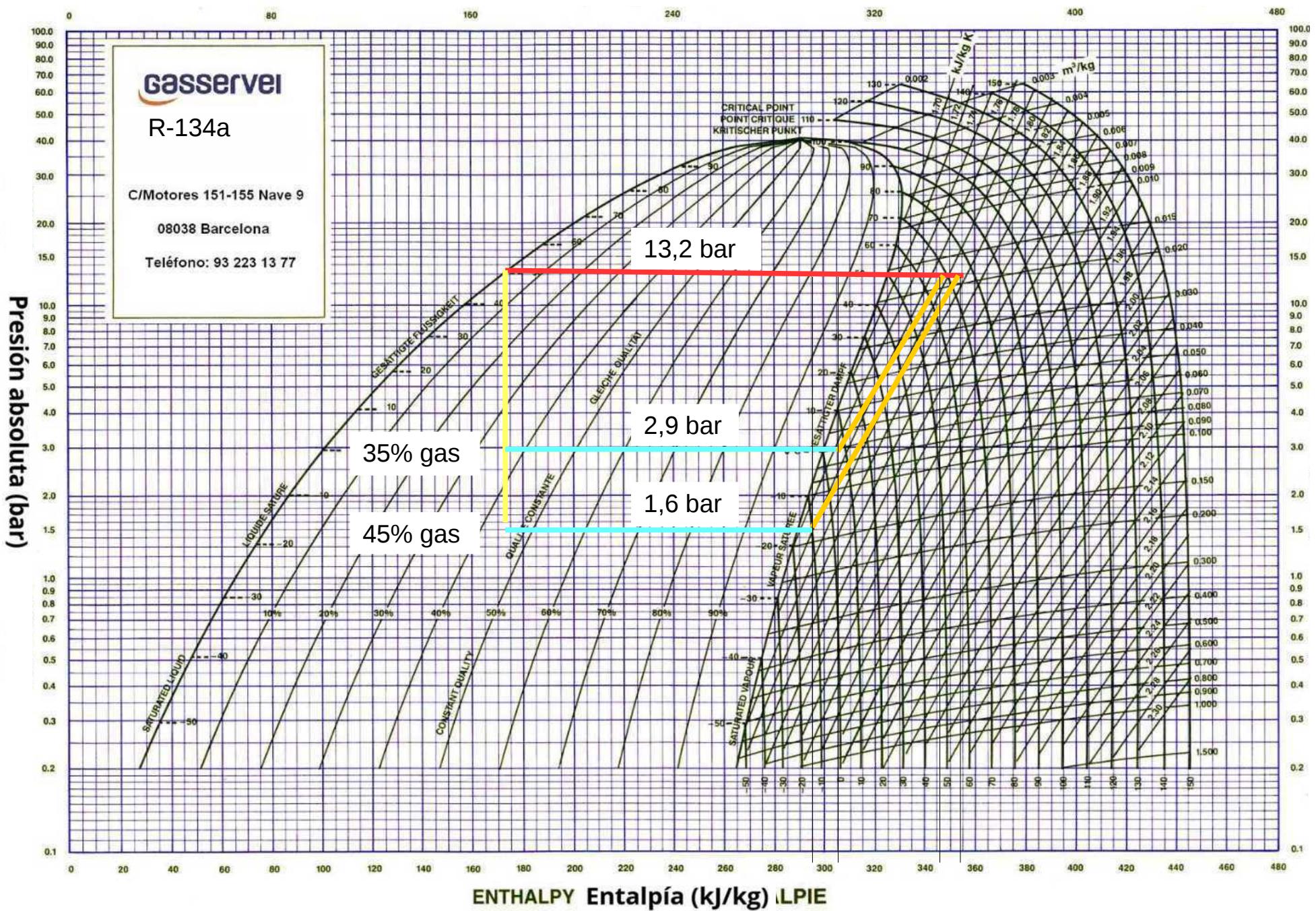
Sin embargo, el trabajo del compresor aumenta con la temperatura de evaporación, al aumentar la densidad del refrigerante.

$$v_{E1}=0^{\circ}C \rightarrow \dot{m}_1=257 \frac{kg}{h}=0,0714 \frac{kg}{s} \rightarrow$$

$$W_1=\dot{m}_1 \cdot (h_2-h_1)=0,0714 \frac{kg}{s} \cdot (345-305) \frac{kJ}{kg}=2,9\text{ kW}$$

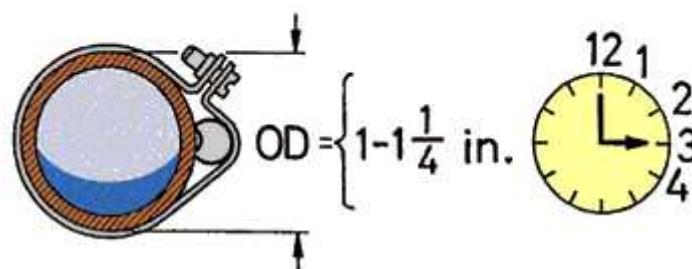
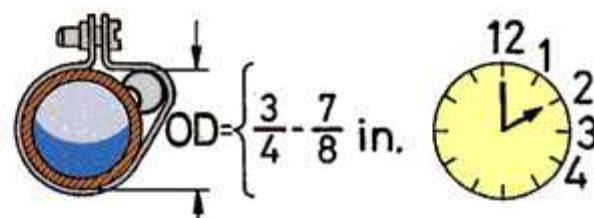
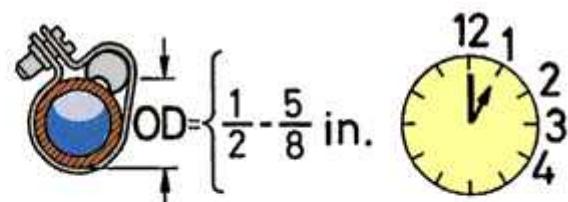
$$v_{E2}=-15^{\circ}C \rightarrow \dot{m}_2=123,2 \frac{kg}{h}=0,0342 \frac{kg}{s} \rightarrow$$

$$W_2=\dot{m}_2 \cdot (h_2-h_1)=0,0342 \frac{kg}{s} \cdot (355-295) \frac{kJ}{kg}=2,1\text{ kW}$$



4.2.3 Montaje y posición del bulbo de la válvula termostática

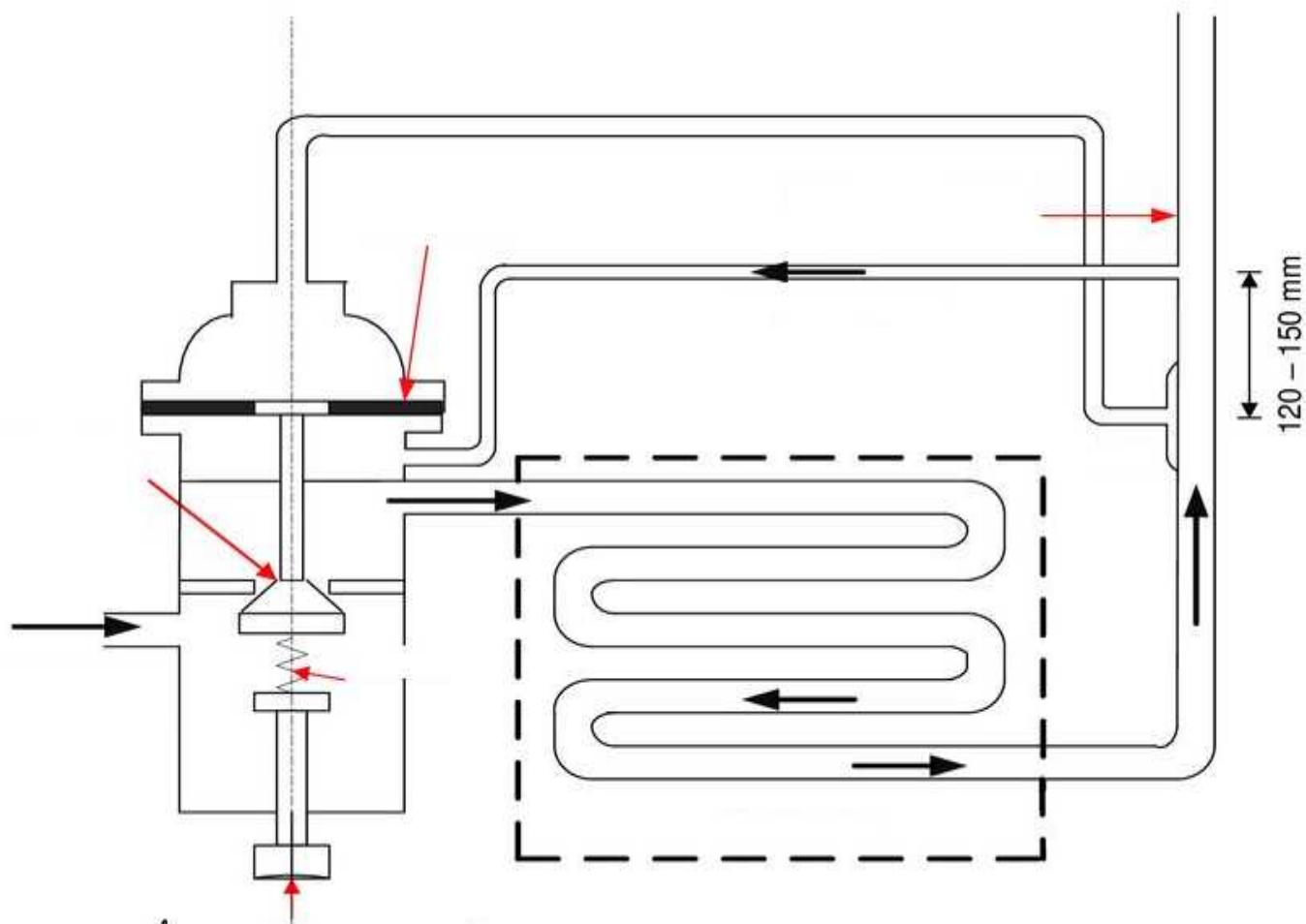
El bulbo debe montarse lo más cercano posible a la salida del evaporador, sobre un tramo de tubería horizontal. Debe colocarse en las posiciones indicadas en la imagen y poniendo atención a que nada impida la transmisión de calor entre tubería y tubo (atención a la suciedad). El bulbo se deberá apretar fuertemente a la tubería con la abrazadera metálica suministrada. Tubería y bulbo deben estar perfectamente limpios. Para que únicamente el calor del gas que circula por la tubería influya sobre el bulbo, bulbo y tubería se cubrirán con aislamiento térmico.



4.2.4 Válvula termostática con igualación externa de presión

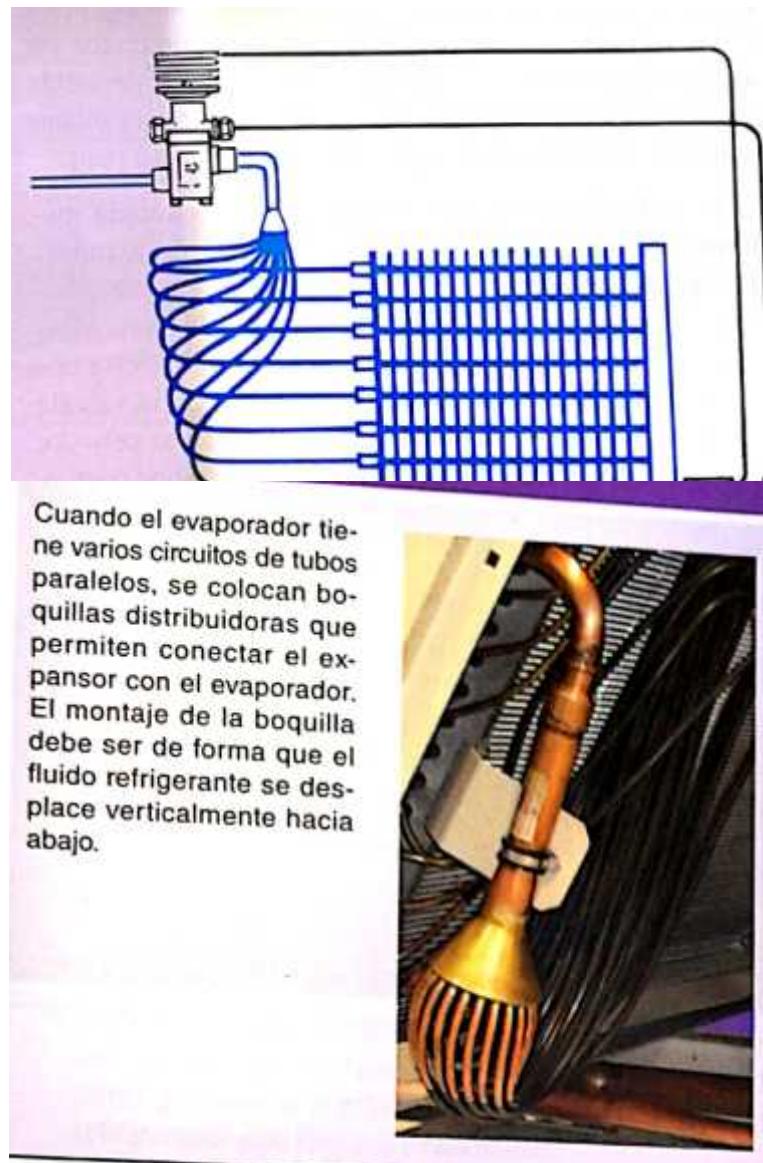
Cuando en un evaporador se producen diferencias de presión significantes entre la entrada y la salida, se monta una válvula de expansión en la que, mediante un tubo capilar, la presión que actúa sobre la membrana es la de la salida del evaporador. Estas válvulas se llaman de igualación externa de presión.

En los evaporadores con distribuidor se producen caídas de presión considerables entre la presión en la salida de la válvula de expansión y la presión del refrigerante en el lugar de montaje del bulbo. Este aumento de presión sobre la membrana del lado del refrigerante expandido, respecto a la presión del bulbo, hace que el sobrecalentamiento necesario para regular el refrigerante inyectado aumente. La válvula de igualación interna deja de funcionar en las condiciones para las que fue diseñada y se hace necesario montar una válvula con igualación externa.



Un ejemplo sería un evaporador en el que el refrigerante R134a se reparte con un distribuidor. Si la presión a la salida de la válvula de expansión es de 3 bar ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$) y se produce una caída de presión de 1 bar hasta la salida del evaporador, la presión en la posición del bulbo será de 2 bar ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). En una válvula de igualación interna, la presión de evaporación p_E sería 1 bar superior a la presión del bulbo p_b y el sobrecalentamiento necesario para mantener en equilibrio la válvula aumentaría en 10 K. Esto provocaría un aumento del tramo necesario para sobrecalentar el gas, reduciendo el rendimiento del evaporador.

Con una válvula de igualación externa, la presión de bulbo p_b y evaporación p_E serían iguales, 2 bar, y el sobrecalentamiento correspondería a la presión ejercida por el resorte p_r .



4.2.5 Válvula termostática con limitación de presión (MOP)

La fuerza (par) que un motor necesita para arrancar un compresor, aumenta con la presión (densidad) del gas en la toma de aspiración. Para no sobrecargar el motor durante la puesta a régimen de la instalación, puede ser necesario limitar la presión máxima de aspiración.

Como se vio en el apartado 4.2.2, el trabajo del compresor es mayor a mayor temperatura de evaporació. Una cámara frigorífica a temperatura ambiente que se pone a régimen, funciona durante bastante tiempo a temperaturas muy por encima de la temperatura de consigna, pudiendo causar una sobrecarga del motor, debido al exceso de potencia requerido. Otras causas de un aumento repentino de la temperatura de evaporación pueden ser la introducción de género a temperatura ambiente o el desescarche del evaporador.

Las válvulas termostáticas MOP (Maximum Operating Pressure) se fabrican con una reducida cantidad de refrigerante en el bulbo, de manera que, al superar la temperatura de evaporación un valor límite, su carga se ha evaporado por completo. En este estado, una subida de la temperatura por encima del límite no produce evaporación y apenas contribuye a aumentar la presión del bulbo. La válvula se mantendrá cerrada mientras que la presión del bulbo no supere la presión de evaporación. La presión del bulbo podrá aumentar por encima de la de evaporación, al caer la temperatura (y presión) de evaporación por debajo de la temperatura MOP de la válvula.

Las válvulas con MOP se utilizan en instalaciones con bajas temperaturas de evaporación
 $v_E < -10^{\circ}\text{C}$.

[https://ishrae.in/newsdetails/Maximum-Operating-Pressure-\(MOP\)/462](https://ishrae.in/newsdetails/Maximum-Operating-Pressure-(MOP)/462)

4.2.6 Selección de la válvula termostática

Para seleccionar la válvula termostática apropiada para una instalación, se han de tener en cuenta los siguientes parámetros:

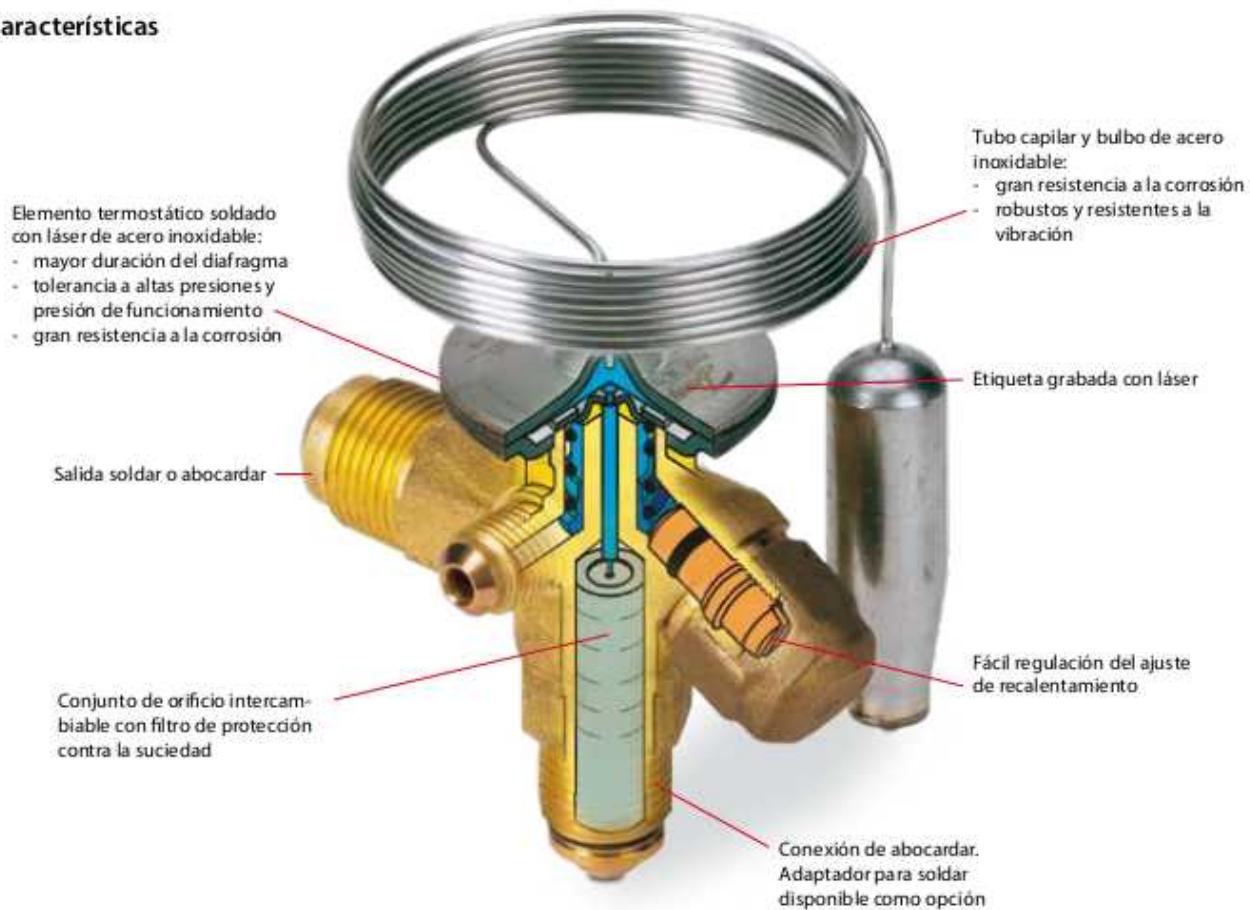
- Potencia frigorífica necesaria (capacidad de planta).
- Diferencia de presión entre entrada y salida de la válvula (caída de presión) → Temperaturas de condensación y evaporación.
- El refrigerante utilizado, sus características determinan las presiones y la potencia frigorífica.
- El tipo de conexión entre válvula y tubería, conexión abocardada o soldada.



