

Table of Contents

2 Componentes de las instalaciones frigoríficas.....	2
2.1 Compresores.....	2
2.1.1 Clasificación de compresores por su integración en el circuito frigorífico.....	5
2.1.1.1 Compresores herméticos.....	5
2.1.1.2 Compresores semiherméticos.....	13
2.1.1.3 Compresores abiertos.....	14
2.1.2 Clasificación de compresores por su técnica de compresión.....	15
2.1.2.1 Compresores alternativos de pistón (piston reciprocating copressor).....	15
2.1.2.1.1 Proceso de compresión en compresores de pistón alternativo.....	16
2.1.2.1.2 Número y disposición de los cilindros.....	18
2.1.2.1.3 Transformación del movimiento rotativo en movimiento alternativo.....	18
2.1.2.1.4 Válvulas de aspiración y descarga.....	19
2.1.2.1.5 Dispositivos de lubricación.....	20
2.1.2.2 Compresores alternativos de pistón – ejemplos de cálculo.....	21
2.1.2.3 Compresores rotativos de pistón rodante y paletas.....	40
2.1.2.3.1 Compresor de pistón rodante (rolling piston compressor).....	40
2.1.2.3.2 Compresor de paletas (vane compressor).....	50
2.1.2.3.3 Compresor rotativo de tronillo.....	51
2.1.2.3.4 Compresor rotativo de espiral (scroll).....	55
2.2 Ejercicios compresores.....	58

2 Componentes de las instalaciones frigoríficas

Los componentes principales de una instalación frigorífica son:

- Compresor
- Condensador
- Dispositivo de expansión
- Evaporador

2.1 Compresores

La misión del compresor es hacer circular el refrigerante en la instalación frigorífica. Lo aspira en estado de gas procedente del evaporador y lo transporta, manteniendo el estado de gas, al condensador. En el compresor el gas es comprimido. Esto hace que disminuya su volumen específico, aumente la presión hasta alcanzar la de condensación y aumente también la temperatura del gas, ya que absorbe el trabajo de compresión.

La temperatura de evaporación es la que determina principalmente las condiciones de funcionamiento del compresor. A mayor temperatura de evaporación, mayor será la presión en la toma de aspiración y menor el volumen específico del gas aspirado (mayor su densidad).

La relación de compresión (R_C) es la relación entre la presión absoluta del lado de alta presión (p_C) y la presión absoluta del lado de baja presión (p_E) :

$$R_C = \frac{p_C}{p_E}$$

Cuando la relación de compresión sube demasiado, por encima de aproximadamente 12:1, para un compresor alternativo hermético, la temperatura del gas refrigerante se eleva hasta tal punto que el aceite utilizado para la lubricación se podría descomponer y generar ácido en el sistema. Una compresión en dos etapas permite reducir la relación de compresión.

Para alargar la vida de un compresor, se debe mantener la temperatura de descarga tan baja como sea posible. Una temperatura de descarga alta también puede provoca fallos en la válvula de descarga.

Un condensador sucio o con problemas en su ventilador, da lugar a una temperatura de condensación alta, que a su vez eleva la temperatura de descarga.

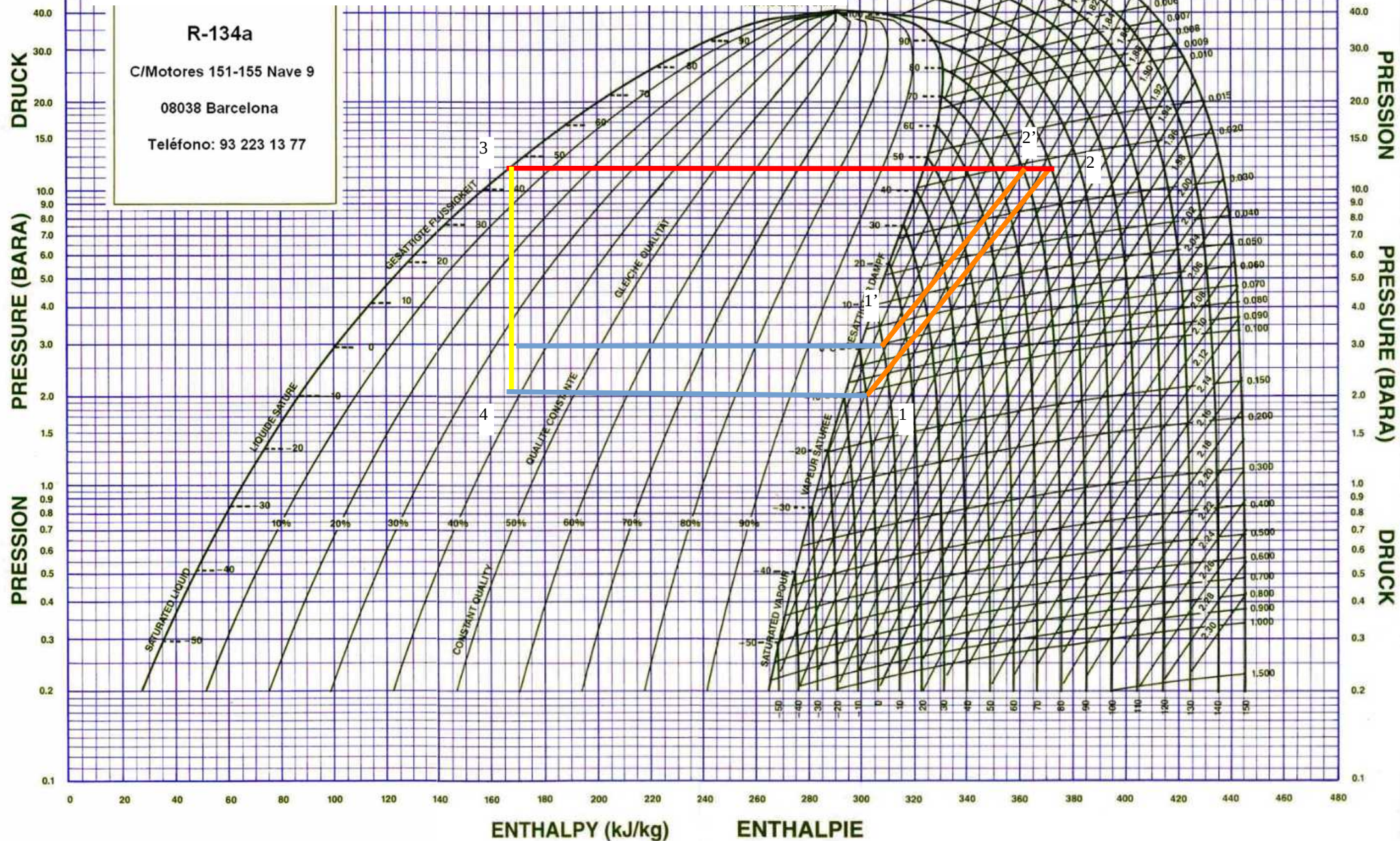
Una temperatura de evaporación baja (volumen específico alto, densidad baja), además de aumentar la relación de compresión, provoca un aumento en la temperatura de descarga, ya que el trabajo de compresión es absorbido por una masa de gas menor. Esto sucede cuando la temperatura de un compartimento refrigerado desciende por debajo de la de diseño.

Al aumentar la temperatura de evaporación, disminuye la relación de compresión.

Además, disminuye el volumen específico, por tanto, se comprime mayor masa de refrigerante por unidad de volumen, aumentando el caudal de masa. La temperatura de descarga se reduce, al ser absorbido el trabajo del compresor por una mayor masa de refrigerante.

El aumento de la temperatura de evaporación de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, manteniéndose un sobrecalentamiento constante de 10 K , provoca una reducción del volumen específico de $0,11\text{ m}^3/\text{kg}$ a $0,71\text{ m}^3/\text{kg}$ (aumenta la densidad del gas).

La temperatura de descarga disminuye de $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, por una doble causa. El trabajo de compresión de $1'$ a $2'$ es menor que el de 1 a 2 y la masa de gas contenida en el cilindro, que absorbe ese trabajo, es mayor por la mayor densidad del gas.



2.1.1 Clasificación de compresores por su integración en el circuito frigorífico

Por integración del motor del compresor en el circuito, se diferencia entre:

2.1.1.1 *Compresores herméticos*

En los compresores herméticos, motor eléctrico y compresor forman una unidad, protegida del exterior por una carcasa. Ni el motor, ni el compresor son accesibles. En caso de avería, se sustituye el conjunto hermético. Se utilizan en instalaciones de pequeña potencia, su precio es relativamente bajo.