T2 / TE2: de toda garantía y fácil de utilizar

Las válvulas de expansión termostática regulan la inyección de líquido refrigerante en los evaporadores. La inyección se controla en función del recalentamiento del refrigerante. Por tanto, son especialmente adecuadas para inyección de líquido en evaporadores "secos", en los cuales el recalentamiento a la salida del evaporador es proporcional a la carga de éste.

Características



Datos técnicos y pedidos

Elemento termostático con abrazadera de sensor, sin: orificio, cono de filtro y tuercas

Conexión abocardar x abocardar

| Refrigerante | Tipo de válvula | Igualación de presión Abocardar | Tubo capilar | Conexión | | Código ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-----------------|---------------------------------|--------------|------------------|-----------|----------------------|----------|--------------------|---------------------|--------------------|----------|
| | | | | Entrada x Salida | | Gama N -40 a +10°C | | Gama NM -40 a -5°C | Gama NL -40 a -15°C | Gama B -60 a -25°C | |
| | | | | m | in. x in. | mm x mm | Sin MOP | MOP +15°C | MOP 0°C | MOP -10°C | Sin MOP |
| R22 | TX 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3206 | 068Z3208 | 068Z3224 | 068Z3226 | 068Z3207 | 068Z3228 |
| | TEX 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3209 | 068Z3211 | 068Z3225 | 068Z3227 | 068Z3210 | 068Z3229 |
| R407C | TZ 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3496 | 068Z3516 | | | | |
| | TEZ 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3501 | 068Z3517 | | | | |
| R134a | TN 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3346 | 068Z3347 | 068Z3393 | 068Z3369 | | |
| | TEN 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3348 | 068Z3349 | 068Z3392 | 068Z3370 | | |
| R404A/R507 | TS 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3400 | 068Z3402 | 068Z3406 | 068Z3408 | 068Z3401 | 068Z3410 |
| | TES 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3403 | 068Z3405 | 068Z3407 | 068Z3409 | 068Z3404 | 068Z3411 |

Elemento termostático con abrazadera de sensor, sin: orificio, cono de filtro y tuercas

Conexión abocardar x soldar

| Refrigerante | Tipo de válvula | Igualación de presión Soldar | Tubo capilar | Conexión | | Código ¹⁾ | | | | |
|--------------|-----------------|------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------|
| | | | | Entrada abocardar | Salida soldar ODF | Gama N -40 a +10°C | | Gama NL -40 a -15°C | Gama B -60 a -25°C | |
| | | | | | | Sin MOP | MOP +15°C | MOP -10°C | Sin MOP | MOP -20°C |
| R22 | TX 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3281 | 068Z3287 | | 068Z3357 | 068Z3319 |
| | TX 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3302 | 068Z3308 | 068Z3366 | 068Z3361 | 068Z3276 |
| R407C | TEX 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3284 | 068Z3290 | | 068Z3359 | 068Z3220 |
| | TEX 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3305 | 068Z3311 | 068Z3367 | 068Z3363 | 068Z3277 |
| R407C | TZ 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3329 | | | | |
| | TZ 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3502 | 068Z3514 | | | |
| R134a | TEZ 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3446 | 068Z3447 | | | |
| | TEZ 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3503 | 068Z3515 | | | |
| R134a | TN 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3383 | 068Z3387 | | | |
| | TN 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3384 | 068Z3388 | | | |
| R404A/R507 | TEN 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3385 | 068Z3389 | | | |
| | TEN 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3386 | 068Z3390 | | | |
| R404A/R507 | TS 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3414 | 068Z3416 | 068Z3429 | 068Z3418 | 068Z3420 |
| | TS 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3435 | 068Z3423 | 068Z3436 | 068Z3425 | 068Z3427 |
| R404A/R507 | TES 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3415 | 068Z3417 | 068Z3430 | 068Z3419 | 068Z3421 |
| | TES 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3422 | 068Z3424 | 068Z3437 | 068Z3426 | 068Z3428 |

Conjunto de orificio

| Nº orificio | Gama N: -40 a +10°C | | | | | | Gama B: -60 a -25°C | | | | Código ¹⁾ | |
|-------------|-------------------------------------|-------|-------|-------------------------|------|-------|-------------------------------------|-------------------------|------|------------|----------------------|------------|
| | Capacidad nominal en toneladas (TR) | | | Capacidad nominal en kW | | | Capacidad nominal en toneladas (TR) | Capacidad nominal en kW | R22 | R404A R507 | R22 | R404A R507 |
| | R22 | R407C | R134a | R404A R507 | R22 | R407C | R134a | R404A R507 | R22 | R404A R507 | R22 | R404A R507 |
| 0X | 0.15 | 0.16 | 0.11 | 0.11 | 0.50 | 0.50 | 0.40 | 0.38 | 0.15 | 0.11 | 0.50 | 0.38 |
| 00 | 0.30 | 0.30 | 0.25 | 0.21 | 1.0 | 1.1 | 0.90 | 0.70 | 0.20 | 0.21 | 0.70 | 0.70 |
| 01 | 0.70 | 0.80 | 0.50 | 0.45 | 2.5 | 2.7 | 1.8 | 1.6 | 0.30 | 0.45 | 1.0 | 1.6 |
| 02 | 1.0 | 1.1 | 0.80 | 0.60 | 3.5 | 3.8 | 2.6 | 2.1 | 0.60 | 0.60 | 2.1 | 2.1 |
| 03 | 1.5 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 5.2 | 5.6 | 4.6 | 4.2 | 0.80 | 1.0 | 2.8 | 3.5 |
| 04 | 2.3 | 2.5 | 1.9 | 1.7 | 8.0 | 8.6 | 6.7 | 6.0 | 1.2 | 1.4 | 4.2 | 4.9 |
| 05 | 3.0 | 3.2 | 2.5 | 2.2 | 10.5 | 11.3 | 8.6 | 7.7 | 1.5 | 1.7 | 5.2 | 6.0 |
| 06 | 4.5 | 4.9 | 3.0 | 2.6 | 15.5 | 16.7 | 10.5 | 9.1 | 2.0 | 1.9 | 7.0 | 6.6 |

La capacidad nominal está basada en: Temperatura de evaporación te = +5°C para rango N y te = -30°C para rango B. Temperatura de condensación tc = +32°C, y temperatura de refrigerante líquido delante de la válvula tl = +28°C.

Adaptador soldar cobre sin conjunto de orificio

| Conexión - soldador ODF | Código ¹⁾ |
|-------------------------|------------------------|
| 1/8 in. | 068-2062 |
| 6 mm | 068-2063 |
| 6 mm | 068-4101 ²⁾ |
| 1/8 in. | 068-2060 |
| 10 mm | 068-2061 |
| 10 mm | 068-4100 ²⁾ |

¹⁾ Códigos en negrita ofrecen habitualmente plazos de entrega más cortos

²⁾ Incluido el filtro

Filtro

| Tipo de filtro | Código ¹⁾ |
|-----------------------------|----------------------|
| Para conexión abocardar | 068-0003 |
| Para adaptador soldar cobre | 068-0015 |

El adaptador está diseñado para utilizarse con las válvulas de expansión termostática T2 y TE2.

Cuando el adaptador se acopla debidamente, cumple los requisitos de estanqueidad estipulados por la directiva DIN 8964.

El orificio estándar (aboc. x aboc.) de las T2 y TE2 puede utilizarse con el adaptador soldar cobre cuando se cambia el filtro de la válvula de expansión por otro filtro pedido por separado. Sólo de esta manera se cumplen los requisitos DIN 8964. No se puede utilizar el adaptador de soldar cobre (FSA) en la entrada de la T2.

Capacidades

| Tipo de válvula/ Orificio | Temp. cond. ¹⁾ [°C] | R22 | | | | | R134a | | | | | R404A/R507 | | | | | R407C | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | |
| | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | |
| T2 / ØX | -35 | 0.49 | 0.51 | 0.55 | 0.54 | 0.51 | 0.35 | 0.40 | 0.41 | 0.41 | 0.40 | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.42 | 0.41 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.58 | 0.55 |
| | -30 | 0.95 | 1.00 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.61 | 0.73 | 0.75 | 0.77 | 0.77 | 0.61 | 0.66 | 0.70 | 0.85 | 0.88 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.2 |
| | -25 | 1.6 | 1.7 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 0.88 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 0.96 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 3.2 |
| | -20 | 2.2 | 2.5 | 3.5 | 3.9 | 3.9 | 1.2 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.6 | 3.0 | 3.7 | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.6 |
| | -10 | 3.9 | 4.3 | 6.2 | 6.9 | 7.0 | 2.2 | 3.3 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 2.4 | 2.7 | 3.1 | 4.7 | 5.4 | 6.6 | 7.1 | 7.6 | 8.1 | 8.3 |
| | 0 | 5.7 | 6.4 | 9.1 | 10.2 | 10.5 | 3.2 | 4.8 | 5.2 | 5.6 | 5.9 | 3.5 | 4.0 | 4.6 | 7.0 | 8.0 | 9.8 | 10.6 | 11.4 | 12.0 | 12.5 |
| | 5 | 7.3 | 8.0 | 11.6 | 13.0 | 13.3 | 4.0 | 6.1 | 6.6 | 7.1 | 7.5 | 4.5 | 5.1 | 5.8 | 8.9 | 10.2 | 12.4 | 13.4 | 14.4 | 15.2 | 15.7 |
| T2 / ØX | 5 | 8.9 | 9.8 | 14.1 | 15.9 | 16.3 | 4.9 | 7.5 | 8.2 | 8.7 | 9.1 | 5.5 | 6.2 | 7.1 | 10.8 | 12.4 | 15.1 | 16.4 | 17.6 | 18.6 | 19.2 |
| | -10 | 0.53 | 0.55 | 0.60 | 0.61 | 0.60 | 0.37 | 0.44 | 0.45 | 0.45 | 0.46 | 0.32 | 0.34 | 0.36 | 0.42 | 0.43 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.62 |
| | -20 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 0.64 | 0.79 | 0.83 | 0.86 | 0.88 | 0.59 | 0.64 | 0.69 | 0.86 | 0.92 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| | -30 | 1.7 | 1.8 | 2.6 | 3.0 | 3.2 | 0.93 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.9 | 0.92 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | 3.5 |
| | -40 | 2.3 | 2.6 | 3.8 | 4.4 | 4.7 | 1.3 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 2.7 | 3.2 | 3.9 | 4.3 | 4.6 | 5.0 | 5.3 |
| | -50 | 4.1 | 4.6 | 6.8 | 7.9 | 8.4 | 2.3 | 3.6 | 4.0 | 4.4 | 4.7 | 2.2 | 2.6 | 3.0 | 4.8 | 5.7 | 7.0 | 7.6 | 8.3 | 8.9 | 9.4 |
| | -60 | 6.1 | 6.8 | 10.1 | 11.8 | 12.5 | 3.4 | 5.3 | 5.8 | 6.4 | 6.9 | 3.3 | 3.9 | 4.5 | 7.1 | 8.5 | 10.3 | 11.3 | 12.3 | 13.3 | 14.2 |
| T2 / ØX | -70 | 7.7 | 8.6 | 12.8 | 14.9 | 15.8 | 4.2 | 6.7 | 7.4 | 8.1 | 8.8 | 4.3 | 4.9 | 5.6 | 9.0 | 10.7 | 13.0 | 14.3 | 15.6 | 16.7 | 17.8 |
| | -80 | 9.5 | 10.5 | 15.6 | 18.2 | 19.3 | 5.2 | 8.2 | 9.1 | 9.9 | 10.7 | 5.2 | 6.0 | 6.9 | 11.0 | 13.1 | 15.9 | 17.4 | 19.0 | 20 | 22 |
| | -90 | 0.55 | 0.57 | 0.64 | 0.65 | 0.64 | 0.38 | 0.45 | 0.47 | 0.48 | 0.49 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.40 | 0.42 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| | -100 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 0.65 | 0.82 | 0.86 | 0.90 | 0.94 | 0.55 | 0.60 | 0.64 | 0.83 | 0.90 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| | -110 | 1.7 | 1.9 | 2.8 | 3.2 | 3.4 | 0.96 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 0.85 | 0.98 | 1.1 | 1.8 | 2.1 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.4 | 3.7 |
| | -120 | 2.4 | 2.7 | 4.0 | 4.8 | 5.1 | 1.3 | 2.1 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 2.6 | 3.2 | 3.9 | 4.3 | 4.7 | 5.2 | 5.6 |
| | -130 | 4.3 | 4.8 | 7.2 | 8.5 | 9.2 | 2.3 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 5.1 | 1.9 | 2.3 | 2.7 | 4.6 | 5.7 | 7.0 | 7.7 | 8.5 | 9.2 | 9.9 |
| T2 / ØX | -140 | 6.3 | 7.1 | 10.7 | 12.7 | 13.7 | 3.4 | 5.6 | 6.2 | 6.9 | 7.6 | 3.0 | 3.5 | 4.1 | 6.9 | 8.4 | 10.4 | 11.5 | 12.6 | 13.8 | 14.9 |
| | -150 | 8.0 | 9.0 | 13.6 | 16.1 | 17.3 | 4.3 | 7.0 | 7.8 | 8.7 | 9.6 | 3.8 | 4.4 | 5.2 | 8.7 | 10.6 | 13.2 | 14.5 | 15.9 | 17.3 | 18.7 |
| | -160 | 9.8 | 11.0 | 16.6 | 19.6 | 21 | 5.3 | 8.6 | 9.6 | 10.7 | 11.7 | 4.7 | 5.5 | 6.4 | 10.6 | 12.9 | 16.0 | 17.7 | 19.4 | 21 | 23 |
| | -170 | 0.56 | 0.58 | 0.65 | 0.67 | 0.67 | 0.38 | 0.45 | 0.47 | 0.49 | 0.50 | 0.26 | 0.28 | 0.30 | 0.37 | 0.39 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 |
| | -180 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 0.63 | 0.81 | 0.86 | 0.90 | 0.95 | 0.48 | 0.53 | 0.57 | 0.75 | 0.82 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| | -190 | 1.7 | 1.9 | 2.8 | 3.3 | 3.6 | 0.95 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 0.74 | 0.86 | 1.0 | 1.7 | 2.0 | 2.6 | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 3.6 |
| | -200 | 2.3 | 2.6 | 4.1 | 5.0 | 5.4 | 1.2 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 2.9 | 0.82 | 1.0 | 1.3 | 2.4 | 2.9 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 5.1 | 5.6 |
| T2 / ØX | -210 | 4.3 | 4.8 | 7.4 | 8.9 | 9.6 | 2.2 | 3.8 | 4.3 | 4.8 | 5.3 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 4.2 | 5.3 | 6.8 | 7.5 | 8.3 | 9.1 | 9.9 |
| | -220 | 6.4 | 7.2 | 11.0 | 13.3 | 14.4 | 3.4 | 5.7 | 6.4 | 7.2 | 7.9 | 2.4 | 2.9 | 3.5 | 6.3 | 7.8 | 10.1 | 11.3 | 12.4 | 13.7 | 14.9 |
| | -230 | 8.1 | 9.1 | 14.0 | 16.7 | 18.1 | 4.2 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 3.0 | 3.7 | 4.4 | 7.9 | 9.9 | 12.8 | 14.2 | 15.7 | 17.2 | 18.7 |
| | -240 | 9.9 | 11.1 | 17.0 | 20 | 22 | 5.2 | 8.7 | 9.8 | 11.0 | 12.1 | 3.8 | 4.6 | 5.4 | 9.7 | 12.1 | 15.6 | 17.3 | 19.1 | 21 | 23 |

¹⁾ Temp. de condensación en el punto de burbuja.

Factor de corrección

| Refrigerante | Subenfriamiento [K] | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| R22 | 0.98 | 1 | 1.06 | 1.11 | 1.15 | 1.20 | 1.25 | 1.30 | 1.35 | 1.39 | 1.44 |
| R134a | 0.98 | 1 | 1.08 | 1.13 | 1.19 | 1.25 | 1.31 | 1.37 | 1.42 | 1.48 | 1.54 |
| R404A/R507 | 0.96 | 1 | 1.10 | 1.20 | 1.29 | 1.37 | 1.46 | 1.54 | 1.63 | 1.70 | 1.78 |
| R407C | 0.97 | 1 | 1.08 | 1.14 | 1.21 | 1.27 | 1.33 | 1.39 | 1.45 | 1.51 | 1.57 |

| | |
|--|---|
| <p>Cuando el subenfriamiento ≠ 4 Kentones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Valor de tabla x Factor = Capacidad de planta 2. Capacidad de planta : Factor = Valor de tabla <p>Ejemplo: Refrigerante = R407C $Q_{nom} = 10 \text{ kW}$ $t_e = 0^\circ\text{C}$ $t_c = 55^\circ\text{C}$ $\Delta t_{ub} = 25 \text{ K}$</p> <p>Selección:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. T2, Orificio 04 = $12.4 \text{ kW} \times 1.27 = 15.75 \text{ kW} \rightarrow$ Válvula muy grande <p>Selección correcta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. $10 \text{ kW} / 1.27 = 7.9 \text{ kW} \rightarrow$ T2, Orificio 03 | <p>Elemento termostatico + Válvula + Orificio</p> |
|--|---|

Ejemplo 4.2.5-1

Para una vitrina refrigerada, con una potencia frigorífica de 0,55 kW, selecciona la válvula termostática adecuada, teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Refrigerante R-134a

Temperatura de evaporación $\vartheta_E = 0^\circ C$

Temperatura de condensación $\vartheta_C = 54^\circ C$

SC = SE = 5 K

Igualación de presión interna

MOP +15 °C

Conexiones de soldar en entrada 3/8" y salida 1/2"

Con un SE de 5 K, el factor de corrección es 1 →

$$\frac{\text{Capacidad planta}}{\text{factor}} = \frac{0,55 \text{ kW}}{1} = 0,55 \text{ kW} = \text{Valor tabla}$$

Tabla capacidades → Inyector 0X (0,49 kW a $\vartheta_C = 55^\circ C$ y $\vartheta_E = 0^\circ C$)

Cuerpo válvula TN2 – ref. 068Z3387 o 88 – precio 98,10 euros

Orificio (inyector) 0X – ref. 068 2089 – 40,40 euros

Adaptador (incluye filtro) para soldar tubería de líquido (3/8") – 068 2060 – 33,80 euros

Precios tarifa Beijer 2022 - <https://beijer.es/catalogos>

T-2/TE-2 Elemento Termostático/Cuerpo de válvula. Conexión Roscar-Roscar.

| Gas | Rango N -40°C a +10°C sin MOP | Rango B -60/-25°C con MOP | Conexión Entr. x Sal. | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|--------------|-----------------|
| R-22* | 68Z3206 | - | 3/8x1/2 | T 2 | 300.300.0017 | 123,30 |
| | - | 68Z3228 | 3/8x1/2 | | 300.300.0018 | 125,40 |
| | 68Z3209 | - | 3/8x1/2 | TE 2 | 300.300.0019 | 202,00 |
| | - | 68Z3229 | 3/8x1/2 | | 300.300.0020 | 213,00 |
| R-134a / R513A | 68Z3346 | - | 3/8x1/2 | T 2 | 300.300.0021 | 96,40 |
| | 68Z3348 | - | 3/8x1/2 | TE 2 | 300.300.0022 | 157,70 |
| R-404A | 68Z3400 | - | 3/8x1/2 | T 2 | 300.300.0023 | 96,40 |
| | - | 68Z3410 | 3/8x1/2 | | 300.300.0024 | 97,80 |
| | 68Z3403 | - | 3/8x1/2 | | 300.300.0025 | 157,70 |
| | - | 68Z411 | 3/8x1/2 | TE 2 | 300.300.0026 | 172,50 |
| R-407C | 68Z3501 | - | 3/8x1/2 | | 300.300.0027 | 157,70 |
| | 68Z3496 | - | 3/8x1/2 | T 2 | 300.300.0028 | 96,40 |
| R-407F | 068Z3715 | - | 3/8x1/2 | | 300.300.0029 | 159,70 |
| R-407A | 068Z3714 | - | 3/8 x1/2 | TE2 | 300.300.0030 | 163,90 |
| R-448A / R-449A | 068Z3727 | - | 3/8x1/2 | T2 | 300.300.0261 | 93,00 |
| | 068Z3728 | - | 3/8x1/2 | TE2 | 300.300.0262 | 157,70 |
| R454C | 068Z7483 | - | 3/8X1/2 | T2 | 300.300.0340 | 115,80 |
| | 068Z7485 | - | 3/8X1/2 | TE2 | 300.300.0333 | 182,30 |
| | 068Z7492 (1) | - | 3/8X1/2 | TE2 | 300.300.0334 | 182,30 |

(*) Sólo para reposición.

• MOP= Máxima presión de funcionamiento. Protege el motor del compresor de una evaporación excesiva.

• Modelos con una letra E en la descripción son con igualación externa.

Necesitan instalación de un tubo compensador en la aspiración



C.2

C.3
549**ORIFICIOS PARA VÁLVULAS DE EXPANSIÓN TERMOSÍSTICAS****Roscar-Roscar**

| Capacidad Frigorífica (kW) | | | | | | | | | | K | CÓDIGO DANFOSS | MODELO Orificio | MODELO Cuerpo Válvula | CÓDIGO | Precio EUROS | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------|--------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|-----------------------|---------|--------------|--------------|--|--|--|--|--|
| N: (-40°C a +10°C) | | | | | B: (-60°C a -25°C) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-22/407C | R-134A | R-404A | R-407A | R-407F | R-22/407C | R-404A | -25°C | -25°C | -35°C | | | | | | | | | | | | |
| C.2 | +7,2°C | -25°C | +7°C | -10°C | 0°C | -10°C | 0°C | -10°C | 0°C | 4 | 68-2002 | 0X | T-2/TE-2 | 37,10 | 300.300.0001 | | | | | | |
| | 0,62 | 0,60 | 0,54 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,93 | 0,91 | 1,10 | - | - | - | | | | | | | | | |
| | - | 0,80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40 | | | | | | | | | |
| | 1,34 | 1,17 | 0,91 | 0,81 | 0,93 | 0,85 | 1,8 | 1,7 | 2,00 | 1,90 | 1,1 | 0,71 | | | | | | | | | |
| | - | 1,58 | - | - | - | - | - | - | - | 1,49 | 1,16 | 1,05 | | | | | | | | | |
| | 3,35 | 2,18 | 1,95 | 1,46 | 2,18 | 1,84 | 3,5 | 2,9 | 4,00 | 3,30 | 2,1 | 1,31 | | | | | | | | | |
| | - | 2,94 | - | - | - | - | - | - | - | 2,84 | 2,14 | 1,7 | | | | | | | | | |
| | 5,06 | 3,12 | 2,8 | 2,06 | 3,25 | 2,68 | 4,7 | 3,7 | 5,30 | 4,10 | 2,9 | 1,85 | | | | | | | | | |
| | - | 4,21 | - | - | - | - | - | - | - | 3,92 | 3,02 | 2,48 | | | | | | | | | |
| | 9,05 | 5,57 | 5,01 | 3,69 | 5,8 | 4,79 | 8,1 | 6,2 | 9,10 | 7,10 | 5,3 | 3,32 | | | | | | | | | |
| C.3 548 | - | 7,52 | - | - | - | - | - | - | - | 7,16 | 5,41 | 4,44 | | | | | | | | | |
| | 13,61 | 8,22 | 7,41 | 5,42 | 8,64 | 7,11 | 12,2 | 9,2 | 13,80 | 10,40 | 7,8 | 4,93 | | | | | | | | | |
| | - | 11,10 | - | - | - | - | - | - | - | 10,53 | 8,04 | 6,59 | | | | | | | | | |
| | 17,03 | 10,40 | 9,39 | 6,88 | 10,9 | 8,99 | 16,2 | 12,1 | 18,30 | 13,80 | 9,9 | 6,26 | | | | | | | | | |
| | - | 14,04 | - | - | - | - | - | - | - | 13,37 | 10,2 | 8,37 | | | | | | | | | |
| | 20,73 | 12,75 | 11,46 | 8,4 | 13,3 | 10,97 | 19,4 | 14,5 | 21,90 | 16,40 | 12,1 | 7,64 | | | | | | | | | |
| | - | 17,21 | - | - | - | - | - | - | - | 16,34 | 12,45 | 10,24 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 16,34 | 12,45 | 10,24 | 40 | 68-2009 | 06 | 300.300.0008 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

T-2/TE-2 Elemento Termostático/Cuerpo de válvula. Conexión Roscar-Soldar.

| Gas | Rango N -40°C +10°C sin MOP | Rango B -60/-25°C con MOP | Conexión Entr. x Sal. | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|--------------|-----------------|
| R-134a / R513A | 068Z3383 | - | 3/8 x1/2 | T 2 | 300.300.0031 | 98,10 |
| | 068Z3385 | - | 3/8 x1/2 | TE 2 | 300.300.0032 | 157,70 |
| R-404A | 068Z3414 | - | 3/8 x1/2 | T 2 | 300.300.0033 | 98,10 |
| | - | 068Z3420 | 3/8 x1/2 | | 300.300.0034 | 98,10 |
| R-407C | 068Z3415 | - | 3/8 x1/2 | TE 2 | 300.300.0035 | 157,70 |
| | - | 068Z3421 | 3/8 x1/2 | | 300.300.0036 | 157,70 |
| R-407F | 068Z3716 | - | 3/8 x1/2 | T2 | 300.300.0038 | 164,00 |
| R-407A | 068Z3713 | - | 3/8 x1/2 | TE2 | 300.300.0039 | 172,50 |
| R-448A / R-449A | 068Z3729 | - | 3/8 x1/2 | T2 | 300.300.0263 | 98,00 |
| | 068Z3730 | - | 3/8 x1/2 | TE2 | 300.300.0264 | 160,90 |
| R-452A | 068Z3806 | - | 3/8 x 1/2 | T2 | 300.300.0285 | 97,80 |
| | 068Z3807 | - | 3/8 x 1/2 | TE2 | 300.300.0286 | 157,70 |
| R454C | 068Z7490 | - | 3/8X1/2 | T2 | 300.300.0341 | 115,80 |
| | 068Z7492 | - | 3/8X1/2 | TE2 | 300.300.0334 | 182,30 |



- Válvulas de expansión termostática Series T-2/TE-2 (Conexión equilibrador externo de presión).
- Controla la entrada de refrigerante líquido (menor presión) en el evaporador.
- La elección de la válvula de expansión termostática se realiza teniendo en cuenta: refrigerante, capacidad del evaporador, presión de evaporación, presión de condensación, subenfriamiento, caída de presión a través de la válvula y la igualación de presión interna o externa.
- No vale cualquier tipo de orificio. Hay que tener en cuenta la potencia necesaria. Hay que ver el tipo de válvula para el que se puede utilizar el conjunto de orificio.
- Válvulas para potencia frigorífica nominal de 0,2 a 14 kW nominales.
- Conexiones a roscar o soldar en función del cuerpo elegido.
- Tº de condensación +45; subenfriamiento 4 y 40K y Tº de evaporación distinta para cada columna.
- 4K (Aplicación Standard) y 40K (Aplicación baja temperatura con 4subenfriador de líquido)
- El elemento termostático está equipado con una etiqueta que indica: tipo de válvula, rango de temperatura de evaporación, punto MOP, refrigerante, presión máxima de prueba PS/MWP.

Orificios (inyectores) roscar-soldar

Roscar-Solder

| Capacidad Frigorífica (kW) | | | | | | | | | | | | K | CÓDIGO DANFOSS | MODELO Orificio | MODELO Cuerpo Válvula | CÓDIGO | Precio EUROS | | | | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|-----------------|-----------------------|--------|--------------|--|--|--|--|--|--|
| N: (-40°C a +10°C) | | | | | | B: (-50°C a -25°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R-22/407C | R-134A | R-404A | R-407A | R-407F | R-22/407C | R-404A | -25°C | -25°C | -35°C | - | - | | | | | | | | | | | | |
| +7,2°C | -25°C | +7°C | -10°C | 0°C | -10°C | 0°C | -10°C | 0°C | -10°C | -25°C | -25°C | 4 | 68-2089 | 0X | T-2/TE-2 | 40,40 | | | | | | | |
| 0,62 | 0,60 | 0,54 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,93 | 0,91 | 1,10 | 1,00 | - | - | - | 40 | | 300.300.0009 | | | | | | | | |
| - | 0,80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 40 | | 300.300.0010 | | | | | | | | |
| 1,34 | 1,17 | 0,91 | 0,81 | 0,93 | 0,85 | 1,8 | 1,7 | 2,00 | 1,90 | 1,1 | 0,71 | 0,65 | 4 | 68-2090 | 00 | | | | | | | | |
| - | 1,58 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1,49 | 1,16 | 1,05 | 40 | | 300.300.0011 | | | | | | | | |
| 3,35 | 2,18 | 1,95 | 1,46 | 2,18 | 1,84 | 3,5 | 2,9 | 4,00 | 3,30 | 2,1 | 1,31 | 1,04 | 4 | 68-2091 | 01 | | | | | | | | |
| - | 2,94 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2,84 | 2,14 | 1,7 | 40 | | 300.300.0012 | | | | | | | | |
| 5,06 | 3,12 | 2,8 | 2,06 | 3,25 | 2,68 | 4,7 | 3,7 | 5,30 | 4,10 | 2,9 | 1,85 | 1,52 | 4 | 68-2092 | 02 | | | | | | | | |
| - | 4,21 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3,92 | 3,02 | 2,48 | 40 | | 300.300.0013 | | | | | | | | |
| 9,05 | 5,57 | 5,01 | 3,69 | 5,8 | 4,79 | 8,1 | 6,2 | 9,10 | 7,10 | 5,3 | 3,32 | 2,72 | 4 | 68-2093 | 03 | | | | | | | | |
| - | 7,52 | - | - | - | - | - | - | - | - | 7,16 | 5,41 | 4,44 | 40 | | 300.300.0014 | | | | | | | | |
| 13,61 | 8,22 | 7,41 | 5,42 | 8,64 | 7,11 | 12,2 | 9,2 | 13,80 | 10,40 | 7,8 | 4,93 | 4,04 | 4 | 68-2094 | 04 | | | | | | | | |
| - | 11,10 | - | - | - | - | - | - | - | - | 10,53 | 8,04 | 6,59 | 40 | | 300.300.0015 | | | | | | | | |
| 17,03 | 10,40 | 9,39 | 6,88 | 10,9 | 8,99 | 16,2 | 12,1 | 18,30 | 13,80 | 9,9 | 6,26 | 5,14 | 4 | 68-2095 | 05 | | | | | | | | |
| - | 14,04 | - | - | - | - | - | - | - | - | 13,37 | 10,2 | 8,37 | 40 | | 300.300.0016 | | | | | | | | |
| 20,73 | 12,75 | 11,46 | 8,4 | 13,3 | 10,97 | 19,4 | 14,5 | 21,90 | 16,40 | 12,1 | 7,64 | 6,28 | 4 | 68-2096 | 06 | | | | | | | | |
| - | 17,21 | - | - | - | - | - | - | - | - | 16,34 | 12,45 | 10,24 | 40 | | | | | | | | | | |

- Conjuntos de Orificio con filtro

Adaptador a Solder

| Medidas | CÓDIGO Danfoss | MODELO Válvula | CÓDIGO | Precio EUROS |
|---------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1/4 | 068-2062 | T-2/TE-2 | 300.300.0213 | 33,80 |
| 3/8 | 068-2060 | | 300.300.0174 | |

**BEIJER REF**

5 Ejercicios

Ejercicio 5-1

Indica qué tipos de compresores conoceas.

¿En una sala de máquinas de reducido espacio, qué tipo de compresor recomendarías?

¿En una instalación que exija un compresor que se pueda reparar en caso de avería, qué compresor recomendarías?

¿En un mueble frigorífico que incorpore el circuito frigorífico, qué tipo de compresor se montará?

Ejercicio 5-2

A igual potencia, qué condensador será más compacto, uno refrigerado por aire o uno refrigerado por agua. Razona tu respuesta.

Ejercicio 5-3

En una instalación un condensador es sustituido por otro de mayor capacidad. ¿Cómo afecta el cambio de condensador al subenfriamiento ?

Ejercicio 5-4

¿En embarcaciones, qué tipo de condensador se utiliza habitualmente?

Ejercicio 5-5

Explica el funcionamiento de un condensador, indicando cómo evoluciona la temperatura, el estado y la presión del refrigerante, desde la entrada a la salida.

Ejercicio 5-6

Explica el funcionamiento de un evaporador, indicando cómo evoluciona la temperatura, el estado y la presión del refrigerante, desde la entrada a la salida.

Ejercicio 5-7

En un evaporador se forma escarcha reduciendo su caudal de aire. Cómo afecta al flujo de calor que absorbe y a la temperatura de evaporación?

Ejercicio 5-8

Explica el funcionamiento de un tubo capilar. Indica cómo influyen sus dimensiones en la expansión.

¿En qué tipos de instalaciones se utilizan?

¿Qué hay que tener en cuenta al recargar el refrigerante en una instalación con tubo capilar?

Ejercicio 5-9

¿En una instalación se ha sustituido el tubo capilar por otro de menor diámetro. Cómo afecta al sobrecalentamiento?

Ejercicio 5-10

Explica el funcionamiento de una VET.

Ejercicio 5-11

¿Cuándo es necesario montar una VET con igualación de presión externa?

Ejercicio 5-12

¿Si el bulbo de una VET pierde su carga, cómo afecta a la instalación?

Ejercicio 5-13

¿Si el resorte de una VET deja de hacer presión sobre la membrana, cómo afecta a la instalación?

Ejercicio 5-14

¿Si se aumenta la presión del resorte de una VET, cómo afecta al sobrecalentamiento y al rendimiento del evaporador?

Ejercicio 5-15

En un evaporador, en el que se produce una caída de presión de 2 bar, se monta una válvula sin igualación de presión externa, diseñada para mantener un sobrecalentamiento de 5 K.

La presión de evaporación a la salida de la VET es de 4 bar y el refrigerante es R134a

¿Qué sobrecalentamiento resulta de utilizar esta VET?

Ejercicio 5-16

Una VET inyecta R134a en un evaporador, la membrana se encuentra en equilibrio

($p_b = p_E + p_r$) a una presión de evapòración de $p_E = 2,5 \text{ bar}$ un sobrecaleamiento de 15 K.

Indica la presión del refrigerante en el bulbo y la presión que ejerce el resorte.

Si se ajusta el resorte de la válvula, bajando su presión 0,5 bar, cual será el sobrecaleamiento?

Ejercicio 5-17

¿Suponiendo que el bulbo de una VET no haya sido aislado térmicamente, cómo afectaría al sobrecaleamiento y a la capacidad del evaporador?

Ejercicio 5-18

En un evaporador con VET (R134a) de igualación de presión interna, ajustada a 10 K de sobrecaleamiento, la presión de evaporación es de $p_E = 2 \text{ bar}$. ¿Si la caída de presión en el evaporador es de 0,5 bar, cómo afecta a la potencia frigorífica y al sobrecaleamiento?

Ejercicio 5-19

Una instalación frigorífica está funcionando a temperatura de evaporación constante. A causa de una obstrucción en el paso de aire del condensador, aumenta la temperatura de condensación. Cómo afecta esta subida de temperatura al trabajo de compresión?

Ejercicio 5-20

En una instalación con R134a, las temperaturas son $\vartheta_e = -10^\circ\text{C}$ y $\vartheta_c = 45^\circ\text{C}$ y el subenfriamiento es de 2 K.

¿Cuál es la capacidad de un orificio 03 (ver tabla pág. 56)?

Ejercicio 5-21

En una instalación con R22, las temperaturas son $\vartheta_e = -30^\circ\text{C}$ y $\vartheta_c = 55^\circ\text{C}$ y el subenfriamiento 45 K. La potencia nominal de la planta es de 7 kW.

¿Cuál es el orificio a elegir ?

6 Componentes mecánicos del circuito

Los componentes mecánicos del circuito frigorífico, complementan a los principales comentados en los apartados anteriores, se trata de:

- Válvulas

Válvulas de bola

Estas válvulas se utilizan para cortar el paso del refrigerante manualmente. Suelen montarse a la entrada y salida de componentes del circuito, permitiendo aislar el componente para sustituir o repararlo. En instalaciones grandes con diversos evaporadores permiten cerrar el paso a partes del circuito.

| <i>Toma de Presión Tipo OBUS</i> | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|---------------|----------|--------------|----------------------|---------------|---------------|
| Soldar ODF | Kv m³/h | CÓDIGO Dafoss | MODELO | CÓDIGO | CÓDIGO Dafoss Actual | CÓDIGO Actual | Precio EUROS |
| 1/4" | 1,96 | 009G7050 | GBC-6s | 306.300.0013 | 009L7050 | 306.300.0067 | 81,60 |
| 3/8" | 5,68 | 009G7051 | GBC-10s | 306.300.0014 | 009L7051 | 306.300.0068 | 85,00 |
| 1/2" | 10,58 | 009G7052 | GBC-12s | 306.300.0015 | 009L7052 | 306.300.0069 | 87,40 |
| 5/8" | 14,11 | 009G7053 | GBC-16s | 306.300.0016 | 009L7053 | 306.300.0070 | 91,50 |
| 3/4" | 20,42 | 009G7054 | GBC-18s | 306.300.0017 | 009L7054 | 306.300.0071 | 115,80 |
| 7/8" | 28,17 | 009G7055 | GBC-22s | 306.300.0018 | 009L7055 | 306.300.0072 | 115,90 |
| 1 1/8" | 51,95 | 009G7056 | GBC-28s | 306.300.0019 | 009L7056 | 306.300.0073 | 183,30 |
| 1 3/8" | 80,89 | 009G7057 | GB C-35s | 306.300.0020 | 009L7057 | 306.300.0074 | 293,00 |
| 1 5/8" | 121,07 | 009G7058 | GB C-42s | 306.300.0021 | 009L7058 | 306.300.0075 | 328,00 |
| 2 1/8" | 224,96 | 009G7059 | GB C-54s | 306.300.0022 | 009L7059 | 306.300.0076 | 517,00 |
| 2 5/8" | 245,78 | 009G7066 | GB C-67s | 306.300.0023 | 009L7066 | 306.300.0077 | 842,00 |

- Válvulas de cierre manual y bidireccional
- Se utilizan en tuberías de líquido, de aspiración y de gas caliente, en instalaciones de refrigeración, congelación y aire acondicionado.
- Rango de temperatura: - 40°C a +150°C
- Máxima presión de trabajo: 45 bar



— *Equipos, Componentes y Repuestos para Refrigeración y Aire Acondicionado*

BEIJER REF

Válvulas de alivio de seguridad

Estas válvulas están ajustadas de fábrica a un valor de presión fijo. Se montan en el recipiente de líquido. Si la presión supera el valor de ajuste de la válvula (presión de timbre), esta abre y libera refrigerante al entorno.

Válvulas de Seguridad Paso Ángulo

| Sección de paso mm ² | Capacidad descarga | | | Conexiones Roscar | | Presión Timbre (Bar) | Refrigerante | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|---------------------------------|--------------------|--|-------|-------------------|----------|----------------------|--------------|----------|--------------|--------------|
| | kg/aire 20°C | kg/h refrigerante T ^o Sat. °C | 100°C | Entr. NPT | Sal. SAE | | | | | |
| 38 | 439 | 876 | 775 | 1/4" M | 3/8" M | 20,5 | R-134A | 3060/23C | 307.301.0001 | 44,00 |
| | 511 | 954 | 829 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0002 | 44,00 |
| | 583 | 1311 | 1022 | | | 27 | R-404A | | 307.301.0003 | 44,00 |
| | 885 | 2316 | 1411 | | | 43 | R410A | | 307.301.0004 | 47,10 |
| | 923 | 1482 | 1085 | | | 45 | R744 | | 307.301.0005 | 47,10 |
| 38 | 481 | 959 | 849 | 3/8" M | 1/2" M | 20,5 | R-134A | 3060/34C | 307.301.0006 | 49,30 |
| | 560 | 1044 | 907 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0007 | 49,30 |
| | 639 | 1436 | 1120 | | | 27 | R-404A | | 307.301.0008 | 49,30 |
| | 969 | 2537 | 1545 | | | 43 | R410A | | 307.301.0009 | 52,50 |
| | 1011 | 1623 | 1166 | | | 45 | R744 | | 307.301.0010 | 52,50 |
| 70,9 | 577 | 1152 | 1020 | 1/2" M | 5/8" M | 20,5 | R-134A | 3060/45C | 307.301.0011 | 51,40 |
| | 672 | 1254 | 1090 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0012 | 51,40 |
| | 767 | 1725 | 1345 | | | 27 | R-404A | | 307.301.0013 | 51,40 |
| | 1164 | 3047 | 1856 | | | 43 | R410A | | 307.301.0014 | 54,80 |
| | 1215 | 1949 | 1401 | | | 45 | R744 | | 307.301.0015 | 54,80 |
| 78,5 | 1166 | 2300 | 2020 | 1/2" M | 3/4" G | 20,5 | R-134A | 3060/46C | 307.301.0016 | 60,60 |
| | 1539 | 2875 | 2480 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0017 | 60,60 |
| | 1756 | 3948 | 3079 | | | 27,5 | R-404A | | 307.301.0018 | 60,60 |
| | 2664 | 6972 | 4247 | | | 43 | R410A | | 307.301.0019 | 63,80 |
| | 2779 | 4460 | 3205 | | | 45 | R744 | | 307.301.0020 | 63,80 |
| 113 | 1636 | 3201 | 2828 | 1/2" M | 3/4" G | 20,5 | R-134A | 3030/44C | 307.301.0021 | 172,00 |
| | 2048 | 3812 | 3301 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0022 | 172,00 |
| | 2337 | 5151 | 4083 | | | 27,5 | R-404A | | 307.301.0023 | 172,00 |
| | 3689 | 10160 | 5913 | | | 43 | R410A | | 307.301.0024 | 175,00 |
| | 5846 | 5846 | 4244 | | | 45 | R744 | | | |
| 113 | 1759 | 3523 | 3070 | 3/4" M | 3/4" G | 20,5 | R-134A | 3030/66C | 307.301.0025 | 172,00 |
| | 2048 | 3812 | 3301 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0026 | 172,00 |
| | 2337 | 5151 | 4083 | | | 27,5 | R-404A | | 307.301.0027 | 172,00 |
| | 3689 | 10160 | 5913 | | | 43 | R410A | | 307.301.0028 | 175,00 |
| | 5846 | 5846 | 4244 | | | 45 | R744 | | | |
| 298 | 3978 | 7784 | 6878 | 1" M | 1 1/4" G | 20,5 | R-134A | 3030/88C | 307.301.0029 | 319,00 |
| | 4981 | 9271 | 8029 | | | 24 | R-407C | | 307.301.0030 | 319,00 |
| | 5683 | 12528 | 9930 | | | 27,5 | R-404A | | 307.301.0031 | 319,00 |
| | 8971 | 24709 | 14380 | | | 43 | R410A | | 307.301.0032 | 322,00 |
| | 14218 | 14218 | 10323 | | | 45 | R744 | | | |



- La rosca NPT tiene rosca cónica macho y hembra que sella con cinta de teflón o un compuesto para unir.