**A2L R-454C 50HZ**

Condiciones de Cálculo: Gas de aspiración 20°C subenfriamiento de líquido 3K

COMPRESOR / COMPRESSOR	TEMP. CONDENSACION / CONDENSING TEMP. (°C)	TEMPERATURA DE EVAPORACION / EVAPORATING TEMPERATURE (°C)											
		H = Alta / High				M = Media / Medium			L = Baja / Low				
		12.5	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40

<https://docs.gestionaweb.cat/1425/r-454c-rendimientos-gelpha-2718025.pdf>

SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

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

COMPRESORES**Alta y Media temperatura «R134a»**

ESCOFRED

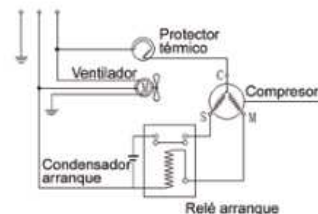
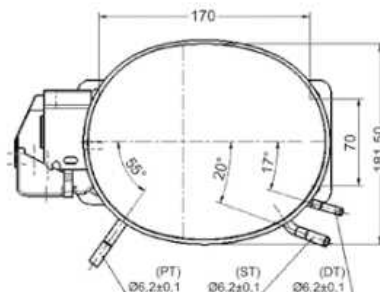
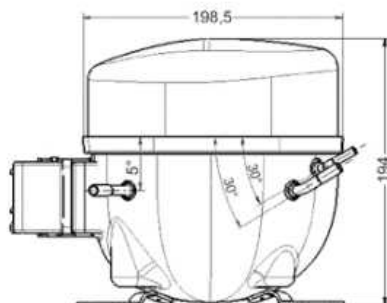
A



Código	Modelo	Potencia CV	Cil. cm³	Rendimientos (W)				Tipo motor	€
				0°C	-5°C	-10°C	-15°C		
MONOFÁSICOS 220V - 50Hz									
MF 40 013	GQR80TG	1/4	8	680	550	420	324	CSIR	105,00
MF 40 014	GQR90TG	1/3	9,1	768	621	474	365	CSIR	110,00
MF 40 015	GQR12TG	3/8	12,8	981	793	606	467	CSIR	120,00
MF 40 016	GQR14TG	1/2	14,2	1.108	896	685	527	CSIR	125,00

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

Modelo	GQR80TG	GQR90TG	GQR12TG	GQR14TG
Rango tª evaporación (°C)	-15°C/+10°C	-15°C/+10°C	-15°C/+10°C	-15°C/+10°C
Viscosidad aceite cSt 40°C	32	32	32	32
Peso (kg)	9,3	9,8	10	10
LRA (A)	7,3	9,4	9,88	10,5
Protección térmica (°C)	Abre 120 / Cierra 61	Abre 125 / Cierra 61	Abre 125 / Cierra 61	Abre 125 / Cierra 61
Relé de arranque	QL2-4,95 / PO-230	QL2-4,95 / PO-230	QL2-4,95 / PO-230	QL2-4,95 / PO-230
Condensador arranque	CD60 50 µF	CD60 50 µF	CD60 50 µF	CD60 50 µF



A**COMPRESORES HERMÉTICOS
«R-134a»**

SERIE EMT



SERIE NEU/NEK



SERIE NJ



SERIE NT

Baja temperatura (LST)

Código	Modelo	HP	Ref. Comp.	Cil. cm³	Motor	Altura mm	CAPACIDAD EN WATIOS				€
							-30°C	-20°C	-15°C	-10°C	
MONOFÁSICOS 220V 50Hz											
MF 11 184	EMY-3109Z	1/10	C	3,97	RSIR	166	74	130	169	215	101,00
MF 11 185	EMY-3111Z	1/8	C	4,85	RSIR	166	87	157	202	257	103,50
MF 11 164	EMT-49HLP	1/6	C	5,56	RSIR	166	101	178	230	290	108,50
MF 11 151	EMY-3115Z	1/6	C	6,09	RSIR	171	131	233	298	374	116,00
MF 11 166	NEK-2116-Z	1/10	S	7,37	CSIR	200	95	184	241	305	135,50
MF 11 154	NEK-1116-Z	1/5	S	7,37	RSIR/RSCR	187	125	232	302	385	129,50
MF 11 155	NEK-1118-Z	1/4	S	8,39	RSIR	187	148	268	347	441	132,50
MF 11 157	NE-2121-Z	1/3	F	9,26	CSIR	200	166	302	392	498	172,50
MF 11 158	NE-2130-Z	1/3	F	12,11	CSIR	200	238	411	526	662	183,00
MF 11 192	NE-2134-Z	1/3	F	14,28	CSIR	200	—	433	559	707	185,00
MF 11 168	NEK-2140-Z	1/2	F	16,8	CSIR	200	240	419	544	688	189,50

 Rendimientos indicados: Temperatura condensación 54°C
 Temperatura ambiente máx. 43°C
Alta temperatura (HBP)

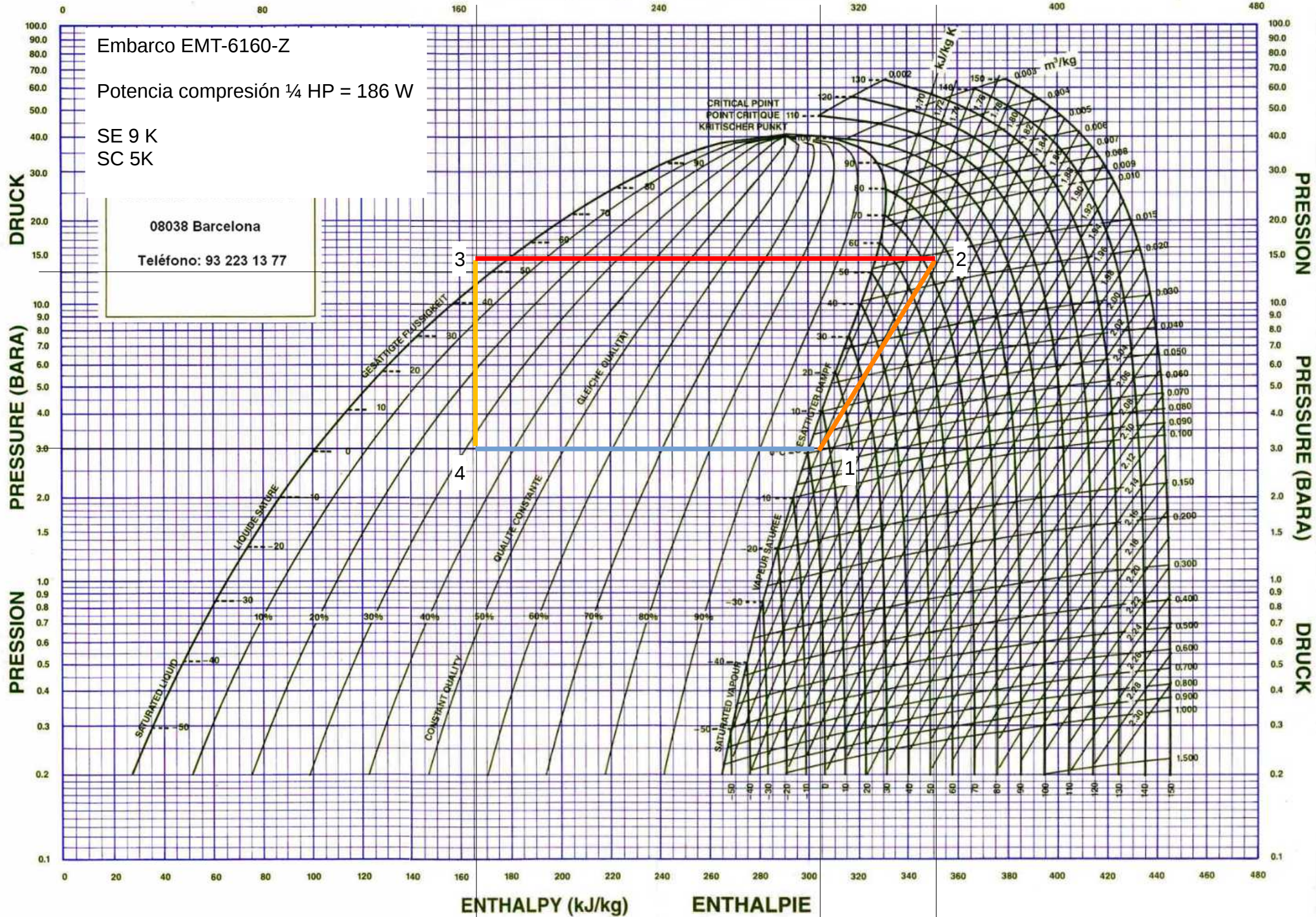
Código	Modelo	HP	Ref. Comp.	Cil. cm³	Motor	Altura mm	CAPACIDAD EN WATIOS			€
							-10°C	0°C	+5°C	
MONOFÁSICOS 220V 50Hz										
MF 11 131	EMT-37HDP	1/8	S	3,40	RSIR	166	170	269	328	112,50
MF 11 186	EMT-45HDR	1/8	S	3,97	CSIR	166	207	314	383	120,50
MF 11 132	EMT-50HDP	1/6	F	4,50	RSIR	166	226	355	435	119,50
MF 11 191	EMT-6144-Z	1/5	F	5,19	CSIR	166	278	432	528	123,50
MF 11 135	EMT-6160-Z	1/4	F	6,76	CSIR	166	358	551	669	126,50
MF 11 136	EMT-6170-Z	1/3	F	7,69	CSIR	166	398	662	739	134,00
MF 11 145	NEU-6187-Z*	1/3	F	10	CSIR	200	561	752	920	155,00
MF 11 137	NEU-6210-Z*	1/2	F	12,11	CSIR	200	579	917	1.129	165,50
MF 11 144	NEU-6212-Z*	1/2	F	14,28	CSIR	206	669	1.060	1.303	171,50
MF 11 138	NEK-6214-Z*	1/2	F	16,8	CSIR	206	789	1.228	1.496	189,50
MF 11 142	NT6217-Z	3/4	F	20,44	CSIR	220	879	1.374	1.695	271,50
MF 11 140	NJ-6220-Z	1	F	26,11	CSIR	265	1.104	1.886	2.336	348,00
MF 11 141	NJ-6226-Z	1-1/4	F	34,38	CSIR	265	1.136	2.209	2.711	381,00
TRIFÁSICOS 380V 50Hz										
MF 11 181	NJ-6220-ZX	1	S	26,11	3-FASE	265	1.104	1.886	2.336	361,50
MF 11 182	NJ-6226-ZX	+1	F	34,38	3-FASE	265	1.350	2.231	2.739	423,50

 Rendimientos indicados: Temperatura condensación 54°C
 Temperatura ambiente máx. 43°C

* SERIE NEU A 50-60 Hz

ENTHALPY (kJ/kg)

ENTHALPIE



Ejemplo 2.1.1.1-1

Compresor EMT-6160-Z

R-134a

$$\vartheta_E = 0^\circ\text{C} \rightarrow p_E = 3\text{ bar}$$

$$\vartheta_C = 54^\circ\text{C} \rightarrow p_C = 14,5\text{ bar}$$

$$R_C = \frac{p_C}{p_E} = \frac{14,5\text{ bar}}{3\text{ bar}} = 4,8\text{ bar}$$

$$\dot{Q}_E = 0,551\text{ kW} \text{ información procedente de la tabla de datos}$$

$$V_{\text{cilindro}} = 6,76\text{ cm}^3 \text{ y } 2800\text{ RPM (velocidad de giro del cigüeñal)} \rightarrow$$

$$\dot{V}_{\text{vol despl}} = V_{\text{cilindro}} \cdot \frac{2800\text{ RPM}}{60\text{ s}} = 0,00000676\text{ m}^3 \cdot \frac{46,7}{\text{s}} = 0,00032 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \text{ Volumen desplazado}$$

Caudal de masa obtenido del diagrama p h

SC = 5 K valor estimado

SE = 9 K valor estimado

$$h_1 = 305 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad h_{3/4} = 165 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{\dot{Q}_E}{(h_1 - h_4)} = \frac{0,551\text{ kW}}{140 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,0039 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Caudal volumétrico en la aspiración (punto 1)

$$v_1 = 0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \text{ volumen específico, obtenido del diagrama p h}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,0039 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,000273 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Rendimiento volumétrico

$$\eta_{\text{volumetrico}} = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{\text{vol despl}}} = \frac{0,000273 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00032 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 85$$

Cálculo del trabajo de compresión (necesario para obtener el punto 2)

Potencia del compresor 0,25 HP = 0,184 kW








$$W_C = \frac{P_{\text{comp}}}{\dot{m}} = \frac{0,184 \text{ kW}}{0,0039 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 47,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 305 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 47,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 352 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$


$$\rightarrow \vartheta_{\text{descarga}} = 74^\circ\text{C}$$

SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 134a]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc R404A R407A R407C R409A R410A R507

SOLKANE® 134a     t_c 101.06 °C    Datos de materiales

p_c 40.59 bar  v_c 1.954 dm³/kg

Vaporizador Temperatura 0.00 °C Recalentamiento 5.00 K Pérdida de presión 0.00 bar Capacidad frigorífica 0.55 kW

Condensador Temperatura 54.00 °C Subenfriamiento 9.00 K Pérdida de presión 0.00 bar

Compresor Rendimiento isotrópico 0.800 ☐ Auto

Circulación (F2) Parámetro de emisión (F3) Índices funcionales (F4) Dimensionamiento de tubo (F5)








Potencias Proceso de una etapa


Vaporizador	0.55 kW	Índice de compresión	4.97
Condensador	0.72 kW	Diferencia de presión	11.63 bar
Compresor	0.17 kW	Caudal másico	3.957 g/s
		Caudal de volumen desplazado	1.01 m³/h
		Potencia de enfriamiento volúm.	1956 kJ/m³
Conducto de gas por aspiración	0.000 kW	Índice de potencia de enfriamiento	3.24
Conducto de gas de presión	0.000 kW		

SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 134a]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc R404A R407A R407C R409A R410A R507

SOLKANE® 134a     t_c 101.06 °C    Datos de materiales

p_c 40.59 bar  v_c 1.954 dm³/kg

Vaporizador Temperatura 0.00 °C Recalentamiento 5.00 K Pérdida de presión 0.00 bar Capacidad frigorífica 0.55 kW

Condensador Temperatura 54.00 °C Subenfriamiento 9.00 K Pérdida de presión 0.00 bar

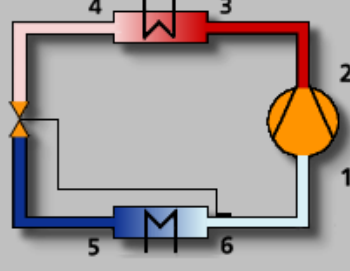
Compresor Rendimiento isotrópico 0.800 ☐ Auto

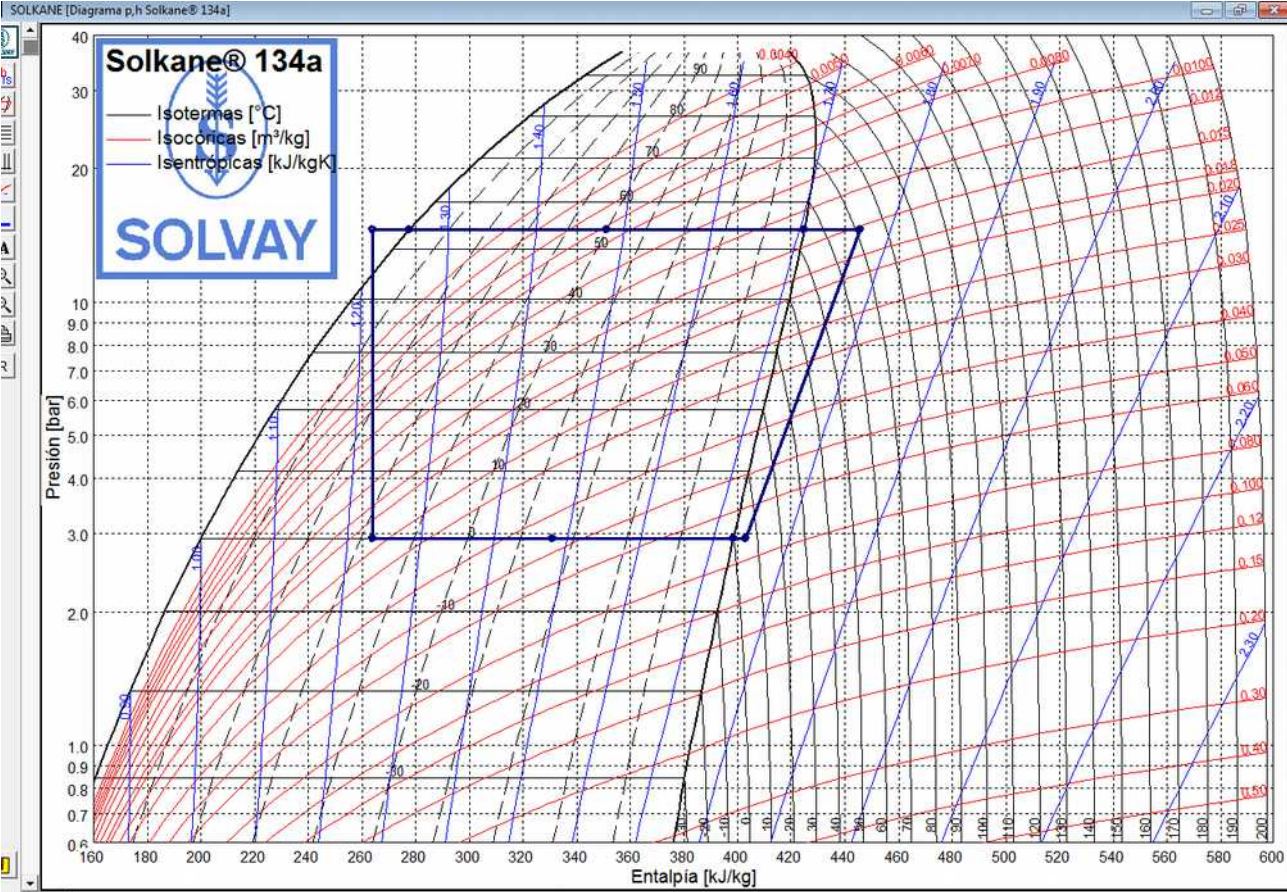
Conducto de gas de presión Pérdida de presión 0.00 bar