Válvulas de retención (antiretorno)

Estas válvulas únicamente dejan pasar el fluido en un sentido, impidiendo el retorno en sentido contrario.

VALVULAS DE RETENCIÓN

Válvula Retención Paso Ángulo

| Conexiones ODS | Kv m ³ /h | Presión Difer. Bar | CÓDIGO Danfoss | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|----------------|----------------------|--------------------|----------------|----------|--------------|---------------|
| 7/8" | 8,5 | 0,04 | 201020 | NRV-22S | 308.300.0001 | 164,00 |
| 7/8" | | 0,3 | 201032 | NRVH-22S | 308.300.0002 | 188,60 |
| 7/8" | | 0,04 | 201060 | NRV-22S | 308.300.0003 | 164,00 |
| 7/8" | | 0,3 | 201072 | NRVH-22S | 308.300.0004 | 188,60 |
| 1-1/8" | 19 | 0,04 | 201021 | NRV-28S | 308.300.0005 | 347,00 |
| 1-1/8" | | 0,3 | 201029 | NVRH-28S | 308.300.0006 | 371,00 |
| 1-1/8" | | 0,04 | 201056 | NRV-28S | 308.300.0007 | 347,00 |
| 1-3/8" | 29 | 0,04 | 201026 | NRV-35S | 308.300.0008 | 409,00 |
| 1-3/8" | | 0,04 | 201061 | NRV-35S | 308.300.0009 | 409,00 |
| 1-3/8" | 19 | 0,3 | 201034 | NRVH-35S | 308.300.0010 | 472,00 |



Válvula Retención Paso Recto

| Conexiones | Kv m ³ /h | Presión Difer. Bar | CÓDIGO Danfoss | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|------------|----------------------|--------------------|----------------|--------|-----------|----------------------------|
| SAE | ODS | | | | | |
| 1/4" | - | 0,56 | - | 201040 | NRV-6 | 308.300.0011 55,60 |
| - 1/4" | | | 0,07 | 201010 | NRV-6S | 308.300.0012 55,70 |
| 3/8" | - | 1,43 | - | 201041 | NRV-10 | 308.300.0013 64,20 |
| - 3/8" | | | 0,07 | 201011 | NRV-10S | 308.300.0014 64,30 |
| - 3/8" | | | 0,3 | 201046 | NRV-10S | 308.300.0015 76,10 |
| 1/2" | - | 2,05 | 0,05 | 201042 | NRV-12 | 308.300.0016 68,60 |
| - 1/2" | | | 0,05 | 201012 | NRV-12S | 308.300.0017 68,50 |
| - 1/2" | | | 0,3 | 201039 | NRVH-12S | 308.300.0018 81,30 |
| 5/8" | - | 3,6 | 0,05 | 201043 | NRV-16 | 308.300.0019 82,30 |
| - 5/8" | | | 0,05 | 201018 | NRV-16S | 308.300.0020 82,30 |
| - 5/8" | | | 0,3 | 201038 | NRVH-16S | 308.300.0021 93,40 |
| 3/4" | - | 5,5 | 0,05 | 201044 | NRV-19 | 308.300.0022 102,50 |
| - 3/4" | | | 0,05 | 201019 | NRV-19S | 308.300.0023 90,20 |
| - 3/4" | | | 0,3 | 201023 | NRVH-19 S | 308.300.0024 116,90 |
| - 7/8" | | | 0,05 | 201054 | NRV-19 | 308.300.0025 90,30 |
| - 7/8" | | | 0,3 | 201066 | NRVH-19 S | 308.300.0026 113,70 |

- La presión diferencial indicada es la mínima a la cual la válvula está completamente abierta.
- Los modelos NVRH con muelles más resistentes ($A_p = 0,3$ bar) se utilizan en la tubería de descarga de compresores conectados en paralelo.
- Kv = Caudal de agua m³/h con una caída de presión en la válvula de 1 bar.

Válvulas solenoides (electroválvulas)

Las válvulas solenoides están compuestas por un cuerpo de válvula, sobre el que se monta una bobina. Al recibir tensión la bobina, crea un campo magnético que abre el paso al refrigerante a través del cuerpo de la válvula. Las válvulas se ofrecen como normalmente cerradas (NC, normally closed) o normalmente abiertas (NO, normally open). Libres de tensión, las electroválvulas NC se encuentran cerradas y las NO abiertas. Con tensión, invierten su estado → NC abiertas, NO cerradas. Si se da tensión a la bobina sin estar montada sobre la válvula, la bobina se avería por sobrecalentamiento.

Válvulas Solenoides Serie EVR/EVRH



CUERPO VÁLVULA SOLENOIDE 2 VÍAS NC (SIN BOBINAS)

| Tensión Bobina | Roscar SAE | Soldar OOF | Apertura Manual | kv (m³/h) | CÓDIGO Danfoss | MODELO Válvula | CÓDIGO Danfoss Actual | MODELO Válvula Actual | CÓDIGO* | CÓDIGO Actual | Precio EUROS |
|----------------|------------|------------|-----------------|-----------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------|--------------|
| c.a. / c.c. | 1/2" | 1/2" | No | 1,9 | 032G1054 | EVRH-10 | 032L1217 | EVR-10 | 302.300.0001 | 302.300.0194 | 170,50 |
| | 5/8" | 5/8" | No | 2,6 | 032G1056 | EVRH-15 | 032L1228 | EVR-15 | 302.300.0002 | 302.300.0195 | 281,00 |
| | 7/8" | 7/8" | No | 5 | 032G1057 | EVRH-20 | 032L1240 | EVR-20 | 302.300.0003 | 302.300.0196 | 405,00 |

- Amplia gama de bobinas de corriente alterna (c.a.) y continua (c.c.)
- Para aplicaciones con R-410A, R-744 (C02), R-404A, R-407C
- Diseñadas para temperaturas del fluido de +105°C
- Máxima presión de diseño a 45,2 bar.
- Disponible con conexión alargada para soldar de hasta 7/8" y su soldadura se puede realizar sin desmontar la válvula
- (NC): Válvulas normalmente cerradas
- Selección bobina página 15.



CUERPO VÁLVULA SOLENOIDE 2 VÍAS NO (SIN BOBINA)

| Tipo Bobina | Capac. Frigorífica (kW) T° Evaporación (-10°C) | | | Roscar SAE | Soldar ODF | CÓDIGO Danfoss | MODELO Válvula | CÓDIGO Danfoss Actual | MODELO Válvula Actual | CÓDIGO* | CÓDIGO Actual | Precio EUROS |
|-----------------------------|---|--------|--------|------------|------------|----------------|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------|--------------|
| | R-407C | R-404A | F-134a | | | | | | | | | |
| No usar de doble frecuencia | 15,13 | 11,20 | 14,80 | 3/8" | - | 032F8085 | EVR-6 | 032L8085 | EVR-6 | 302.300.0004 | 302.300.0197 | 193,90 |
| | | | | - | 3/8" | 032F1290 | | 032L1290 | | 302.300.0005 | 302.300.0198 | 193,90 |
| | 35,91 | 20,70 | 35,30 | 1/2" | - | 032F8090 | EVR-10 | 032L8090 | EVR-10 | 302.300.0006 | 302.300.0199 | 251,00 |
| | | | | - | 1/2" | 032F1291 | | 032L1291 | | 302.300.0007 | 302.300.0200 | 251,00 |
| | 49,16 | 36,50 | 48,30 | - | 5/8" | 032F1299 | EVR-15 | 032L1299 | EVR-15 | 302.300.0009 | 302.300.0201 | 357,00 |
| | | | | - | 7/8" | 032F3270 | | 032L3270 | | 302.300.0010 | 302.300.0202 | 370,00 |
| | 94,94 | 70,30 | 92,80 | - | 7/8" | 032F1260 | EVR-20 | 032L1260 | EVR-20 | 302.300.0011 | 302.300.0203 | 487,00 |
| | | | | - | 1 1/8" | 032F1269 | | 032L1269 | | 302.300.0012 | 302.300.0204 | 487,00 |
| | 113,74 | 84,30 | 111,00 | - | 1 3/8" | 032F3268 | EVR-22 | 032L3268 | EVR-22 | 302.300.0013 | 302.300.0205 | 515,00 |

- Rendimientos indicados con T° de evaporación a -10°C; T° de líquido a +25°C • Pérdida de carga en válvula de 0,15 bar.
- (No): válvulas normalmente abiertas.
- Selección bobina página 15.



BOBINAS PARA VÁLVULA SOLENOIDES

Bobinas Corriente Alterna BE (Standard) 10W-21 bar

| Tipo de Válvula | Conección Eléctrica | Alimentación Eléctrica | CÓDIGO Danfoss | CÓDIGO | Precio EUROS |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|----------------|--------------|--------------|
| EVR-3->40 (NC) | Caja Terminal IP67 | 24V/50Hz | 018F6707 | 302.300.0061 | 72,20 |
| EVR-6->22 (NO) (1) | | 220-230V/50Hz | 018F6701 | 302.300.0062 | |
| EVH-3->10, EVRC(1) | Clavijas Amp + Tapa Protección IP20 | 24V/50Hz | 018F6182 | 302.300.0063 | 46,80 |
| EVRA, EVRAT(1), EVRS/EVRST (1) | | 220-230V/50Hz | 018F6176 | 302.300.0064 | |
| PKVD, EVM (NC) | 1m CABLE de 3 hilos IP67 | 24V/50Hz | 018F6257 | 302.300.0065 | 72,20 |
| EVSI (1) | | 220-230V/50Hz | 018F6251 | 302.300.0066 | |

Bobinas ATEX Modelo BV 11W

| Tipo de Válvula | Conección Eléctrica | Alimentación Eléctrica | CÓDIGO Danfoss | CÓDIGO | Precio EUROS |
|-----------------|---------------------|------------------------|----------------|--------------|--------------|
| EVR 2 - 3 (NC) | Cable 1 mm IP-67 | 230VAC | 018Z6122 | 302.300.0164 | 76,80 |
| | | 24 VAC | 018Z6120 | 302.300.0168 | 74,80 |



BE



BG



BV

Termostatos

Un termostato permite seleccionar una temperatura, a la que se conectará o desconectará un dispositivo. En los modelos de la siguiente tabla, la sonda de temperatura es un tubo capilar que contiene un gas. El cambio del volumen del gas en función de la temperatura acciona un conmutador eléctrico. En los siguientes modelos se selecciona la temperatura de consigna con el mando principal y se puede ajustar la temperatura diferencial entre temperatura de apagado y encendido.


SALVADOR ESCODA S.A.[®]
www.salvadorescoda.com

TARIFA DE PRECIOS
I.V.A. no incl. Consulte posibles actualizaciones



TERMOSTATOS BULBO Y CAPILAR





mods. KP

Serie "KP"

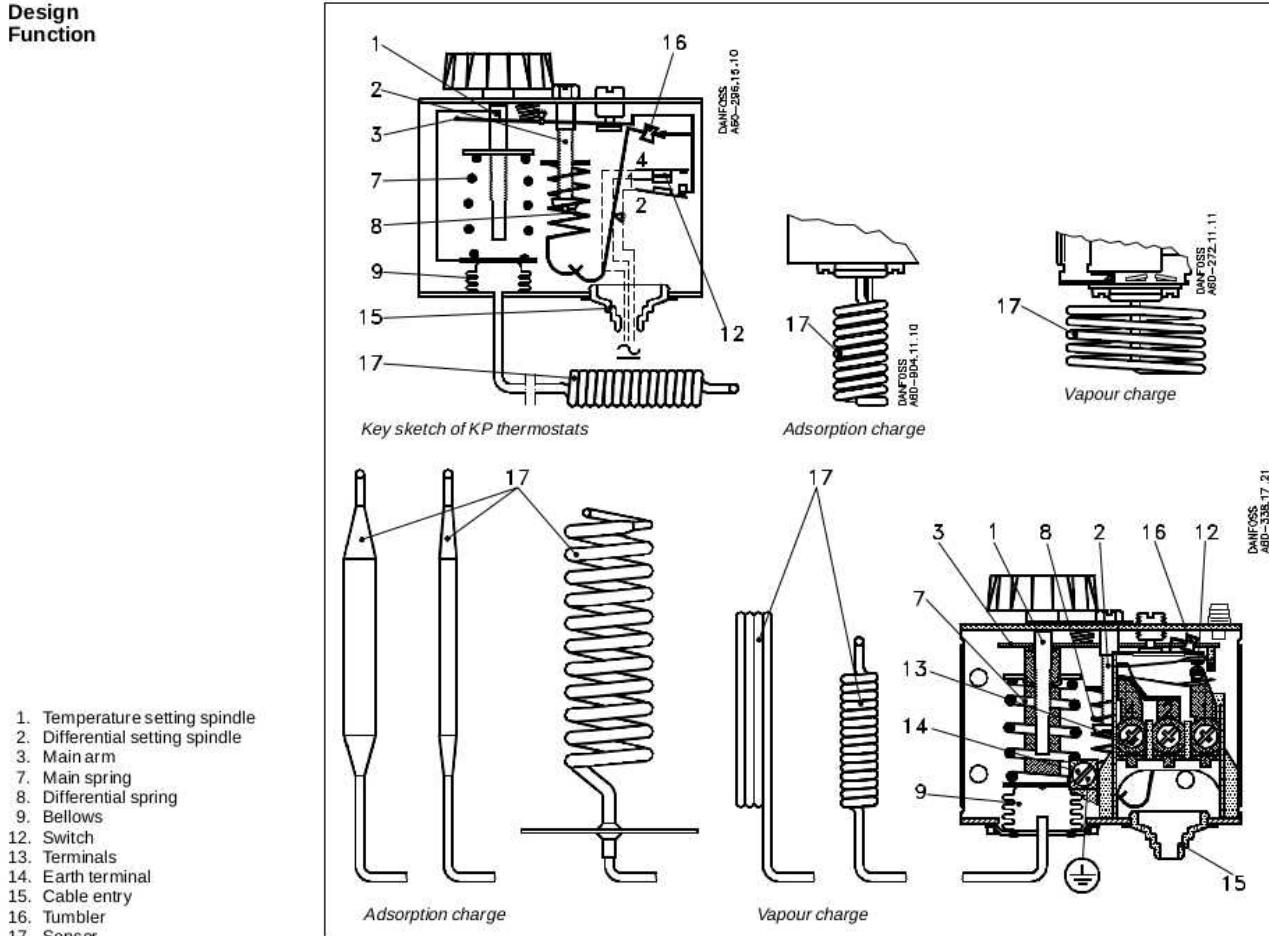
| Código | Modelo | Diferencial °C | Escala °C | Long. capilar | Código DANFOSS | € |
|--|--------|----------------|-----------|---------------|----------------|--------|
| TERMOSTATO CON CAPILAR FINAL ENROLLADO 2M | | | | | | |
| CF09001 | KP-61 | 1,5 a 15 | -30/+13 | 2 m. | 60L1102 | 117,00 |
| CF09002 | KP-61 | 1,5 a 15 | -30/+15 | 2 m. | 60L1103 | 110,00 |
| CF09004 | KP-61 | Fijo 2 | -30/+15 | 2 m. | 60L1105 | 110,00 |
| CF09008 | KP-69 | 2 a 15 | -5/+35 | 2 m. | 60L1112 | 124,00 |
| TERMOSTATO CARGA DE ABSORCIÓN | | | | | | |
| CF09021 | KP-71 | 2,2 a 9 | -5/+20 | 2 m. | 60L1113 | 138,00 |
| CF09035 | KP-77 | 3,5 a 10 | +20/+60 | 2 m. | 60L1121 | 161,00 |

D


mods. RT

Serie "RT" (Industrial)

| Código | Modelo | Diferencial | | Escala °C | Long. capilar | Código DANFOSS | € |
|--|----------------------------------|-------------|--------|-----------|---------------|----------------|--------|
| | | T.Baja | T.Alta | | | | |
| TERMOSTATO AMBIENTE BULBO ENROLLADO | | | | | | | |
| CF09053 | RT 4 | 1,5/7 | 0,8/4 | -5/+30 | — | 17-5036 | 356,00 |
| CF09051 | RT 11 | 2/10 | 2/12 | 0/+30 | — | 17-5083 | 436,00 |
| CF09079 | RT 34 | 2/10 | 2/12 | -25/+15 | — | 17-5118 | 292,00 |
| TERMOSTATO CAPILAR CON BULBO A DISTANCIA 2 METROS | | | | | | | |
| CF09069 | RT 14 | 1,5/8 | 1,7/10 | -5/+30 | 2 m. | 17L5099 | 387,00 |
| CF09086 | RT 14L | Zona N | 1,5/5 | -5/+30 | 2 m. | 17L0034 | 505,00 |
| CF09047 | RT 3 | 2,5/9 | 1/4 | -25/+15 | 2 m. | 17L5014 | 466,00 |
| CF09043 | RT 9 | 2/10 | /4 | -45/-15 | 2 m. | 17L5066 | 317,00 |
| ACESORIOS PARA PRESOSTATOS TERMOSTATOS KP | | | | | | | |
| CF09099 | Placa fijación ángulo para KP/MP | | | | 60-1056 | 10,00 | |
| CF09090 | Protector bulbo de acero | | | | 17-4369 | 208,00 | |

**Design
Function**


1. Temperature setting spindle
2. Differential setting spindle
3. Main arm
7. Main spring
8. Differential spring
9. Bellows
12. Switch
13. Terminals
14. Earth terminal
15. Cable entry
16. Tumbler
17. Sensor

The switch in the KP has a snap-action function and the bellows move only when the cut-in or cut-out value is reached.

The design of the KP thermostat affords the following advantages:

- high contact load
- ultra-short bounce time
- vibration resistance up to 4 g in the range 0-1000 Hz
- long mechanical and electrical life.

Un termostato de alta, límita la temperatura hacia arriba. Un ejemplo de utilización sería desconectar un motor al llegar este a la temperatura máxima permitida.

En los termostatos de alta, la temperatura de consigna es la temperatura máxima (temperatura de desconexión), a la que se desconecta el motor. El termostato vuelve a conectar el motor a la temperatura de conexión, que es menor a la temperatura de desconexión. El diferencial de temperatura entre desconexión y conexión es ajustable en el termostato.

$$v_{desconexión} > v_{conexión} \quad \text{y} \quad v_{desconexión} - v_{conexión} = \Delta v \quad \text{diferencial de temperatura}$$

$$\text{Ejemplo: } v_{desconexión} = 50^\circ\text{C}, \quad v_{conexión} = 40^\circ\text{C}, \quad \Delta v = v_{desconexión} - v_{conexión} = 50^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 10\text{K}$$

Un termostato de baja, limita la temperatura hacia abajo. Un ejemplo de utilización sería cerrar el paso del refrigerante a un evaporador, actuando sobre una electroválvula, al alcanzarse la temperatura de consigna en la cámara frigorífica.