Circulación (F2) Parámetro de emisión (F3) Índices funcionales (F4) Dimensionamiento de tubo (F5)

Punto	p bar	t °C	v dm³/kg	h kJ/kg	s kJ/kgK	x --
1	2.93	5.00	71.05	402.90	1.7427	
2s	14.55	64.18	14.67	437.21	1.7427	
2	14.55	71.52	15.41	445.79	1.7679	
3	14.55	71.52	15.41	445.78	1.7679	
3'	14.55	54.00	13.52	424.79	1.7053	
3"4'm	14.55	54.00	7.22	351.27	1.4805	
4'	14.55	54.00	0.92	277.74	1.2557	
4	14.55	45.00	0.89	263.90	1.2132	
5	2.93	0.00	22.83	263.90	1.2340	0.322
56"m	2.93	0.00	46.05	331.20	1.4803	
6"	2.93	0.00	69.28	398.49	1.7267	
6	2.93	5.00	71.05	402.90	1.7427	

Proceso de una etapa





2.1.1.2 Compresores semiherméticos

El eje del motor es prolongación del cigüeñal del compresor y ambos están en una misma carcasa accesible desde el exterior. Su carcasa esta compuesta por elementos desmontables, permitiendo reparar averías en su interior. El fluido refrigerante a baja presión fluye alrededor del motor refrigerándolo.

Se utilizan en instalaciones de mediana potencia.



2.1.1.3 Compresores abiertos

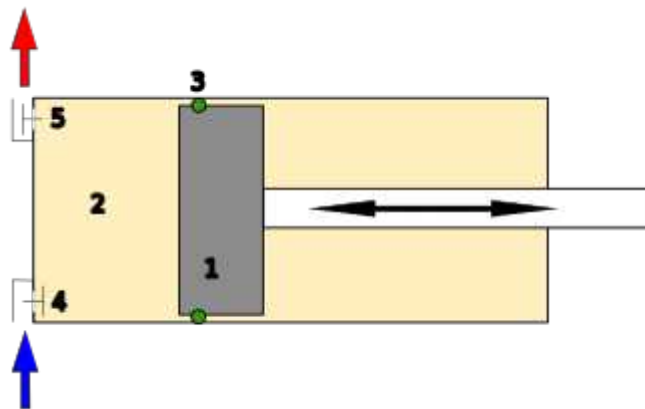
El cigüeñal es accionado por un motor externo al compresor. El motor se encuentra fuera del circuito refrigerante. El paso del cigüeñal a través de la carcasa del compresor requiere un elemento que garantice la estanqueidad. Es este uno de los puntos débiles del compresor abierto. Se utilizan para instalaciones de pequeña y mediana potencia.



2.1.2 Clasificación de compresores por su técnica de compresión

2.1.2.1 *Compresores alternativos de pistón (piston reciprocating copressor)*

Se basan en la transformación de un movimiento rotativo en otro alternativo, semejante a los motores de combustión interna pero en sentido inverso. Están formados por una cámara de compresión en forma de cilindro (3) y por un pistón que se desliza por dentro del cilindro. El pistón (1) está unido a través de una biela de transmisión a un motor accionador. Al girar el motor, la biela hace un movimiento ascendente y descendente, succionando el gas de entrada a través de la válvula de admisión (4) cuando retrocede el pistón, comprimiendo el gas cuando avanza el pistón y expulsando el gas a través de la válvula de escape (5) cuando el pistón llega al final de su recorrido.

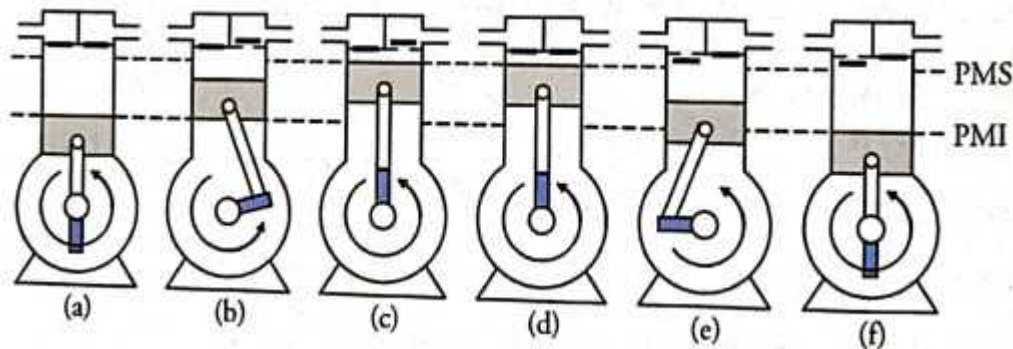


Los segmentos colocados en el pistón aseguran la estanquidad entre este y el cilindro, separando la alta presión (interior del cilindro) de la parte de baja presión (cárter). En los compresores pequeños en lugar de segmentos se utilizan pistones con ranuras, que aseguran la estanquidad.



2.1.2.1.1 Proceso de compresión en compresores de pistón alternativo

El proceso completo de compresión comprende dos carreras del pistón con un giro del eje de rotación. La siguiente imagen muestra el movimiento del pistón en sus 2 fases o carreras.



Compresión.

Las válvulas están cerradas y el gas está dentro del cilindro (a). El émbolo inicia su movimiento desde la posición de máximo volumen PMI (punto muerto inferior) hasta que se alcanza una presión determinada que abre la válvula de descarga (b).

La presión a la que abre la válvula de descarga depende de la presión de condensación, que es la que actúa desde el exterior del cilindro sobre la válvula de descarga. Para que la válvula de descarga abra, es necesario que la presión del refrigerante en el interior del cilindro supere la presión exterior, es decir, la presión de condensación.

Descarga.

La válvula de descarga está abierta. El émbolo prosigue su movimiento hasta la posición de mínimo volumen punto muerto superior (PMS) (c).

Reexpansión.

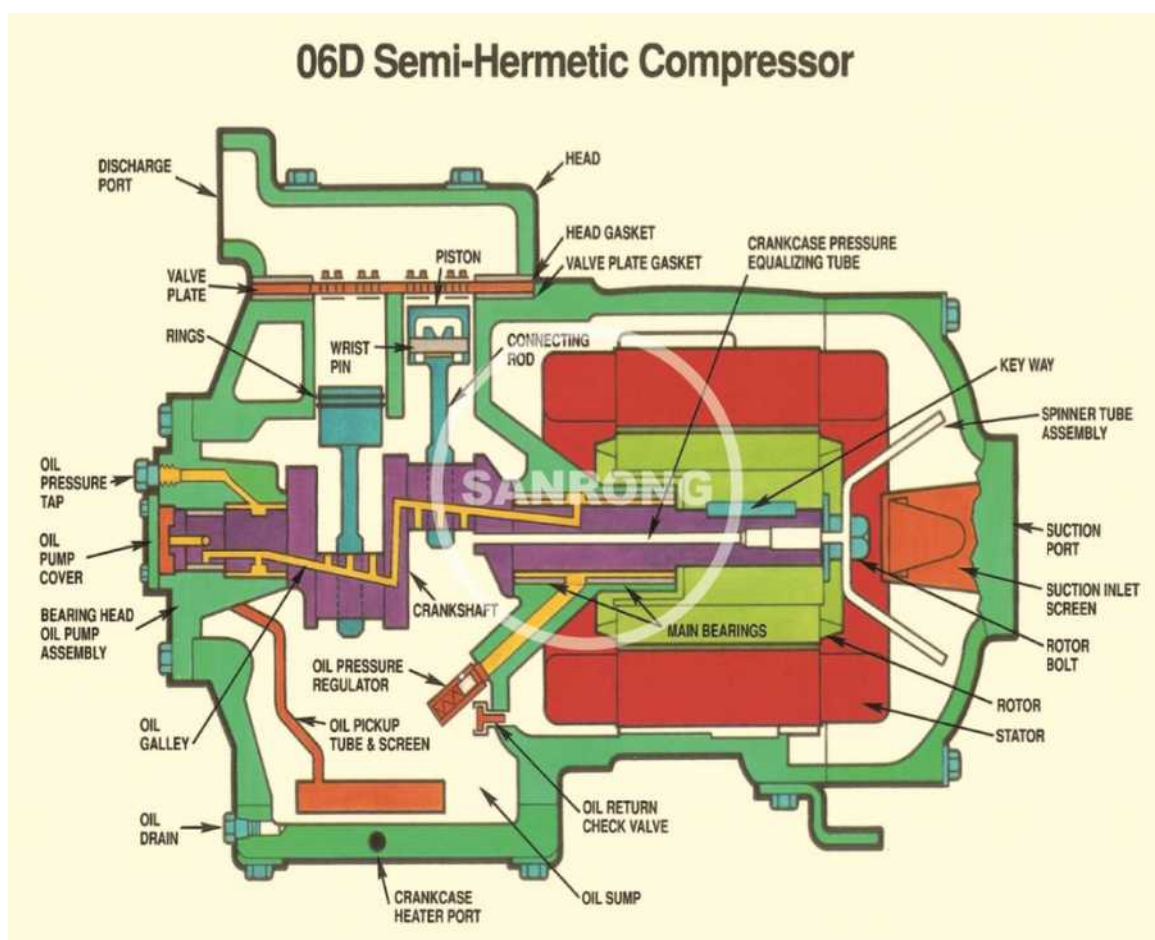
Con las válvulas cerradas, el émbolo inicia su movimiento desde el PMS (d) hasta el momento que se abre la válvula de aspiración (e). La válvula de aspiración se abre en el momento en que la presión en el interior del cilindro es inferior a la presión en el exterior de la válvula de aspiración.

La presión en el exterior de la válvula de aspiración es la presión de evaporación del refrigerante en el evaporador. Cuanto más alta sea la presión de evaporación, antes abrirá la válvula de aspiración, permitiendo la entrada de refrigerante al cilindro.

Aspiración.

La válvula de aspiración está abierta. Entra gas en el cilindro, desplazándose el émbolo hacia el punto muerto inferior (PMI) (f). A partir de aquí se inicia un nuevo ciclo.

Para evitar que el pistón choque contra la placa de la válvula cuando se encuentra en la parte superior, los compresores alternativos se diseñan con un pequeño espacio (muerto) entre la parte superior del pistón (PMS) y la placa de la válvula. El espacio muerto reduce el rendimiento del compresor, al matener una pequeña cantidad de gas en su interior. A mayor volumen del espacio muerto y mayor presión de condensación, mayor será la cantidad de gas refrigerante retenida en el espacio muerto y menor el rendimiento volumétrico.



2.1.2.1.2 Número y disposición de los cilindros.

El número de cilindros varía de 1 a 16. Para compresores de 2 y 3 cilindros, están dispuestos en línea. Cuando se tienen 4 o más cilindros, generalmente se emplean arreglos radiales (para formar una V o W), reduciéndose así el tamaño del compresor (ejemplo en V).

La imagen muestra un compresor semihermético de 2 cilindros dispuestos en V.

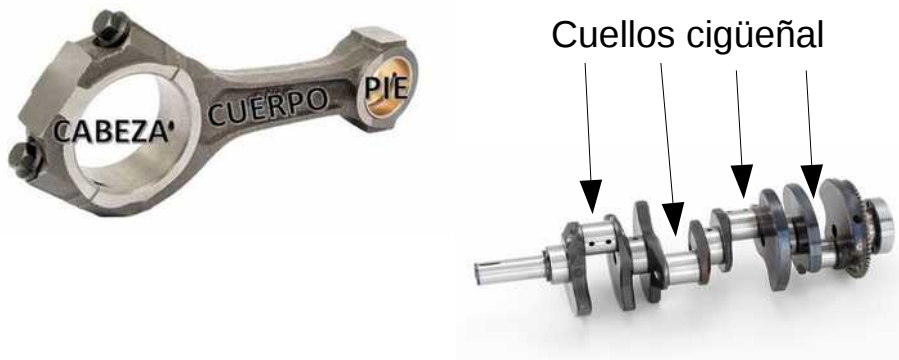


2.1.2.1.3 Transformación del movimiento rotativo en movimiento alternativo

Esta transformación se obtiene con el sistema mecánico de biela-eje. Los ejes cigüeñales se construyen de acero forjado y algunas veces de fundición. Las bielas aseguran la unión entre los cuellos del cigüeñal y los pistones. Deben ser ligeras y resistentes, ya que han de soportar la fuerza desarrollada sobre la cabeza del pistón por la presión del fluido frigorífico. Los pistones deben ser ligeros (hierro fundido o aluminio), y hallarse ajustados a los cilindros para evitar pérdidas por fugas de fluido entre el pistón y el cilindro. En compresores grandes se debe reducir la fuerza de rozamiento, reduciendo la superficie de contacto, mediante

segmentos elásticos.

El eje del pistón (bulón) actúa de unión entre el pie de la biela y el pistón, por eso se denomina eje de pie de biela. Se trata de un eje hueco que unas veces va fijo sobre el pie de la biela, y otras sobre el pistón, quedando libre una de las dos partes siempre para poder producir el movimiento requerido.



2.1.2.1.4 Válvulas de aspiración y descarga

El conjunto de válvulas de aspiración y de descarga están emplazadas a uno y otro lado de una placa conocida por plato de válvulas.

El trabajo de las válvulas se hace siempre metal contra metal, por lo que es indispensable que las superficies de contacto sean planas conservando siempre su forma original: deben ser robustas y poco frágiles. En los compresores que giran a velocidad elevada, las válvulas se abren y cierran con gran rapidez, lo que implica la necesidad de que estas válvulas sean también ligeras. En este caso, se utilizan válvulas del tipo laminar flexible, que permiten hacer el movimiento ilustrado en la imagen.



2.1.2.1.5 Dispositivos de lubricación

El engrase puede lograrse por: barboteo o bomba de aceite a presión.

El sistema de barboteo se utiliza en compresores de baja potencia que giran a velocidad moderada. Se mantiene un nivel de aceite en el cárter que permita a las cabezas de las bielas hallarse por debajo de dicho nivel durante parte de su movimiento de rotación; el aceite, se proyecta hacia el interior del cárter llegando hasta los ejes del pistón.

El sistema de lubricación forzada consiste en una bomba de aceite montada en el extremo del eje del compresor, y accionada por el eje, que lubrica bajo presión todos los órganos en movimiento. La distribución del aceite se efectúa por medio de conductos a todas las partes fijas (como cilindros). Además, otro conducto taladrado en el interior del cigüeñal permite, a partir de los cuellos del mismo, engrasar las bielas y los ejes del pistón. El aceite retorna por gravedad al fondo del cárter de donde es aspirado a través de un filtro de la bomba de aceite.