En los termostatos de baja, la temperatura de consigna es la temperatura mínima (temperatura de desconexión), a la que se cierra el paso al refrigerante. El termostato vuelve a abrir la válvula a la temperatura de conexión, que es mayor a la temperatura de desconexión. El diferencial de temperatura entre desconexión y conexión es ajustable en el termostato.

$$v_{desconexión} < v_{conexión} \quad \text{y} \quad v_{conexión} - v_{desconexión} = \Delta v \quad \text{diferencial de temperatura}$$

Ejemplo: $v_{desconexión} = -20^{\circ}\text{C}$, $v_{conexión} = -10^{\circ}\text{C}$,

$$\Delta v = v_{conexión} - v_{desconexión} = -10^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 10\text{K}$$

Presostatos

Un presostato permite seleccionar una presión, a la que se conectará o desconectará un dispositivo.

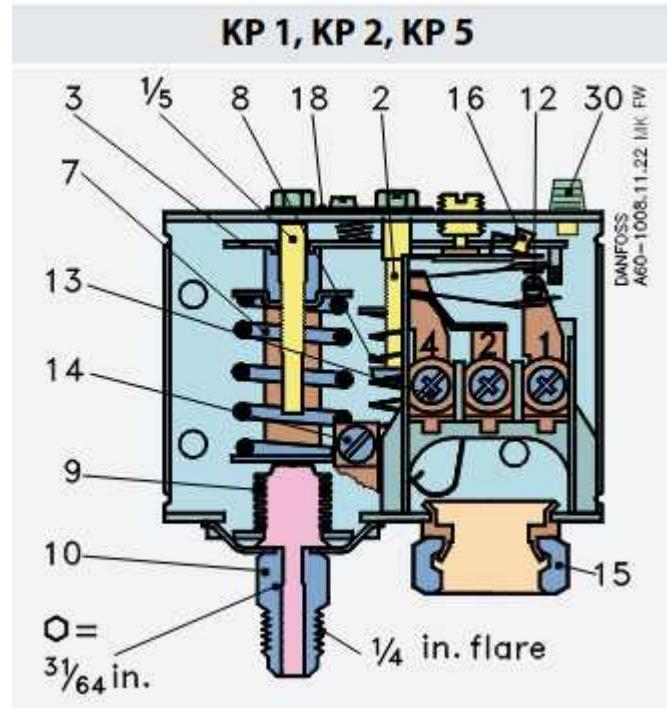
En las instalaciones frigoríficas se utilizan para evitar que la alta presión supere un límite (presostato de alta) y para evitar que la baja presión caiga por debajo de un límite (presostato de baja).



D



| Código | Modelo | Baja Presión (LP) | | Alta Presión (HP) | | Rearme | | Código DANFOSS | € |
|---|------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------|
| | | Gama Regul. | Dif. Ap bar | Gama Regul. | Dif. Ap bar | Baja P. (LP) | Alta P. (HP) | | |
| BAJA PRESIÓN Serie KP | | | | | | | | | |
| CF09101 | KP 1 | 0,2/7,5 | 0,7/4,0 | — | — | Aut. | — | 60-110166 | 93,00 |
| CF09102 | KP 1 | 0,9/7,0 | fijo 0,7 | — | — | Man. | — | 60-110366 | 98,00 |
| CF09103 | KP 2** | 0,2/5,0 | 0,4/1,5 | — | — | Aut. | — | 60-112066 | 92,00 |
| ALTA PRESIÓN Serie KP | | | | | | | | | |
| CF09111 | KP 5 | — | — | 8/32 | 1,8/6,0 | — | Aut. | 60-117166 | 93,00 |
| CF09112 | KP 5 | — | — | 8/32 | fijo 3 | — | Man. | 60-117366 | 98,00 |
| COMBINADOS ALTA Y BAJA Serie KP | | | | | | | | | |
| CF09121 | KP 15 (1) | 0,2/7,5 | 0,7/4,0 | 8/32 | fijo 4 | Aut. | Aut. | 60-124166 | 154,00 |
| CF09122 | KP 15 (1) | 0,2/7,5 | 0,7/4,0 | 8/32 | fijo 4 | Aut. | Man. | 60-124366 | 157,00 |
| CF09123 | KP 15 (2) | 0,2/7,5 | 0,7/4,0 | 8/32 | fijo 4 | Aut. | Aut. | 60-126566 | 154,00 |
| CF09124 | KP 15 (2) | 0,9/7,0 | 0,7/4,0 | 8/32 | fijo 4 | Man. | Man. | 60-126466 | 175,00 |
| (1) Señal LP. (2) Señal LP y HP | | | | | | | | | |
| BAJA PRESIÓN Serie RT | | | | | | | | | |
| CF09141 | RT 1 | -0,8/5 | 0,5/16 | — | — | Aut. | — | 17-524566 | 317,00 |
| ALTA PRESIÓN Serie RT | | | | | | | | | |
| CF09151 | RT 5 | — | — | 4/17 | 1,2/4 | — | Aut. | 17-525066 | 478,00 |
| ALTA PRESIÓN Serie KP (PED) | | | | | | | | | |
| CF09174 | KP 7B | — | — | 8/32 | fijo 4 | — | Man. | 60-119166 | 147,00 |
| COMBINADOS ALTA Y BAJA Serie KP (PED) | | | | | | | | | |
| CF09178 | KP 17W (2) | 0,2/7,5 | 0,7/4,0 | 8/32 | fijo 4 | Aut. | Man. | 60-127566 | 157,00 |
| (1) Señal LP. (2) Señal LP y HP | | | | | | | | | |



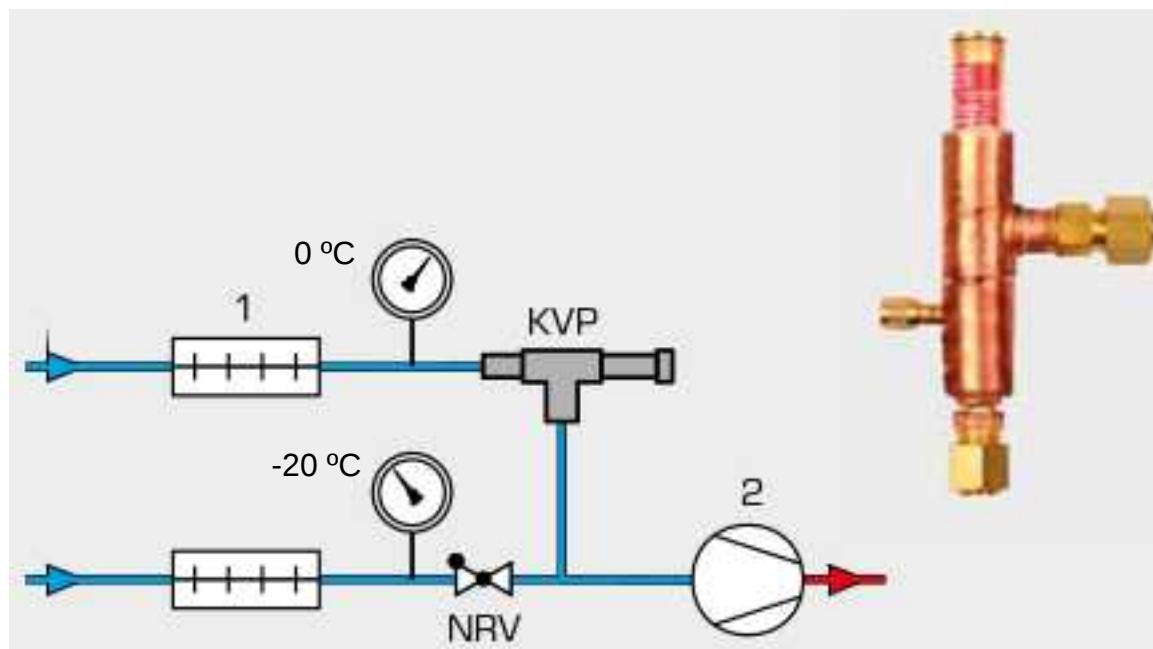
| | | | |
|-----|-------------------------------------|-----|----------------|
| 1. | Low pressure setting spindle, (LP) | 12. | Switch |
| 2. | Differential setting spindle | 13. | Terminals |
| 3. | Main arm | 14. | Earth terminal |
| 5. | High pressure setting spindle, (HP) | 15. | Cable entry |
| 7. | Main spring | 16. | Tumbler |
| 8. | Differential spring | 18. | Locking plate |
| 9. | Bellows | 19. | Arm |
| 10. | LP connection | 30. | Reset button |
| 11. | HP connection | | |

<https://assets.danfoss.com/documents/latest/162761/AI216886432258en-001101.pdf>

- Reguladores de presión

Regulador de presión constante del evaporador (KVP)

En instalaciones en las que con un compresor se alimentan diferentes evaporadores a diferentes temperaturas de evaporación, se utilizan reguladores de presión de evaporación.



1 Evaporadores

2 Compresor

KVP regulador de presión de evaporación

Regulador de Presión Constante Evaporador

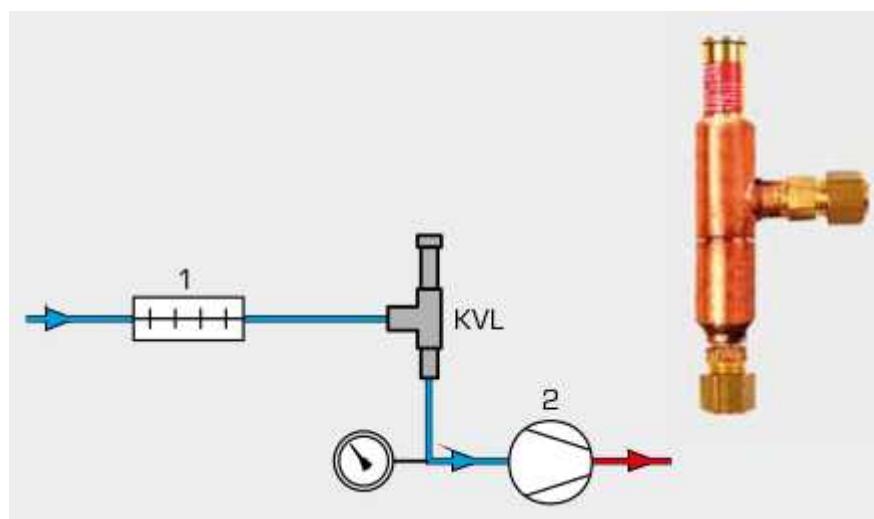
| Capacidad Nominal (kW) | | | Soldar ODF | CÓDIGO Danfoss | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|------------------------|--------|--------|------------|----------------|--------|--------------|---------------|
| R-134a | R-407C | R-404A | | | | | |
| 2,80 | 3,70 | 3,60 | 1/2" | 034L0023 | KVP-12 | 305.300.0001 | 315,00 |
| | | | 5/8" | 034L0029 | KVP-15 | 305.300.0002 | 314,00 |
| | | | 7/8" | 034L0025 | KVP-22 | 305.300.0003 | 481,00 |
| | | | 1 1/8" | 034L0026 | KVP-28 | 305.300.0004 | 721,00 |
| | | | 1 3/8" | 034L0032 | KVP-35 | 305.300.0005 | 750,00 |

• T^a de condensación +25°C, T^a de evaporación -10°C, Pérdida de carga 0,2 bar, y desviación de 0,6 bar. Gama de regulación de 0-5,5 bar



Regulador de presión de aspiración (KVL)

El regulador de presión de aspiración, o regulador de arranque, limita la presión de aspiración del compresor. La presión máxima en la aspiración del compresor se produce en el momento de arrancar el compresor con el recinto frigorífico a una temperatura alta, o tras una fase de desescarche. El KVL se utiliza para evitar la sobrecarga del motor del compresor (tiene la misma función que la VET con MOP).



Regulador de Presión Aspiración

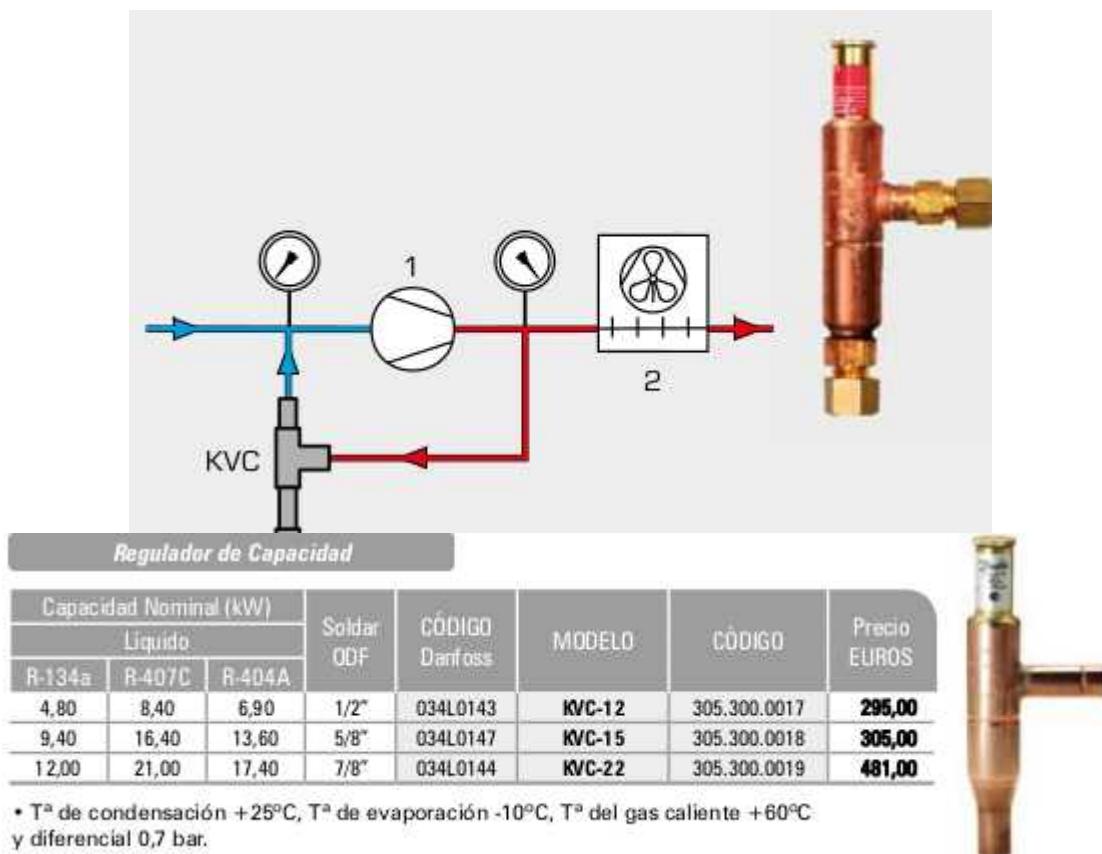
| Capacidad Nominal (kW) | | | Soldar ODF | CÓDIGO Danfoss | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|------------------------|--------|--------|---------------|-------------------|--------|--------------|-----------------|
| R-134a | R-407C | R-404A | 1/2" | 034L0043 | KVL-12 | 305.300.0006 | 263,00 |
| | | | 5/8" | 034L0049 | KVL-15 | 305.300.0007 | 263,00 |
| | | | 7/8" | 034L0045 | KVL-22 | 305.300.0008 | 416,00 |
| | | | 1 1/8" | 034L0046 | KVL-28 | 305.300.0009 | 599,00 |
| | | | 1 3/8" | 034L0052 | KVL-35 | 305.300.0010 | 636,00 |



- T^a de condensación +25°C, T^a de evaporación -10°C, Pérdida de carga 0.2 bar. y desviación de 1,3 bar. Gama de regulación de 0,2-6 bar.

Regulador de capacidad (KVC)

El regulador de capacidad conduce gas de la toma de descarga hacia la toma de aspiración en caso de que la presión de aspiración caiga por debajo del límite ajustado. Esta situación se produce cuando la carga de calor de la instalación es muy reducida. Sin el KVC, el presostato de mínima desconectaría al compresor, pudiendo producirse un funcionamiento intermitente en cortos intervalos de arranque parada del compresor. El KVC aumenta la presión de aspiración aumentando la duración de los intervalos de funcionamiento del compresor.



- Filtros secadores

Los filtros secadores eliminan humedad y suciedad arrastrada por el fluido refrigerante, haciéndolo pasar por un granulado.

| Conexión | | Ø (mm) | Long. (mm) | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|----------|--------|--------|------------|---------|--------------|--------------|
| 3/8" | Roscar | 41,5 | 119 | DSC033 | 340.310.0003 | 9,50 |
| | Soldar | 41,5 | 105 | DSC033S | 340.310.0004 | 9,50 |
| | Roscar | 63,5 | 130 | DSC053 | 340.310.0007 | 13,25 |
| | Soldar | 63,5 | 116 | DSC053S | 340.310.0008 | 13,25 |
| | Roscar | 63,5 | 151 | DSC083 | 340.310.0011 | 15,95 |
| | Soldar | 63,5 | 137 | DSC083S | 340.310.0012 | 15,95 |
| | Roscar | 63,5 | 171 | DSC163 | 340.310.0017 | 16,00 |
| | Soldar | 63,5 | 157 | DSC163S | 340.310.0018 | 15,50 |
| | Roscar | 76 | 249 | DSC303 | 340.310.0023 | 28,75 |
| | Soldar | 76 | 235 | DSC303S | 340.310.0024 | 28,75 |

| Conexión | | Ø (mm) | Long. (mm) | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|----------|--------|--------|------------|---------|--------------|--------------|
| 1/2" | Roscar | 63,5 | 156 | DSC084 | 340.310.0013 | 13,25 |
| | Soldar | 63,5 | 137 | DSC084S | 340.310.0014 | 13,25 |
| | Roscar | 63,5 | 176 | DSC164 | 340.310.0019 | 28,80 |
| | Soldar | 63,5 | 157 | DSC164S | 340.310.0020 | 28,80 |
| | Roscar | 76 | 254 | DSC304 | 340.310.0025 | 31,65 |
| | Soldar | 76 | 235 | DSC304S | 340.310.0026 | 31,65 |
| | Roscar | 89 | 257 | DSC414 | 340.310.0032 | 46,00 |
| | Soldar | 89 | 238 | DSC414S | 340.310.0033 | 46,00 |

Presión máxima 47bar



- Visores

Los visores permiten observar el paso del refrigerante líquido y pueden incluir un indicador de humedad.

| <i>Visores de líquido y humedad</i> | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------------|---------------|--------------|-----------------|
| Conexiones | | CÓDIGO Danfoss | MODELO (*) | CÓDIGO | Precio EUROS |
| SAE | ODS | | | | |
| 1/4" M | | 014L0161 | SGP-6 | 341.300.0021 | 41,20 |
| 1/4" H-M | | 014L0171 | | 341.300.0022 | |
| | 1/4" | 014L0181 | | 341.300.0023 | |
| 3/8" M | | 014L0162 | SGP-10 | 341.300.0024 | 44,80 |
| 3/8" H-M | | 014L0172 | | 341.300.0025 | |
| | 3/8" | 014L0182 | | 341.300.0010 | |
| 1/2" M | | 014L0163 | SGP-12 | 341.300.0027 | 49,40 |
| 1/2" H-M | | 014L0173 | | 341.300.0028 | |
| | 1/2" | 014L0183 | | 341.300.0029 | |
| 5/8" M | | 014L0165 | SGP-16 | 341.300.0030 | 65,90 |
| | 5/8" | 014L0184 | | 341.300.0031 | |
| 3/4" M | | 014L0166 | SGP-19 | 341.300.0032 | 86,70 |
| 3/4" H-M | | 014L0175 | | 341.300.0033 | |
| | 3/4" | 014L0185 | | 341.300.0034 | |
| | 7/8" | 014L0186 | SGP-22 | 341.300.0035 | 106,20 |



- Los visores SGI y SGP se utilizan para indicar el estado de refrigerante en la tubería del líquido de la instalación, el contenido de humedad del refrigerante y la circulación en la tubería de retorno desde el separador de aceite.
- Los visores SGI y SGP tienen un indicador que cambia de color para indicar el contenido de humedad en el refrigerante en sistemas con HFC o HCFC.
- Color VERDE: Seco (contenido de humedad bajo).
- Color AMARILLO: Húmedo (contenido de humedad alto). Se debe cambiar el filtro.
- Temperatura ambiente: -50°C hasta +80°C
- Máxima presión de trabajo en SGI = 36 bar.
- Máxima presión de trabajo en SGP = 52 bar.
- SAE: Entrada de acceso con rosca flare.
- ODS: Conexiones de diámetro de tubos de cobre.