Vídeo

Sustitución de bobinado en compresor semihermético

Disassemble Assemble of 15kw Semi Hermetic compressor Bitzer Make
<https://youtu.be/8XVrv-vkqxI?si=tbfS2kfUUN8ohLzJ>

2.1.2.2 Compresores alternativos de pistón – ejemplos de cálculo



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

COMPRESORES SEMIHERMÉTICOS



A



MODELO K
BÁSICO



MODELO LG
CON ASPIRACIÓN POR CULATA



MODELO MR
CON BOMBA DE ACEITE



MODELO VR
CON REGULACIÓN DE CAPACIDAD

COMPRESIÓN

A-39

A

COMPRESORES SEMIHERMÉTICOS



Alta / Media temperatura. Para gas R134A/R-404A/R-507

Código	Modelo	Motor HP	Desplaz. m³/h	Línea		Nº cilindros	PDA	CAPACIDAD EN WATIOS					€
				Asp.	Desc.			+5°C	0°C	-10°C	-25°C	-35°C	
MF 18 101	07K3,2X	0,75	2,91	1/2"	3/8"	2	NO	2.442	2.030	1.362	668	355	1.270,00
MF 18 103	1K5,2X	1	4,92	5/8"	1/2"	2	NO	4.245	3.540	2.392	1.208	672	1.299,00
MF 18 105	1,5K7,2X	1,5	6,43	5/8"	1/2"	2	NO	5.748	4.798	3.248	1.655	948	1.338,00
MF 18 109	2L9,2	2	9,06	7/8"	1/2"	2	NO	8.068	6.665	4.450	2.035	875	1.837,00
MF 18 111	3L13,2X	3	12,87	7/8"	5/8"	2	NO	11.915	9.845	6.602	3.118	1.458	1.991,00
MF 18 114	4L17,2X	4	17,14	7/8"	5/8"	2	NO	16.768	13.925	9.428	4.598	2.340	2.104,00
MF 18 117	5L23,2X	5	22,52	1-1/8"	5/8"	2	NO	21.815	18.085	12.075	6.265	3.518	2.273,00
MF 18 139	7MR27,2X	7,5	26,65	1-3/8"	1-1/8"	2	SI	24.715	20.582	13.818	6.775	3.605	3.540,00
MF 18 141	9MR32,2X	10	32	1-3/8"	1-1/8"	2	SI	29.088	24.238	16.298	8.025	4.290	3.677,00
MF 18 143	8GR31,3X	7,5	31,08	1-3/8"	1-1/8"	2	SI	28.555	23.780	15.998	7.878	4.218	4.012,00
MF 18 145	10GR39,3X	10	39,02	1-3/8"	1-1/8"	3	SI	35.630	29.785	20.245	10.285	5.775	4.076,00
MF 18 147	15GR50,3X	15	49,88	1-5/8"	1-1/8"	3	SI	45.145	37.818	25.865	13.395	7.748	4.349,00
MF 18 149	18GR60,3	18	60,28	1-5/8"	1-1/8"	3	SI	54.805	45.950	31.498	16.408	9.560	4.899,00

Media / Baja temperatura. Para gas R-404A/R-507/R-449A

Código	Modelo	Motor HP	Desplaz. m³/h	Línea		Nº cilindros	PDA	CAPACIDAD EN WATIOS				€
				Asp.	Desc.			-10°C	-20°C	-30°C	-40°C	
MF 18 102	07K5,2X	0,75	4,92	5/8"	3/8"	2	NO	–	1.542	910	460	1.270,00
MF 18 104	1K7,2X	1	6,43	5/8"	1/2"	2	NO	–	2.172	1.265	660	1.299,00
MF 18 106	1,5K8,2X	1,5	7,43	5/8"	1/2"	2	NO	–	2.435	1.482	800	1.338,00
MF 18 107	1,5K9,2X	1,5	9,06	5/8"	1/2"	2	NO	–	3.158	1.808	975	1.338,00
MF 18 108	2K9,2K	2	9,06	5/8"	1/2"	2	NO	4.648	3.015	1.844	998	1.496,00
MF 18 110	2L13,2X	2	12,87	7/8"	1/2"	2	NO	–	3.845	2.148	865	1.915,00
MF 18 112	3L17,2X	3	17,14	7/8"	5/8"	2	NO	8.615	5.910	3.355	1.408	1.991,00
MF 18 113	3L19,2X	3	19,43	1-1/8"	5/8"	2	NO	–	7.138	4.250	2.065	1.991,00
MF 18 115	4L19,2X	4	19,43	1-1/8"	5/8"	2	NO	10.745	6.870	4.008	1.880	2.104,00
MF 18 116	4L23,2X	4	22,52	1-1/8"	5/8"	2	NO	–	8.260	5.030	2.622	2.104,00
MF 18 134	4LR23,2X	4	22,52	1-1/8"	5/8"	2	SI	–	7.110	4.890	2.565	2.687,00
MF 18 135	5LR23,2X	5	22,52	1-1/8"	5/8"	2	SI	11.842	7.835	4.658	2.305	2.826,00
MF 18 138	6MR27,2X	5	26,65	1-3/8"	7/8"	2	SI	13.950	9.025	5.420	2.840	3.435,00
MF 18 140	7MR32,2X	7,5	32	1-3/8"	1-1/8"	2	SI	–	10.352	6.000	3.498	3.540,00
MF 18 142	6GR31,3X	5	31,08	1-3/8"	7/8"	3	SI	–	9.800	5.942	3.192	3.935,00
MF 18 144	8GR39,3X	7,5	39,02	1-3/8"	1-1/8"	3	SI	–	12.668	7.668	4.098	4.012,00
MF 18 146	10GR50,3X	10	49,88	1-3/8"	1-1/8"	3	SI	–	16.750	10.478	5.995	4.076,00
MF 18 148	12GR60,3X	12,5	60,28	1-3/8"	1-1/8"	3	SI	–	20.250	12.668	7.252	4.495,00

Datos cálculo: Temperatura condensación 45°C; Temperatura gas aspiración 25°C; Sin subenfriamiento líquido

PDA → Presostato Diferencial de Aceite, desconecta el compresor si no detecta diferencia de presión entre la salida de la bomba de aceite y la presión de evaporación.

Inicio > Componentes frigoríficos > Conjunto presostatos y controles de presión >
Ctjo. presostato diferencial de aceite



Ctjo. presostato diferencial de aceite

Cjto. presostato diferencial de aceite para compresores semiherméticos GELPHA con bomba de aceite

Referencia	585.0006.00
------------	-------------

Cjto. presostato diferencial de aceite para compresores semiherméticos GELPHA con bomba de aceite

El conjunto incluye latiguillos, codo y soportel

Modelos compatibles : Todos los modelos LR, VLR, MR i GR

https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Compresion_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

<https://www.gelpha.com/es/>

Ejemplo 2.1.2.2-1:

Código MF18108

Modelo 2K9, 2K

Precio: 1496 euros

<https://www.gelpha.com/es/compresores/compresor-semihermetico-2k9-2x-r-404-r507/>

$$P_{\text{eléctrica}} = 1,83 \text{ kW}$$

Refrigerante R-404a

$$\text{Motor 2 HP} \rightarrow 2 \text{ HP} \cdot 745,7 \frac{\text{W}}{\text{HP}} = 1491,4 \text{ W} \quad \text{potencia mecánica de compresión}$$

$$\text{subenfriamiento } 0 \text{ K} \rightarrow h_{3/4} = 170 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$v_C = 45^\circ\text{C} \rightarrow p_C = 20,5 \text{ bar}$$

$$v_E = -10^\circ\text{C} \rightarrow p_E = 4,5 \text{ bar}$$

$$R_C = \frac{p_C}{p_E} = \frac{20,5 \text{ bar}}{4,5 \text{ bar}} = 4,6$$

$$v_{\text{aspiración}} = 25^\circ\text{C} \rightarrow h_1 = 293 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Eficiencia

$$EER_{\text{ciclo}} = \frac{\dot{Q}_E}{P_{\text{comp}}} = \frac{4648 \text{ W}}{1491 \text{ W}} = 3,1$$

Volumen desplazado

$$\dot{V}_{\text{vol despl}} = 9,06 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,00252 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{leído de la tabla de datos})$$

Calor absorbido

$$Q_E = h_1 - h_4 = 293 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 170 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 123 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{sobrecalentamiento } 35 \text{ K, aspiración } 25^\circ\text{C})$$

Potencia frigorífica tomada de la tabla $\dot{Q}_E = 4,648 \text{ kW}$

$$Q_E \cdot \dot{m} = \dot{Q}_E \rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{4,648 \text{ kW}}{123 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,038 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Caudal de volumen en la aspiración (punto 1)

Caudal de volumen en la aspiración

$$v = 0,054 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \text{ volumen específico obtenido del diagrama p-h en el punto 1.}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v = 0,038 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,054 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Rendimiento volumétrico

$$\frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{\text{vol despl}}} = \frac{0,002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00252 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 0,79 \text{ rendimiento volumétrico } 79\%$$

Cálculo de W_C con la potencia del compresor de 2 HP:

$$W_C = \frac{P_{\text{compresor}}}{\dot{m}_{\text{real}}} = \frac{1491,4 \text{ W}}{0,0377 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 39,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 293 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 39,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 332,6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Caudales volumétricos en la descarga (punto 2)

$$v_2 = 0,013 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,038 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,013 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,00049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Toma aspiración 5/8” - diámetro interior 14,35 mm

Toma descarga 1/2” - diámetro interior 11,18 mm

(Tabla de medidas tubos en [unidad 1.2](#), apartado 1.10-1)

Velocidad del refrigerante en la aspiración

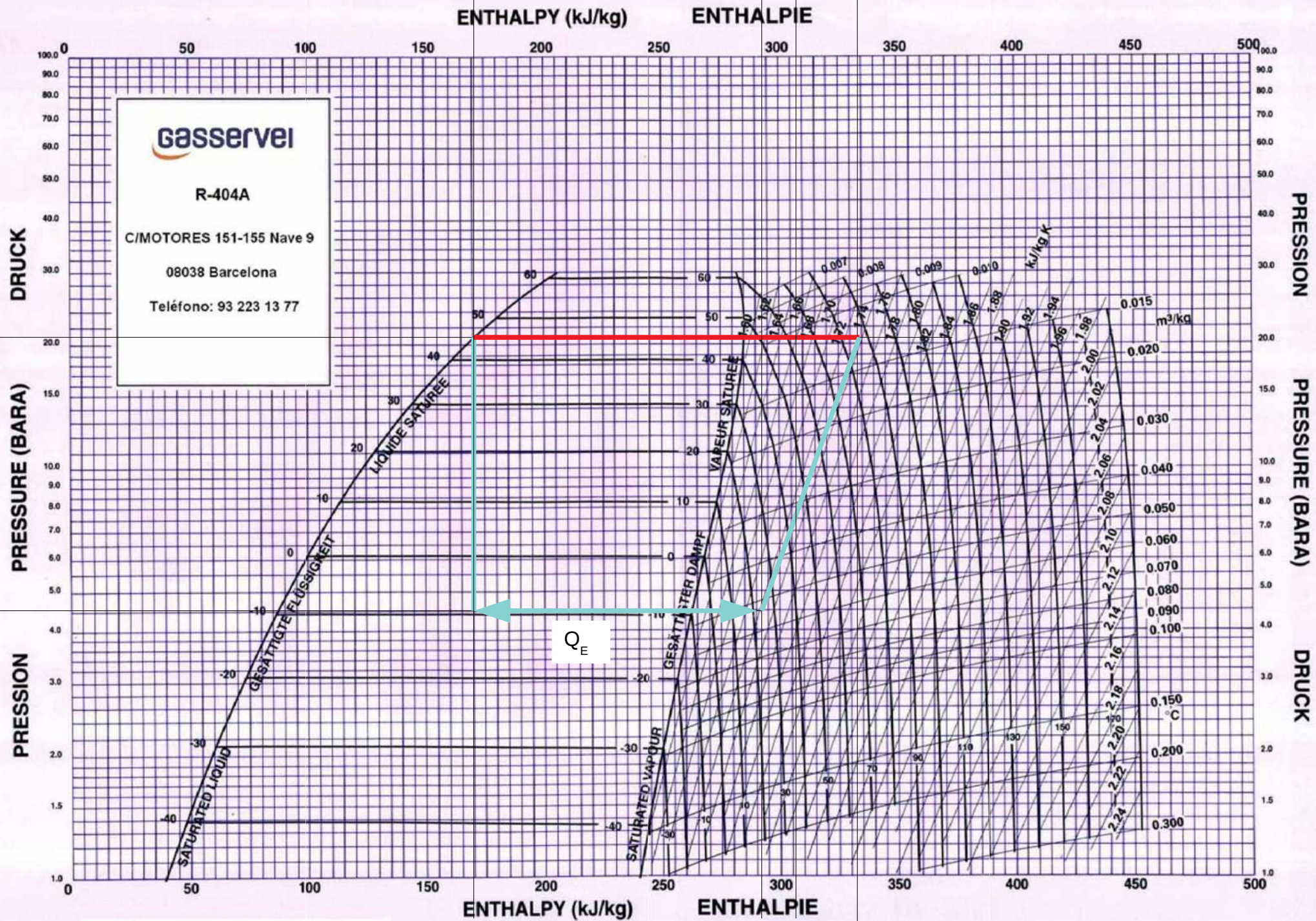
$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{14,35 \text{ mm}}{2} \right)^2 = 161,6 \text{ mm}^2 = 0,0001616 \text{ m}^2$$

$$v_{\text{aspiracion}} = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0001616 \text{ m}^2} = 12,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidad del refrigerante en la descarga

$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{11,18 \text{ mm}}{2} \right)^2 = 98,11 \text{ mm}^2 = 0,00009811 \text{ m}^2$$


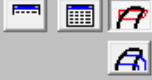

$$v_{\text{descarga}} = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,00049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00009811 \text{ m}^2} = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 404A]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc **R404A** R407A R407C R409A

SOLKANE® 404A   t_c 72.05 °C p_c 37.29 bar v_c 2.055 dm³/kg  Datos de materiales

Vaporizador Temperatura -10.00 °C Recalentamiento 30.00 K Pérdida de presión 0.00 bar Capacidad frigorífica 4.65 kW

Condensador Temperatura 45.00 °C Subenfriamiento 0.00 K Pérdida de presión 0.00 bar **Cálculo**

Compresor Rendimiento isotrópico 0.800 ☐ Auto

Circulación (F2) Parámetro de emisión (F3) Indices funcionales (F4) Dimensionamiento de tubo (F5)




Potencias Proceso de una etapa

Vaporizador	4.65 kW	Índice de compresión	4.75
Condensador	6.42 kW	Diferencia de presión	16.14 bar
Compresor	1.77 kW	Caudal másico	38.515 g/s
		Caudal de volumen desplazado	7.40 m³/h
		Potencia de enfriamiento volúm.	2262 kJ/m³
Conducto de gas por aspiración	0.000 kW	Índice de potencia de enfriamiento	2.63
Conducto de gas de presión	0.000 kW		

SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 404A]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc **R404A** R407A R407C R409A R410A R50

SOLKANE® 404A   t_c 72.05 °C p_c 37.29 bar v_c 2.055 dm³/kg  Datos de materiales

Vaporizador Temperatura -10.00 °C Recalentamiento 30.00 K Pérdida de presión 0.00 bar Capacidad frigorífica 4.65 kW

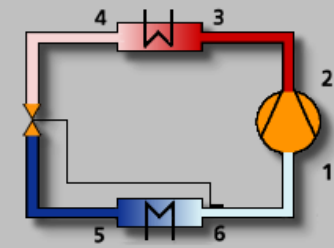
Condensador Temperatura 45.00 °C Subenfriamiento 0.00 K Pérdida de presión 0.00 bar **Cálculo**

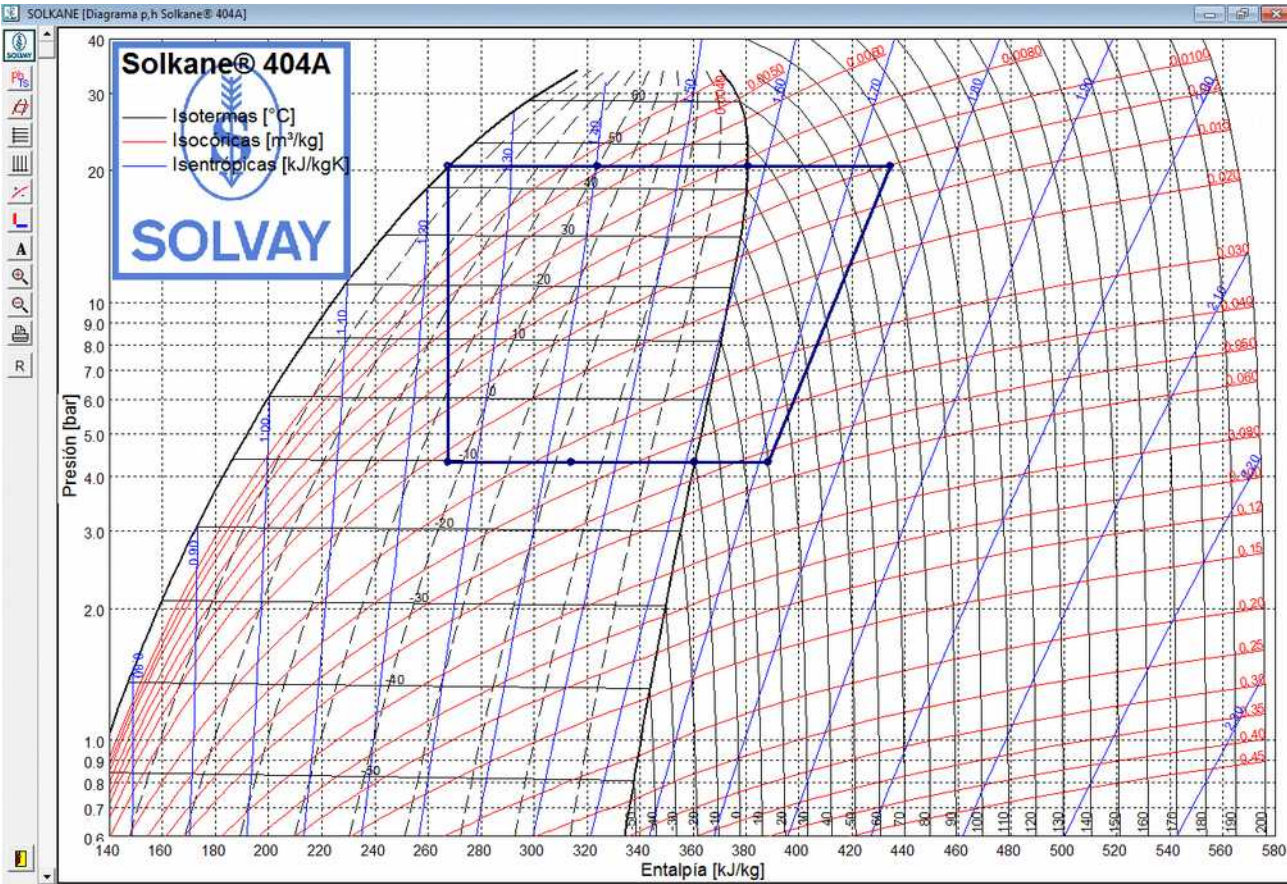
Compresor Rendimiento isotrópico 0.800 ☐ Auto