- Recipientes de líquido

El recipiente de líquido acumula el líquido procedente del condensador. En caso de paro de la instalación sirve como depósito de refrigerante. Para acumular el refrigerante en el recipiente se cierra su válvula de salida.

Recipientes de Líquido Verticales sin Visores

| Vol. Litros | Pot. Frigorífica R-404 (W) | | Dimensiones | | Válvulas Rotolock Conexiones a soldar | | Racor NPT VSG | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|----------------|-------------------------------|-------|-------------|--------|--|--------|---------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| | -5°C | -25°C | D (mm) | L (mm) | Entrada | Salida | | | | |
| 1,2 | 600 | 300 | 80 | 248 | 1/4" | 1/4" | - | DVR-150-M | 342.308.0001 | 56,40 |
| 2 | 700 | 400 | 110 | 270 | 3/8" | 3/8" | - | DVR-200-M | 342.308.0002 | 62,60 |
| 3 | 1.100 | 700 | 110 | 382 | 1/2" | 1/2" | - | DVR-300-M | 342.308.0003 | 80,30 |
| 5 | 1.900 | 1.100 | 150 | 340 | 1/2" | 1/2" | - | DVR-500-M | 342.308.0004 | 112,00 |
| 7 | 3.300 | 1.900 | 150 | 475 | 1/2" | 1/2" | 1/4" | DVR-700-M | 342.308.0005 | 126,00 |
| 11 | 4.800 | 3.300 | 180 | 467 | 5/8" | 1/2" | - | DVR-1100-M | 342.308.0006 | 168,00 |
| 14 | 8.500 | 4.800 | 180 | 632 | 7/8" | 7/8" | - | DVR-1500-M | 342.308.0007 | 189,00 |
| 18 | 10.000 | 6.000 | 300 | 435 | 7/8" | 7/8" | 3/8" | BAV-18M | 342.308.0008 | 538,00 |



Notas:

- Fabricaciones en chapa de acero AP04 NE UNE 36086.
- Código de diseño AD-Merkblatter.
- Marcado CE.
- Condiciones de funcionamiento: Presión de servicio 3MPa / Rango de temperatura -10°C a +60°C.
- Válvulas rotolock: válvulas tipo soldar de acero con revestimiento anticorrosión. Tanón de sellado



- Separador de aceite

En la tubería de descarga del compresor, el gas refrigerante arrastra cierta cantidad de aceite hacia el condensador. Un separador de aceite a la salida del compresor, antes del condensador, reduce la cantidad de aceite que circula por el circuito. Del separador, una tubería de retorno devuelve el aceite al compresor.

| Separadores de Aceite | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|----------------------|-------------|------------|----------------|-------------|---------|--------------|--------------|
| Dimensiones (mm) | | Capacidad Nominal kW | | Conex. ODS | Volumen Litros | Tipo | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
| D | A | R-134a | R-404A/-507 | | | | | | |
| 102 | 249 | 4,9 | 7,3 | 1/2" | 1,8 | Hermético | OSH-404 | 351.302.0001 | 221,00 |
| 102 | 297 | 13,1 | 19,4 | 5/8" | 2,1 | | OSH-405 | 351.302.0002 | 233,00 |
| 102 | 345 | 19,7 | 29 | 7/8" | 2,5 | | OSH-407 | 351.302.0003 | 261,00 |
| 102 | 369 | 26,2 | 38,7 | 1-1/8" | 2,7 | | OSH-409 | 351.302.0004 | 271,00 |
| 102 | 449 | 32,8 | 48,4 | 1-3/8" | 3,3 | | OSH-411 | 351.302.0005 | 289,00 |
| 102 | 449 | 45,9 | 67,8 | 1-5/8" | 3,3 | | OSH-413 | 351.302.0006 | 306,00 |
| 153 | 356 | 36,1 | 53,3 | 1-3/8" | 5,6 | | OSH-611 | 351.302.0007 | 448,00 |
| 153 | 432 | 45,9 | 67,8 | 1-5/8" | 6,8 | | OSH-613 | 351.302.0008 | 454,00 |
| 153 | 432 | 73,8 | 108,9 | 2-1/8" | 6,8 | | OSH-617 | 351.302.0009 | 554,00 |
| 102 | 238 | 4,9 | 7,3 | 1/2" | 1,6 | Desmontable | OST-404 | 351.302.0010 | 310,00 |
| 102 | 339 | 13,1 | 19,4 | 5/8" | 2,4 | | OST-405 | 351.302.0011 | 322,00 |
| 102 | 416 | 19,7 | 29 | 7/8" | 3,0 | | OST-407 | 351.302.0012 | 349,00 |
| 102 | 492 | 26,2 | 38,7 | 1-1/8" | 3,5 | | OST-409 | 351.302.0013 | 380,00 |
| 102 | 492 | 32,8 | 48,4 | 1-3/8" | 3,5 | | OST-411 | 351.302.0014 | 399,00 |
| 102 | 492 | 45,9 | 67,4 | 1-5/8" | 3,5 | | OST-413 | 351.302.0015 | 429,00 |
| 153 | 511 | 45,9 | 67,4 | 1-5/8" | 7,3 | | OSB-613 | 351.302.0016 | 710,00 |
| 153 | 516 | 73,8 | 108,9 | 2-1/8" | 7,3 | | OSB-617 | 351.302.0017 | 759,00 |

Temperatura de aspiración +4°C.

Temperatura de condensación +38°C.

Presión máxima de trabajo 31 bar.



Fuente: Catálogo Salvador Escoda



Fuente: Catálogo TECNAC separadores de aceite convencionales

- Antivibradores

Los elementos antivibradores están compuestos por tubos flexibles de acero inoxidable, cubiertos por una malla trenzada. Evitan que las vibraciones producidas por el compresor sean transmitidas a las tuberías de aspiración y descarga.

Antivibradores Flexibles

| Conexiones ODS | Long (mm) | Presión max. Kg/cm | MODELO | CÓDIGO | Precio EUROS |
|----------------|-----------|--------------------|--------|--------------|--------------|
| 1/4" | 230 | 44,8 | UFI-2 | 371.350.0001 | 23,20 |
| 3/8" | 230 | 44,8 | UFI-3 | 371.350.0002 | 24,30 |
| 1/2" | 230 | 44,8 | UFI-4 | 371.350.0003 | 28,20 |
| 5/8" | 255 | 44,8 | UFI-5 | 371.350.0004 | 31,70 |
| 3/4" | 255 | 44,8 | UFI-6 | 371.350.0005 | 36,60 |
| 7/8" | 290 | 44,8 | UFI-8 | 371.350.0006 | 44,80 |
| 1-1/8" | 330 | 41,3 | UFI-9 | 371.350.0007 | 56,40 |
| 1-3/8" | 375 | 37,9 | UFI-10 | 371.350.0008 | 79,40 |
| 1-5/8" | 430 | 35 | UFI-11 | 371.350.0009 | 105,10 |
| 2-1/8" | 510 | 27,5 | UFI-82 | 371.350.0010 | 142,80 |
| 2-5/8" | 690 | 24 | UFI-83 | 371.350.0011 | 290,70 |

Aplicación: Líneas de aspiración, descarga y líquido. Características: Unión metálica flexible en acero inoxidable AISI 321 con trenzado en Inox.

AISI 304, con conexiones en cobre soldadura TIG por fusión de materiales, lo que hace, que no sea necesario enfriar en el proceso de soldadura.

Presión nominal: 25 bar

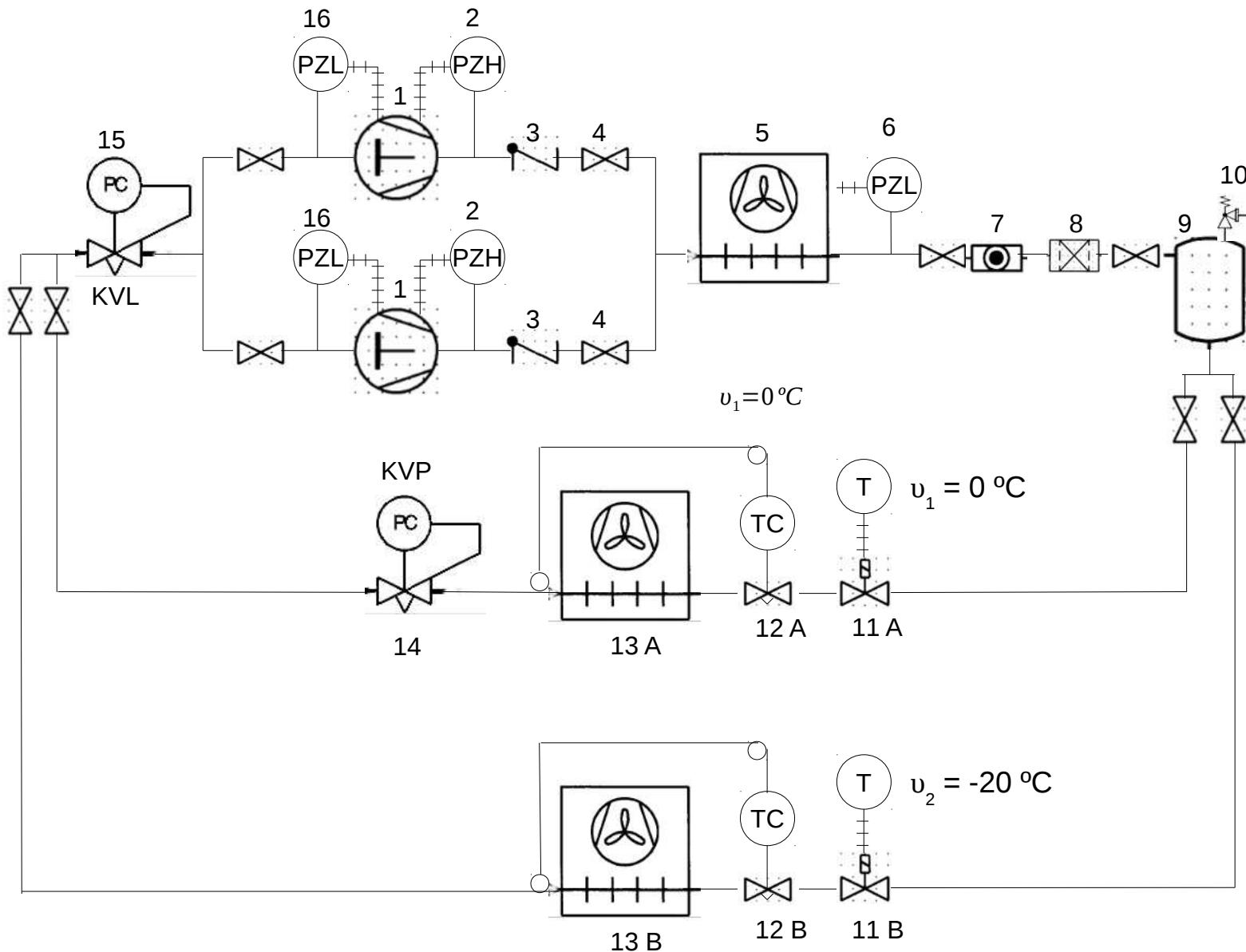
Temp. mín. de trabajo: -100° C

Temp. max. de trabajo: +250° C

ODS: conexiones de diámetros de tubo de cobre.



Esquema sinóptico de sistema, tuberías e instrumentos según norma EN1861



El esquema muestra una instalación frigorífica con dos cámaras, una de ellas con $v_{E1}=0^{\circ}C$, la otra con $v_{E2}=-20^{\circ}C$. La presión de evaporación B es inferior a la del A. La aspiración de los compresores generará la menor de las presiones del circuito, en este caso la correspondiente a $v_{E2}=-20^{\circ}C$. Por este motivo, a la salida del evaporador A, es necesario instalar el regulador 14 que mantiene la presión correspondiente a $v_{E1}=0^{\circ}C$. Se trata de un regulador de presión constante del evaporador (KVP).

En la aspiración de los compresores se encuentra instalado un regulador de presión de aspiración (KVL). Este mantienen la presión de aspiración por debajo del valor ajustado, evitando la sobrecarga de los motores que causarían presiones de aspiración mayores.

El presostato 6 desconecta el ventilador del condensador en caso de que la presión de condensación baje del límite ajustado. Al desconectar el ventilador se reduce la transmisión de calor y la presión de condensación tiende a subir.

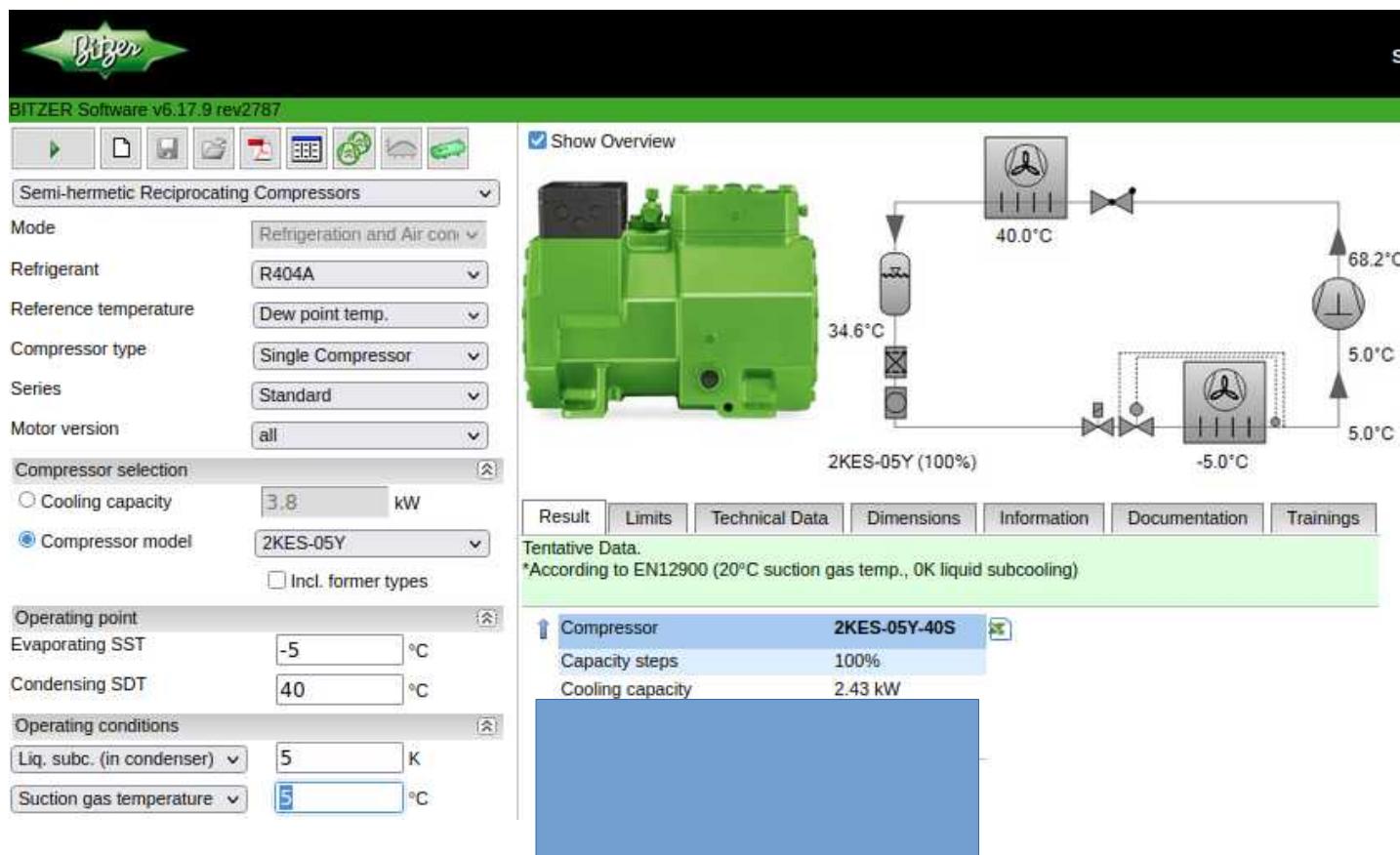
Componentes del sistema

| | |
|--|---|
| 1. Compresor | 2. Presostato de alta |
| 3. Válvula antiretorno | 4. Válvula de bola |
| 5. Condensador | 6. Presostato de baja ventilador |
| 7. Visor | 8. Filtro secador |
| 9. Depósito de refrigerante | 10. Válvula de seguridad |
| 11. Termostato cámara frigorífica y electroválvula | 12. Válvula de expansión termostática |
| 13. Evaporador | 14. Regulador de presión del evaporador |
| 15. Regulador de presión de aspiración | 16. Presostato de baja |

7 Ejercicios

Ejercicio 7-1

En la siguiente simulación, el compresor está funcionando en las condiciones de diseño de la instalación



Representa el ciclo en el diagrama p h

Calcula el caudal de masa del refrigerante.

Calcula la potencia de compresión con los datos del diagrama p h.

Calcula el volumen desplazado en $\frac{m^3}{h}$, sabiendo que el compresor tiene 2 cilindros de 30 mm de diámetro y 33 mm de carrera y el cigüeñal gira a 1450 RPM.

Calcula el rendimiento volumétrico

Indica la eficiencia del ciclo.

Elige el evaporador adecuado suponiendo una temperatura media del aire en el evaporador de $\bar{\theta}_{aire} = 1^{\circ}C$.

Datos de los evaporadores SER

| Modelo | Sup. (m ²) | Ventilación | | | | Tensión (V) | Consumo max./ud. (A) | Peso neto (Kg) | Desc. ed. (W) | Capacidad (W) Temp. evap -5°C | | |
|--------|---------------------------|-------------------------------|----|-----|--------|----------------|----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|-------|--------|
| | | Caudal (m ³ /h) | Nº | Ø | Flecha | | | | | ΔT 6° | ΔT 7° | ΔT 10° |
| SR-1-6 | 3,7 | 850 | 1 | 250 | 3,5 | 230Vac | 0,43 | 8,5 | 500 | 577 | 773 | 1.368 |
| SR-2-6 | 7,2 | 1.700 | 2 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 16 | 940 | 1.494 | 1.764 | 2.831 |
| SR-3-6 | 11,5 | 2.550 | 3 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 23 | 1.260 | 2.128 | 2.671 | 4.258 |
| SR-4-6 | 14,5 | 3.400 | 4 | 250 | 3,5 | | 0,43 | 30 | 1.800 | 2.985 | 3.660 | 5.697 |

Fuente: Tarifa Salvador Escoda

$$\text{Con } \rho_{aire} = 1,3 \frac{kg}{m^3} \text{ y } c_{p-aire} = 1 \frac{kJ}{kg \cdot K}$$

Calcula la temperatura de entrada y salida del aire del evaporador.

Elige el condensador adecuado para la instalación, suponiendo una temperatura media del aire en el condensador de $\bar{\theta}_{aire} = 30^{\circ}\text{C}$.



CONDENSADORES DE AIRE FORZADO



| Código | Modelo | Tubos | Dimensiones (mm) | | | Wtos. (W) At = 15°C | Sup. m² | € | Ventiladores (OPCIONAL) | | | | | | |
|-----------|--------------|--------|------------------|-----|-----|------------------------|------------|--------|-------------------------|-----------|-----------|--------------|--|--|--------------|
| | | | A | B | C | | | | Nº | Cód. pala | Cód. moto | m³/h | | | |
| MF 05 200 | CA 16 | 8 x 2 | 87 | 270 | 230 | 600 | 1,1 | 47,66 | 1 | WE04415 | WE04406 | 410 | | | |
| MF 05 201 | CA 24 | 8 x 3 | 112 | 270 | 230 | 820 | 1,6 | 63,04 | | | | | | | 360 |
| MF 05 202 | CA 32 | 8 x 4 | 132 | 270 | 230 | 1000 | 2,15 | 78,38 | | | | | | | 345 |
| MF 05 203 | CA 18 | 9 x 2 | 85 | 300 | 278 | 810 | 1,35 | 56,70 | | | | | | | 550 |
| MF 05 204 | CA 27 | 9 x 3 | 130 | 300 | 278 | 100 | 2 | 73,66 | | | | | | | 500 |
| MF 05 205 | CA 36 | 9 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1350 | 2,7 | 93,82 | | | | | | | 460 |
| MF 05 206 | CA 45 | 9 x 5 | 152 | 300 | 278 | 1600 | 3,37 | 133,41 | | | | | | | 400 |
| MF 05 207 | CA 54 | 9 x 6 | 172 | 300 | 278 | 1920 | 4 | 160,08 | | | | | | | 480 |
| MF 05 208 | CA 30 | 10 x 3 | 130 | 300 | 278 | 1200 | 2,25 | 77,18 | | | | | | | 500 |
| MF 05 209 | CA 40 | 10 x 4 | 150 | 300 | 278 | 1420 | 3 | 102,80 | | | | | | | 470 |
| MF 05 210 | CA 44 | 11 x 4 | 132 | 300 | 292 | 1510 | 3,3 | 109,25 | 2 | WE04417 | WE04407 | 485 | | | |
| MF 05 211 | CA 55 | 11 x 5 | 152 | 300 | 292 | 1890 | 4,12 | 136,50 | | | | | | | 606 |
| MF 05 212 | CA 48 | 12 x 4 | 128 | 350 | 330 | 2820 | 4,25 | 162,76 | | | | | | | 1030 |
| MF 05 213 | CA 56 | 14 x 4 | 156 | 375 | 365 | 3000 | 5,36 | 149,68 | | | | | | | 1075 |
| MF 05 230 | CD 24 | 8 x 3 | 110 | 470 | 230 | 1532 | 2,96 | 135,15 | | | | | | | WE04406 700 |
| MF 05 231 | CD 30 | 10 x 3 | 110 | 600 | 278 | 2158 | 4,77 | 161,84 | | | | | | | WE04407 950 |
| MF 05 232 | CD 36 | 9 x 4 | 130 | 600 | 278 | 2700 | 5,72 | 194,45 | | | | | | | WE04407 900 |
| MF 05 233 | CD 40 | 10 x 4 | 130 | 600 | 278 | 3207 | 6,35 | 237,52 | | | | | | | 1100 |
| MF 05 234 | CD 50 | 10 x 5 | 150 | 600 | 278 | 4036 | 7,95 | 266,93 | | | | | | | 1100 |
| MF 05 235 | CD 48 | 12 x 4 | 130 | 700 | 330 | 5440 | 8,94 | 316,09 | | | | | | | WE04408 2000 |
| MF 05 236 | CD 56 | 14 x 4 | 155 | 700 | 365 | 5707 | 10,43 | 363,29 | | | | WE04408 2000 | | | |
| MF 05 237 | CD 60 | 12 x 5 | 162 | 700 | 330 | 6629 | 11,18 | 393,37 | | | | 1925 | | | |

Fuente: Tarifa Salvador Escoda

$$\text{Con } \rho_{aire} = 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ y } c_{p-aire} = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Calcula la temperatura de entrada y salida del aire del condensador.

Elige una VET (cuerpo de válvula y orificio) con MOP +15 °C, igualación externa de presión y conexión abocardar x abocardar.

Datos técnicos y pedidos

Elemento termostático con abrazadera de sensor, sin: orificio, cono de filtro y tuercas

Conexión abocardar x abocardar

| Refrigerante | Tipo de válvula | Igualación de presión Abocardar | Tubo capilar | Conexión | | Código ¹⁾ | | | | | |
|--------------|-----------------|---------------------------------|--------------|------------------|-----------|----------------------|----------|--------------------|---------------------|----------|----------|
| | | | | Entrada x Salida | | Gama N -40 a +10°C | | Gama NM -40 a -5°C | Gama NL -40 a -15°C | | |
| | | | | m | in. x in. | mm x mm | Sin MOP | MOP +15°C | MOP 0°C | | |
| R22 | TX 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3206 | 068Z3208 | 068Z3224 | 068Z3226 | 068Z3207 | 068Z3228 |
| | TEX 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3209 | 068Z3211 | 068Z3225 | 068Z3227 | 068Z3210 | 068Z3229 |
| R407C | TZ 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3496 | 068Z3516 | | | | |
| | TEZ 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3501 | 068Z3517 | | | | |
| R134a | TN 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3346 | 068Z3347 | 068Z3393 | 068Z3369 | | |
| | TEN 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3348 | 068Z3349 | 068Z3392 | 068Z3370 | | |
| R404A/R507 | TS 2 | - | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3400 | 068Z3402 | 068Z3406 | 068Z3408 | 068Z3401 | 068Z3410 |
| | TES 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 x 1/2 | 10 x 12 | 068Z3403 | 068Z3405 | 068Z3407 | 068Z3409 | 068Z3404 | 068Z3411 |

Elemento termostático con abrazadera de sensor, sin: orificio, cono de filtro y tuercas

Conexión abocardar x soldar

| Refrigerante | Tipo de válvula | Igualación de presión Soldar | Tubo capilar | Conexión | | Código ¹⁾ | | | | |
|--------------|-----------------|------------------------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------|
| | | | | Entrada abocardar | Salida soldar ODF | Gama N -40 a +10°C | | Gama NL -40 a -15°C | Gama B -60 a -25°C | |
| | | | | | | Sin MOP | MOP +15°C | MOP -10°C | Sin MOP | MOP -20°C |
| R22 | TX 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3281 | 068Z3287 | | 068Z3357 | 068Z3319 |
| | TX 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3302 | 068Z3308 | 068Z3366 | 068Z3361 | 068Z3276 |
| R407C | TEX 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3284 | 068Z3290 | | 068Z3359 | 068Z3220 |
| | TEX 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3305 | 068Z3311 | 068Z3367 | 068Z3363 | 068Z3277 |
| R407C | TZ 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3329 | | | | |
| | TZ 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3502 | 068Z3514 | | | |
| R134a | TEZ 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3446 | 068Z3447 | | | |
| | TEZ 2 | 6 mm. | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3503 | 068Z3515 | | | |
| R134a | TN 2 | - | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3383 | 068Z3387 | | | |
| | TN 2 | - | 1.5 | 10 mm | 12 mm | 068Z3384 | 068Z3388 | | | |
| R134a | TEN 2 | 1/4 in. | 1.5 | 3/8 in. | 1/2 in. | 068Z3385 | 068Z3389 | | | |

Conjunto de orificio

| Nº orificio | Gama N: -40 a +10°C | | | | Gama B: -60 a -25°C | | | | Código ¹⁾ | |
|-------------|-------------------------------------|-------|-------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------|------|------------|----------------------|------------|
| | Capacidad nominal en toneladas (TR) | | Capacidad nominal en kW | | Capacidad nominal en toneladas (TR) | Capacidad nominal en kW | R22 | R404A R507 | R22 | R404A R507 |
| | R22 | R407C | R134a | R404A R507 | | | | | | |
| 0X | 0.15 | 0.16 | 0.11 | 0.11 | 0.50 | 0.50 | 0.40 | 0.38 | 0.15 | 0.11 |
| 00 | 0.30 | 0.30 | 0.25 | 0.21 | 1.0 | 1.1 | 0.90 | 0.70 | 0.20 | 0.21 |
| 01 | 0.70 | 0.80 | 0.50 | 0.45 | 2.5 | 2.7 | 1.8 | 1.6 | 0.30 | 0.45 |
| 02 | 1.0 | 1.1 | 0.80 | 0.60 | 3.5 | 3.8 | 2.6 | 2.1 | 0.60 | 0.60 |
| 03 | 1.5 | 1.6 | 1.3 | 1.2 | 5.2 | 5.6 | 4.6 | 4.2 | 0.80 | 1.0 |
| 04 | 2.3 | 2.5 | 1.9 | 1.7 | 8.0 | 8.6 | 6.7 | 6.0 | 1.2 | 1.4 |
| 05 | 3.0 | 3.2 | 2.5 | 2.2 | 10.5 | 11.3 | 8.6 | 7.7 | 1.5 | 1.7 |
| 06 | 4.5 | 4.9 | 3.0 | 2.6 | 15.5 | 16.7 | 10.5 | 9.1 | 2.0 | 1.9 |

La capacidad nominal está basada en: Temperatura de evaporación te = +5°C para rango N y te = -30°C para rango B, Temperatura de condensación tc = +32°C, y temperatura de refrigerante líquido delante de la válvula tl = +28°C.

Adaptador soldar cobre sin conjunto de orificio

| Conexión - soldador ODF | Código ¹⁾ |
|-------------------------|------------------------|
| 1/8 in. | 068-2062 |
| 6 mm | 068-2063 |
| 6 mm | 068-4101 ²⁾ |
| 1/8 in. | 068-2060 |
| 10 mm | 068-2061 |
| 10 mm | 068-4100 ²⁾ |

¹⁾ Códigos en negrita ofrecen habitualmente plazos de entrega más cortos

²⁾ Incluido el filtro

Filtro

| Tipo de filtro | Código ¹⁾ |
|-----------------------------|----------------------|
| Para conexión abocardar | 068-0003 |
| Para adaptador soldar cobre | 068-0015 |

El orificio estándar (aboc. x aboc.) de las T2 y TE2 puede utilizarse con el adaptador soldar cobre cuando se cambia el filtro de la válvula de expansión por otro filtro pedido por separado. Sólo de esta manera se cumplen los requisitos DIN 8964. No se puede utilizar el adaptador de soldar cobre (FSA) en la entrada de la T2.

Capacidades

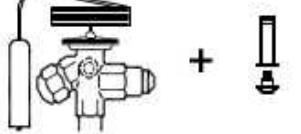
| Tipo de válvula/ Orificio | Temp. cond. ⁱⁱ⁾ [°C] | R22 | | | | | R134a | | | | | R404A/R507 | | | | | R407C | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|------|
| | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | | Capacidad en [kW] | | | | |
| | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | | Temp. evaporación [°C] | | | | |
| T2 / ØK | 25 | -35 | -30 | -10 | 0 | 5 | -30 | -10 | -5 | 0 | 5 | -40 | -35 | -30 | -10 | 0 | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 |
| | | 0.49 | 0.51 | 0.55 | 0.54 | 0.51 | 0.35 | 0.40 | 0.41 | 0.41 | 0.40 | 0.33 | 0.35 | 0.37 | 0.42 | 0.41 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.58 | 0.55 |
| | | 0.95 | 1.00 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 0.61 | 0.73 | 0.75 | 0.77 | 0.77 | 0.61 | 0.66 | 0.70 | 0.85 | 0.88 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.2 |
| | | 1.6 | 1.7 | 2.4 | 2.7 | 2.7 | 0.88 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 1.6 | 0.96 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 2.1 | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 3.2 |
| | | 2.2 | 2.5 | 3.5 | 3.9 | 3.9 | 1.2 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 1.3 | 1.5 | 1.7 | 2.6 | 3.0 | 3.7 | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.6 |
| | | 3.9 | 4.3 | 6.2 | 6.9 | 7.0 | 2.2 | 3.3 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 2.4 | 2.7 | 3.1 | 4.7 | 5.4 | 6.6 | 7.1 | 7.6 | 8.1 | 8.3 |
| | | 5.7 | 6.4 | 9.1 | 10.2 | 10.5 | 3.2 | 4.8 | 5.2 | 5.6 | 5.9 | 3.5 | 4.0 | 4.6 | 7.0 | 8.0 | 9.8 | 10.6 | 11.4 | 12.0 | 12.5 |
| T2 / Ø0 | 35 | 7.3 | 8.0 | 11.6 | 13.0 | 13.3 | 4.0 | 6.1 | 6.6 | 7.1 | 7.5 | 4.5 | 5.1 | 5.8 | 8.9 | 10.2 | 12.4 | 13.4 | 14.4 | 15.2 | 15.7 |
| T2 / Ø6 | | 8.9 | 9.8 | 14.1 | 15.9 | 16.3 | 4.9 | 7.5 | 8.2 | 8.7 | 9.1 | 5.5 | 6.2 | 7.1 | 10.8 | 12.4 | 15.1 | 16.4 | 17.6 | 18.6 | 19.2 |
| T2 / ØX | | 0.53 | 0.55 | 0.60 | 0.61 | 0.60 | 0.37 | 0.44 | 0.45 | 0.45 | 0.46 | 0.32 | 0.34 | 0.36 | 0.42 | 0.43 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 | 0.62 |
| T2 / Ø0 | | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 0.64 | 0.79 | 0.83 | 0.86 | 0.88 | 0.59 | 0.64 | 0.69 | 0.86 | 0.92 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| T2 / Ø1 | | 1.7 | 1.8 | 2.6 | 3.0 | 3.2 | 0.93 | 1.4 | 1.6 | 1.7 | 1.9 | 0.92 | 1.1 | 1.2 | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 2.9 | 3.1 | 3.3 | 3.5 |
| T2 / Ø2 | | 2.3 | 2.6 | 3.8 | 4.4 | 4.7 | 1.3 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 1.2 | 1.4 | 1.7 | 2.7 | 3.2 | 3.9 | 4.3 | 4.6 | 5.0 | 5.3 |
| T2 / Ø3 | | 4.1 | 4.6 | 6.8 | 7.9 | 8.4 | 2.3 | 3.6 | 4.0 | 4.4 | 4.7 | 2.2 | 2.6 | 3.0 | 4.8 | 5.7 | 7.0 | 7.6 | 8.3 | 8.9 | 9.4 |
| T2 / Ø4 | 45 | 6.1 | 6.8 | 10.1 | 11.8 | 12.5 | 3.4 | 5.3 | 5.8 | 6.4 | 6.9 | 3.3 | 3.9 | 4.5 | 7.1 | 8.5 | 10.3 | 11.3 | 12.3 | 13.3 | 14.2 |
| T2 / Ø5 | | 7.7 | 8.6 | 12.8 | 14.9 | 15.8 | 4.2 | 6.7 | 7.4 | 8.1 | 8.8 | 4.3 | 4.9 | 5.6 | 9.0 | 10.7 | 13.0 | 14.3 | 15.6 | 16.7 | 17.8 |
| T2 / Ø6 | | 9.5 | 10.5 | 15.6 | 18.2 | 19.3 | 5.2 | 8.2 | 9.1 | 9.9 | 10.7 | 5.2 | 6.0 | 6.9 | 11.0 | 13.1 | 15.9 | 17.4 | 19.0 | 20 | 22 |
| T2 / ØX | | 0.55 | 0.57 | 0.64 | 0.65 | 0.64 | 0.38 | 0.45 | 0.47 | 0.48 | 0.49 | 0.29 | 0.31 | 0.33 | 0.40 | 0.42 | 0.62 | 0.63 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| T2 / Ø0 | | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 0.65 | 0.82 | 0.86 | 0.90 | 0.94 | 0.55 | 0.60 | 0.64 | 0.83 | 0.90 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.4 |
| T2 / Ø1 | | 1.7 | 1.9 | 2.8 | 3.2 | 3.4 | 0.96 | 1.5 | 1.7 | 1.8 | 2.0 | 0.85 | 0.98 | 1.1 | 1.8 | 2.1 | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.4 | 3.7 |
| T2 / Ø2 | | 2.4 | 2.7 | 4.0 | 4.8 | 5.1 | 1.3 | 2.1 | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 1.1 | 1.3 | 1.5 | 2.6 | 3.2 | 3.9 | 4.3 | 4.7 | 5.2 | 5.6 |
| T2 / Ø3 | 55 | 4.3 | 4.8 | 7.2 | 8.5 | 9.2 | 2.3 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 5.1 | 1.9 | 2.3 | 2.7 | 4.6 | 5.7 | 7.0 | 7.7 | 8.5 | 9.2 | 9.9 |
| T2 / Ø4 | | 6.3 | 7.1 | 10.7 | 12.7 | 13.7 | 3.4 | 5.6 | 6.2 | 6.9 | 7.6 | 3.0 | 3.5 | 4.1 | 6.9 | 8.4 | 10.4 | 11.5 | 12.6 | 13.8 | 14.9 |
| T2 / Ø5 | | 8.0 | 9.0 | 13.6 | 16.1 | 17.3 | 4.3 | 7.0 | 7.8 | 8.7 | 9.6 | 3.8 | 4.4 | 5.2 | 8.7 | 10.6 | 13.2 | 14.5 | 15.9 | 17.3 | 18.7 |
| T2 / Ø6 | | 9.8 | 11.0 | 16.6 | 19.6 | 21 | 5.3 | 8.6 | 9.6 | 10.7 | 11.7 | 4.7 | 5.5 | 6.4 | 10.6 | 12.9 | 16.0 | 17.7 | 19.4 | 21 | 23 |
| T2 / ØX | | 0.56 | 0.58 | 0.65 | 0.67 | 0.67 | 0.38 | 0.45 | 0.47 | 0.49 | 0.50 | 0.26 | 0.28 | 0.30 | 0.37 | 0.39 | 0.60 | 0.61 | 0.62 | 0.63 | 0.63 |
| T2 / Ø0 | | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | 1.4 | 0.63 | 0.81 | 0.86 | 0.90 | 0.95 | 0.48 | 0.53 | 0.57 | 0.75 | 0.82 | 1.2 | 1.2 | 1.3 | 1.3 | 1.3 |
| T2 / Ø1 | | 1.7 | 1.9 | 2.8 | 3.3 | 3.6 | 0.95 | 1.5 | 1.7 | 1.9 | 2.0 | 0.74 | 0.86 | 1.0 | 1.7 | 2.0 | 2.6 | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 3.6 |
| T2 / Ø2 | 55 | 2.3 | 2.6 | 4.1 | 5.0 | 5.4 | 1.2 | 2.1 | 2.4 | 2.7 | 2.9 | 0.82 | 1.0 | 1.3 | 2.4 | 2.9 | 3.8 | 4.2 | 4.7 | 5.1 | 5.6 |
| T2 / Ø3 | | 4.3 | 4.8 | 7.4 | 8.9 | 9.6 | 2.2 | 3.8 | 4.3 | 4.8 | 5.3 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 4.2 | 5.3 | 6.8 | 7.5 | 8.3 | 9.1 | 9.9 |
| T2 / Ø4 | | 6.4 | 7.2 | 11.0 | 13.3 | 14.4 | 3.4 | 5.7 | 6.4 | 7.2 | 7.9 | 2.4 | 2.9 | 3.5 | 6.3 | 7.8 | 10.1 | 11.3 | 12.4 | 13.7 | 14.9 |
| T2 / Ø5 | | 8.1 | 9.1 | 14.0 | 16.7 | 18.1 | 4.2 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 3.0 | 3.7 | 4.4 | 7.9 | 9.9 | 12.8 | 14.2 | 15.7 | 17.2 | 18.7 |
| T2 / Ø6 | | 9.9 | 11.1 | 17.0 | 20 | 22 | 5.2 | 8.7 | 9.8 | 11.0 | 12.1 | 3.8 | 4.6 | 5.4 | 9.7 | 12.1 | 15.6 | 17.3 | 19.1 | 21 | 23 |

ⁱⁱ⁾ Temp. de condensación en el punto de burbuja.

Factor de corrección

| Refrigerante | Subenfriamiento [K] | | | | | | | | | | |
|--------------|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2 | 4 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| R22 | 0.98 | 1 | 1.06 | 1.11 | 1.15 | 1.20 | 1.25 | 1.30 | 1.35 | 1.39 | 1.44 |
| R134a | 0.98 | 1 | 1.08 | 1.13 | 1.19 | 1.25 | 1.31 | 1.37 | 1.42 | 1.48 | 1.54 |
| R404A/R507 | 0.96 | 1 | 1.10 | 1.20 | 1.29 | 1.37 | 1.46 | 1.54 | 1.63 | 1.70 | 1.78 |
| R407C | 0.97 | 1 | 1.08 | 1.14 | 1.21 | 1.27 | 1.33 | 1.39 | 1.45 | 1.51 | 1.57 |

| |
|--|
| Cuando el subenfriamiento $\neq 4$ Kentones: |
| 1. Valor de tabla \times Factor = Capacidad de planta |
| 2. Capacidad de planta : Factor = Valor de tabla |
| Ejemplo: |
| Refrigerante = R407C |
| $Q_{nm} = 10 \text{ kW}$ |
| $t_e = 0^\circ\text{C}$ |
| $t_c = 55^\circ\text{C}$ |
| $\Delta t_{ub} = 25 \text{ K}$ |
| Selección: |
| 1. T2, Orificio 04 = $12.4 \text{ kW} \times 1.27 = 15.75 \text{ kW} \rightarrow$ Válvula muy grande |
| Selección correcta: |
| 2. $10 \text{ kW} / 1.27 = 7.9 \text{ kW} \rightarrow$ T2, Orificio 03 |



Ejercicio 7-2

En un condensador el refrigerante R-134a entra con una temperatura de 60 °C, condensa a una temperatura de 50 °C y es subenfriado 10 K.

Obten del diagrama p h:

- a) Calor específico sensible cedido antes de iniciarse la condensación
- b) Calor específico latente cedido durante la condensación
- c) Calor específico sensible cedido durante el subenfriamiento

Ejercicio 7-3

En un evaporador el refrigerante R-22 entra con una temperatura de 0 °C y un 80% de refrigerante líquido. El sobrecalentamiento es de 10 K.

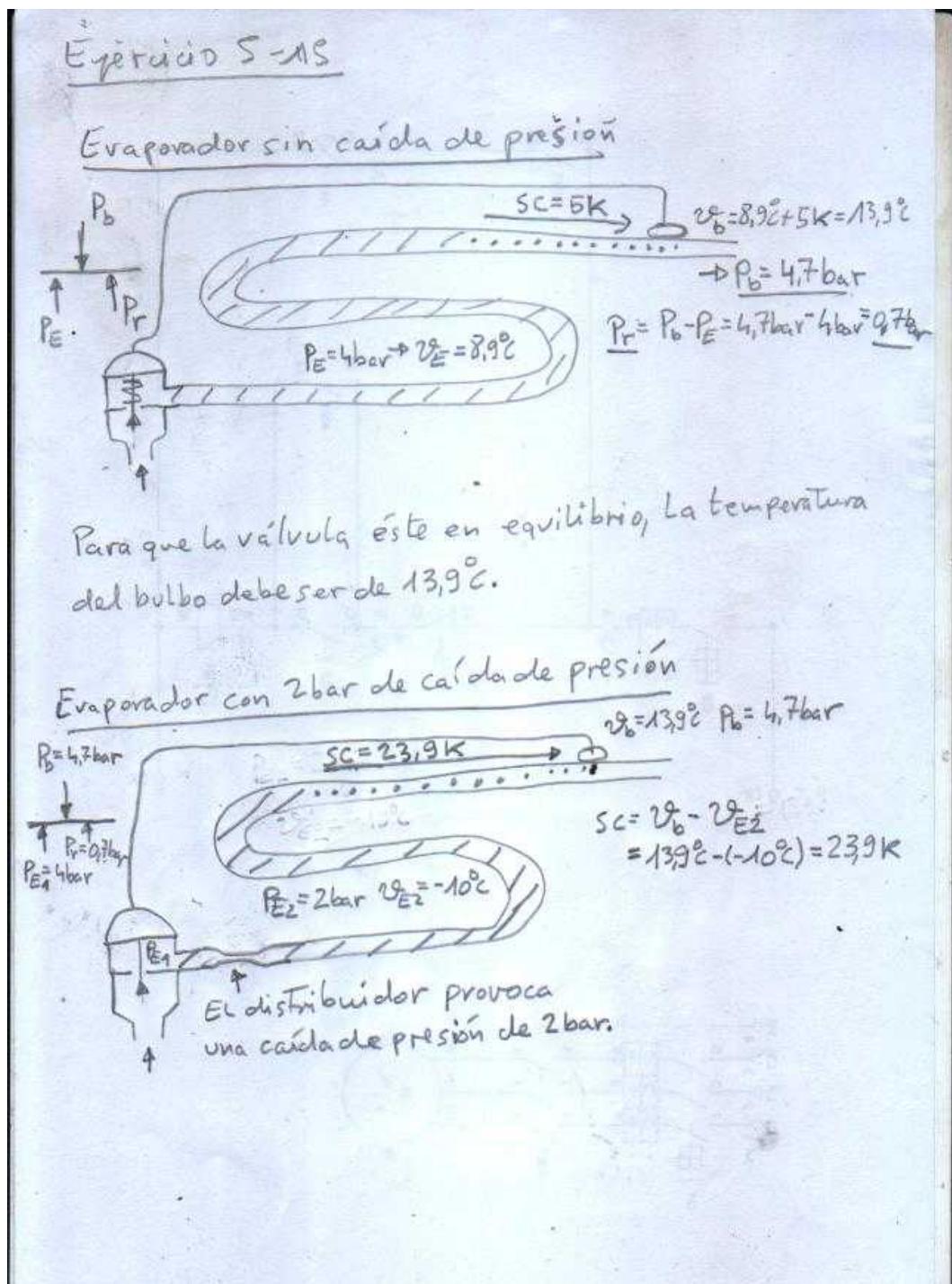
Obten del diagrama p h:

- a) Calor específico latente absorbido durante la evaporación
- b) Calor específico sensible absorbido durante el sobrecalentamiento

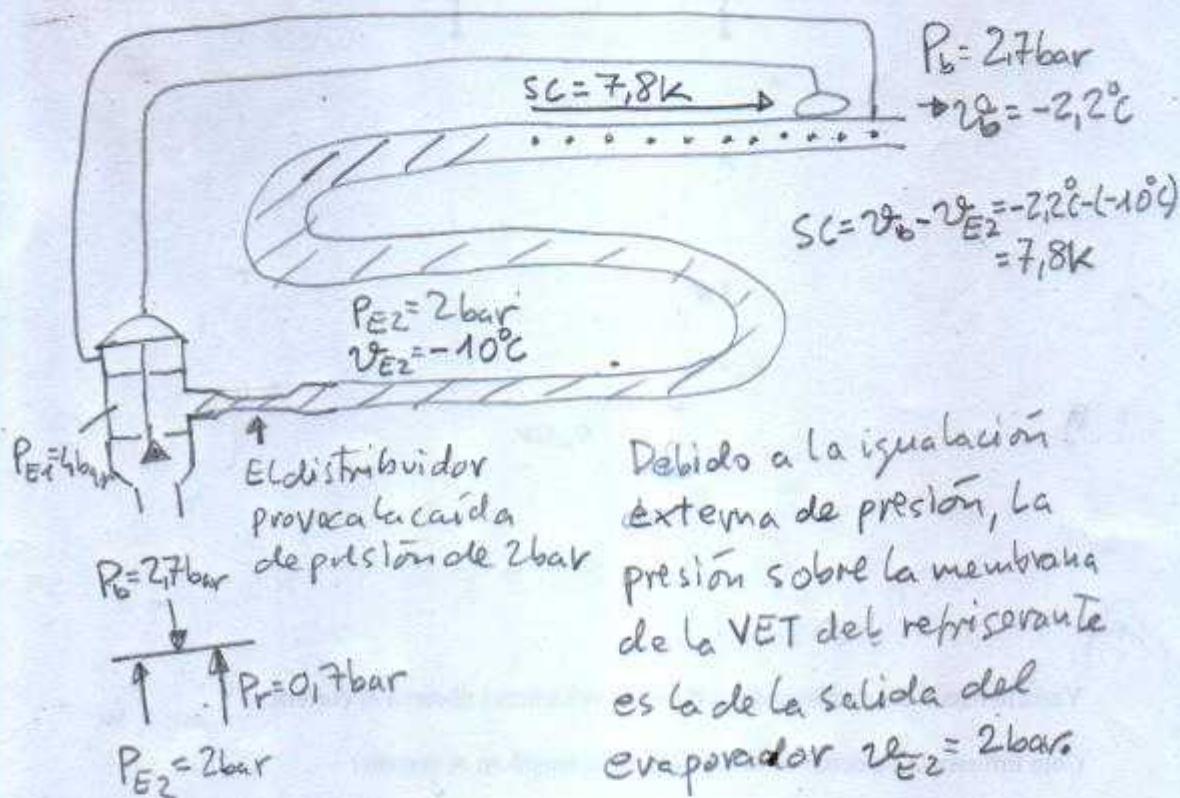
8 Soluciones

Ejercicio 5-15

En un evaporador, en el que se produce una caída de presión de 2 bar, se monta una válvula sin igualación de presión externa, diseñada para mantener un sobrecalentamiento de 5 K. La presión de evaporación a la salida de la VET es de 4 bar y el refrigerante es R134a. ¿Qué sobrecalentamiento resulta de utilizar esta VET?



Evaporador con caída de presión de 2 bar y válvula con igualación externa de presión



Para mantener el equilibrio de presiones en la membrana, $P_b = 2,7\text{bar}$ es suficiente. La temperatura del bulbo correspondiente es $-2,2^\circ\text{C}$.

- Así, el sobrecaleamiento necesario para mantener en equilibrio la válvula es de $7,8\text{K}$.

Ejercicio 7.1

Representa el ciclo en el diagrama p h

R404A

$$v_E = -5^\circ C$$

$$v_C = 40^\circ C$$

$$SE = 5 K$$

$$SC = 10 K$$

$$v_{descarga} = 68,2^\circ C$$

En el diagrama se leen los valores:

$$h_1 = 273 \frac{kJ}{kg} \quad h_2 = 314 \frac{kJ}{kg} , \quad h_{3/4} = 150 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_E = h_1 - h_{3/4} = 123 \frac{kJ}{kg} \rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{2,43 kW}{123 \frac{kJ}{kg}} = 0,0198 \frac{kg}{s}$$

$$P_{comp} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) = 0,019 \frac{kg}{s} \cdot 41 \frac{kJ}{kg} = 0,78 kW$$

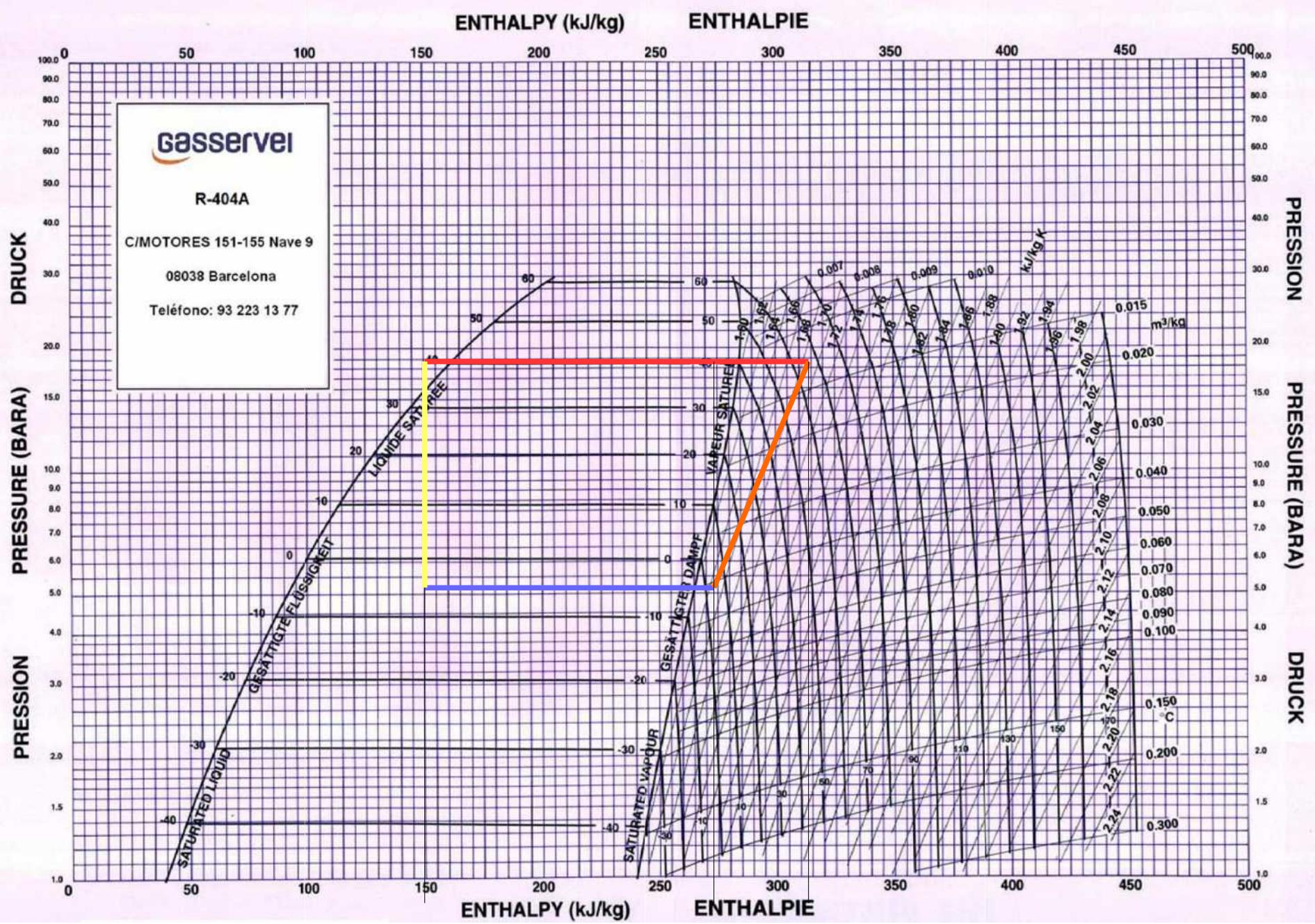
$$\dot{V}_{desplazado} = N \cdot V_{cilindro} \cdot rpm = 2 \cdot (\pi \cdot (0,015 m)^2 \cdot 0,033 m) \cdot 1450 rpm = 0,06765 \frac{m^3}{min} = 0,00113 \frac{m^3}{s}$$

Volumen específico en la aspiración: $v_1 = 0,042 \frac{m^3}{kg}$

Caudal de volumen en la aspiración: $\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,0198 \frac{kg}{s} \cdot 0,042 \frac{m^3}{kg} = 0,000832 \frac{m^3}{s}$

$$\eta_{volumetrico} = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{desplazado}} = \frac{0,000832 \frac{m^3}{s}}{0,00113 \frac{m^3}{s}} = 0,74 \rightarrow 74\%$$

$$EER = \frac{\dot{Q}_E}{P_{comp}} = \frac{2,43 kW}{0,78 kW} = 3,1$$



Selección del evaporador

La ecuación que relaciona las capacidades indicadas en la tabla, con el resto de datos de la tabla es:

$$\dot{Q}_E = c_{trans} \cdot A \cdot \Delta T , \text{ con } \Delta T = \bar{v}_{aire} - v_E$$

Con los datos del enunciado se calcula: $\Delta T_{enunciado} = \bar{v}_{aire} - v_E = 1^\circ C - (-5^\circ C) = 6 K$, que coincide con el ΔT_{tabla} .

Por tanto, se pueden utilizar los valores de capacidad de la tabla, sin transformarlos.

El evaporador elegido es el modelo SR-4-6, con una capacidad de 2985 W para $\Delta T = 6 K$.

Para calcular las temperaturas de entrada y salida del aire al evaporador, se aplica la ecuación:

$$\dot{Q}_E = c_p \cdot \dot{m} \cdot \Delta T , \text{ con } \Delta T = v_{aire\ entrada} - v_{aire\ salida} \rightarrow \Delta T = \frac{\dot{Q}_E}{c_p \cdot \dot{m}}$$

De la tabla se lee el caudal de volumen de aire que pasa por el evaporador

$$\dot{V} = 3400 \frac{m^3}{h} = 0,9444 \frac{m^3}{s}$$

y se calcula el caudal de masa con la densidad $\rho_{aire} = 1,3 \frac{kg}{m^3} \rightarrow$

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho_{aire} = 0,9444 \frac{m^3}{s} \cdot 1,3 \frac{kg}{m^3} = 1,23 \frac{kg}{s}$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{\dot{Q}_E}{c_p \cdot \dot{m}} = \frac{2,43 kW}{1 \frac{kJ}{kg} \cdot 1,23 \frac{kg}{s}} = 1,976 K$$

$$\rightarrow v_{aire\ entrada} = \bar{v}_{aire} + \frac{\Delta T}{2} = 1^\circ C + \frac{1,976 K}{2} = 1,99^\circ C$$

$$\rightarrow v_{aire\ salida} = \bar{v}_{aire} - \frac{\Delta T}{2} = 1^\circ C - \frac{1,976 K}{2} = 0,01^\circ C$$

Selección del condensador

El condensador debe ceder el calor que absorbe el evaporador y el trabajo del compresor.

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_E + P_{comp} = 2,41 \text{ kW} + 0,78 \text{ kW} = 3,19 \text{ kW}$$

La ecuación para calcular la capacidad del condensador con los datos de la tabla es:

$$\dot{Q}_E = c_{trans} \cdot A \cdot \Delta T \quad , \text{ con } \Delta T_{tabla} = v_E - \bar{v}_{aire} = 15 \text{ K}$$

Si se selecciona el condensador modelo CD 40 con una capacidad de 3207 W, hay que tener en cuenta, que esta capacidad es válida para $\Delta T_{tabla} = 15 \text{ K}$, mientras que según el enunciado,

$$\Delta T_{enunciado} = v_E - \bar{v}_{aire} = 40^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 10 \text{ K}$$

Al ser menor la diferencia de temperatura del enunciado que la de la tabla, la capacidad del condensador, en las condiciones del enunciado, también sería menor. Para calcular la capacidad en las condiciones del enunciado, se calcula el coeficiente de transmisión con los datos de la tabla.

$$c_{trans} = \frac{\dot{Q}_E}{A \cdot \Delta T} = \frac{3207 \text{ W}}{6,35 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ K}} = 33,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad \text{La superficie A del condensador se indica en la tabla de selección.}$$

Conociendo el coeficiente de transmisión, se calcula la capacidad del condensador para

$$\Delta T_{enunciado} = 10 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_E = c_{trans} \cdot A \cdot \Delta T = 33,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 6,35 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ K} = 2138 \text{ W}$$

La capacidad del condensador CD 40 no es suficiente en las condiciones del enunciado

$$\Delta T_{enunciado} = 10 \text{ K}$$

Para el condensador CD 50 de 4036 W, se hacen los mismos calculos, para saber si su capacidad es suficiente en las condiciones del enunciado.

$$c_{trans} = \frac{\dot{Q}_E}{A \cdot \Delta T} = \frac{4036 \text{ W}}{7,95 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ K}} = 33,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \quad \text{La superficie A del condensador se indica en la tabla de selección.}$$

Conociendo el coeficiente de transmisión, se calcula la capacidad del condensador para

$$\Delta T_{enunciado} = 10 \text{ K}$$

$$\dot{Q}_E = c_{trans} \cdot A \cdot \Delta T = 33,8 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 7,95 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ K} = 2691 \text{ W}$$

La capacidad del condensador CD 50 no es suficiente en las condiciones del enunciado

$$\Delta T_{enunciado} = 10 \text{ K}$$

Para el condensador CD 48 de 5440 W, se hacen los mismos calculos, para saber si su capacidad es suficiente en las condiciones del enunciado.

$$c_{trans} = \frac{\dot{Q}_E}{A \cdot \Delta T} = \frac{5440 \text{ W}}{8,94 \text{ m}^2 \cdot 15 \text{ K}} = 40,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} \quad \text{La superficie A del condensador se indica en la tabla de selección.}$$

Conociendo el coeficiente de transmisión, se calcula la capacidad del condensador para $\Delta T_{enunciado} = 10 \text{ K}$.

$$\dot{Q}_E = c_{trans} \cdot A \cdot \Delta T = 40,06 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \cdot 8,94 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ K} = 3627 \text{ W}$$

La capacidad del condensador CD 48 supera la capacidad requerida de 3,19 kW. Se elige este condensador.

El caudal de aire que pasa por el condensador modelo CD 48 es de $\dot{V} = 2000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,5556 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

$$\text{El caudal de masa es: } \dot{m} = \dot{V} \cdot \rho_{aire} = 0,5556 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,6667 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\rightarrow \Delta T = \frac{\dot{Q}_C}{c_p \cdot \dot{m}} = \frac{3,19 \text{ kW}}{1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 0,6667 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 4,78 \text{ K}$$

$$\rightarrow v_{aire_entrada} = \bar{v}_{aire} - \frac{\Delta T}{2} = 30^\circ\text{C} - \frac{4,78 \text{ K}}{2} = 27,61^\circ\text{C}$$

$$\rightarrow v_{aire_salida} = \bar{v}_{aire} + \frac{\Delta T}{2} = 30^\circ\text{C} + \frac{4,78 \text{ K}}{2} = 32,4^\circ\text{C}$$

https://www.gunt.de/images/download/primary-and-secondary-controllers_german.pdf

<https://www.gunt.de/de/produkte/kaeltetechnik/prinzipien-der-kaelteerzeugung/glct-1:pa-119:ca-116>

<https://www.danfoss.com/en-us/service-and-support/case-stories/dcs/how-thermostatic-expansion-valves-work/>

Suministro industrial refrigeración en Mallorca

Disco Palma de Mallorca - C/ Gremio Herreros,48; - <https://www.grupodisco.com/productos/>

Balear de suministros frigoríficos - Carrer del Gremi de Saboners, 19,

BEIJER ECR IBERICA, S.L. - Gremi Sucrers i Candelers, 46, - <https://beijer.es/>

NORD ARBONA SL - 16 DE JULIO, 89 - <https://www.arbonapiza.com/>

Pecomark Mallorca - <https://www.pecomark.com/es/delegaciones/ES-PM>

Compressors can be classified into four types, depending on their application: LBP, MBP, HBP and AC.

→ <https://www.embraco.com/blog/en-us/lbp-mbp-and-hbp-applications/>