Circulación (F2) Parámetro de emisión (F3) Indices funcionales (F4) Dimensionamiento de tubo (F5)

Punto	p bar	t °C	v dm³/kg	h kJ/kg	s kJ/kgK	x --
1	4.31	20.00	53.37	388.46	1.7127	
2s	20.44	78.77	11.54	425.15	1.7127	
2	20.44	86.53	12.09	434.33	1.7385	
3	20.44	86.53	12.09	434.33	1.7385	
3'	20.44	45.00	8.48	380.67	1.5795	
3'4'm	20.44	44.84	4.77	324.20	1.4026	
4'	20.44	44.69	1.07	267.73	1.2256	
4	20.44	44.69	1.07	267.73	1.2256	
5	4.31	-10.30	21.86	267.73	1.2594	0.469
56'm	4.31	-10.15	33.76	314.21	1.4361	
6"	4.31	-10.00	45.65	360.69	1.6127	
6	4.31	20.00	53.37	388.46	1.7127	

Proceso de una etapa





Ejemplo 2.1.2.2-2:

Bitzer ECOLINE

Modelo 2FES-2(Y)

Precio 1141,00 euros + IVA

<https://www.frigopack.com/Articulo~x~Compresor-semihermetico-bitzer-ecoline-2fes2y~IDArticulo~5081.html>

[https://bitzer-compressors.com/ecoline-2FES-2\(Y\).php](https://bitzer-compressors.com/ecoline-2FES-2(Y).php)

<https://www.bitzer.de/websoftware/Calculate.aspx?cid=1666281140526>

**Technical Data: ECOLINE single compressors**

Compressor model	Housing size	Motor version	Displacement at 1450 min ⁻¹	Number of cylinders	Refrigerating capacity Q ₀				Oil charge	Weight	Maximum operating current	Maximum power consumption
					R1234yf		R454C					
					t _b / t _c 5°C / 50°C W	t _b / t _c -10°C / 45°C W	t _b / t _c -10°C / 45°C W	t _b / t _c -35°C / 40°C W				
			m ³ /h					dm ³	kg	① A	② kW	
											Δ / Y	
2KES-05(Y)	1	1	4.06	2	1870	1030	1500	310	1.0	46	4.9 / 2.8	1.5
2JES-07(Y)	1	1	5.21	2	2390	1320	2020	480	1.0	47	6.4 / 3.7	1.9
2HES-1(Y)	1	2	6.51	2	3160	1840	2600	640	1.0	47	6.6 / 3.8	2.0
2HES-2(Y)	1	1	6.51	2	3140	1830	2600	640	1.0	49	7.8 / 4.5	2.4
2GES-2(Y)	1	1	7.58	2	3690	2170	3060	780	1.0	49	8.7 / 5.0	2.7
2FES-2(Y)	1	2	9.54	2	4470	2590	3880	1000	1.0	49	9.2 / 5.3	2.9
2FES-3(Y)	1	1	9.54	2	4550	2690	3880	1000	1.0	50	10.6 / 6.1	3.4

TECHNICAL AND PERFORMANCE DATA

Compressor type	Motor version	Displacement at 1450 min-1 m3/h	Number of cylinders	Refrigerating capacity				Oil charge	Weight	Pipe		Motor	Max. operating current	Max. power consumption	I FI 70 Hz A
				Qo						connections					
				R134a		R404A				DL	SL				
				W	W	W	W	dm3	kg	mm	mm	②	A	kW	
2FES-2(Y)	2	9,54	2	4820	2680	4380	1360	1,0	45	12	16	Δ / Y	9,2/5,3	2,9	-

BITZER

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Semi-hermetic Reciprocating Compressors

Mode: Refrigeration and Air con

Refrigerant: R134a

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor type: Single Compressor

Series: Standard

Motor version: all

Compressor selection

Cooling capacity: 3,8 kW

Compressor model: 2FES-2Y

Incl. former types

Operating point

Evaporating SST: -10 °C

Condensing SDT: 45 °C

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 0 K

Suction gas temperature: 20 °C

Useful superheat: 100 %

Operating mode: Auto

Capacity control

without

External FI: 80 Hz

VARISTEP: Auto

Stepped: 100%

Power supply

Power frequency: 50Hz

Power voltage: 400V-Y (40S)

Show Overview

45,0°C

45,0°C

2FES-2Y (100%)

-10,0°C

107,1°C

20,0°C

20,0°C

Result

Limits

Technical Data

Dimensions

Information

Documentation

Trainings

Tentative Data.

*According to EN12900 (20°C suction gas temp., 0K liquid subcooling)

Compressor

Capacity steps

Cooling capacity

Cooling capacity *

Evaporator capacity

Power input

Current (400V)

Voltage range

Condenser capacity

COP/EER

COP/EER *

Mass flow

Operating mode

Discharge gas temp. w/o cooling

2FES-2Y-40S

100%

2,58 kW

2,58 kW

2,58 kW

1,22 kW

2,94 A

380-420V

3,80 kW

2,12

2,12

60,4 kg/h

Standard

107,1 °C

Paulino Posada

pág. 32 de 55

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Compresores de Pistones Semi-herméticos

ModoRefrigeración y Aire acond

RefrigeranteR134a

Temperatura de referenciaTemp. en el punto de rocío

Tipo de compresorCompresor sólo

SerieEstándar

Versión del motortodo

Selección del compresor

Potencia frigorífica16 kW

Modelo de compresor2FES-2Y

Incluir modelos anteriores

Punto de funcionamiento

Temp. de evaporación-10 °C

Temp. de condensación45 °C

Condiciones de funcionamiento

Líquido subenfriado (des)0 K

Temperatura de gas aspir20 °C

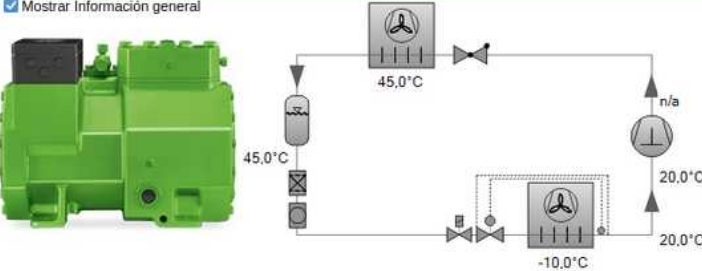
Recalentamiento útil100 %

Modo de funcionamientoAuto

Regulación de capacidad

sin

Mostrar Información general



Resultado

Limites

Datos técnicos

Dimensiones

Información

Documentación

Formaciones

Datos técnicos2FES-2Y

Informaciones técnicas

Volumen desplazado (1450 rpm a 50 Hz)	9,54 m³/h
Volumen desplazado (1750 rpm a 60Hz)	11,51 m³/h
Nº de cilindros x diámetro x carrera	2 x 46 mm x 33 mm
Peso	49 kg
Presión máxima (BP/AP)	19 / 32bar
Conexión línea aspiración	16 mm - 5/8"
Conexión línea descarga	12 mm - 1/2"
Tipo de aceite R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Aceite para R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Aceite para R1234yf	BSE32 (Standard) R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Aceite para R1234ze	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)
Aceite para R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Aceite para R515B	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)

Paulino Posada

pág. 33 de 55

Refrigerante R-134a

2 cilindros de 46 mm de diámetro y 33 mm de carrera a 50 Hz → 1450 RPM

$$v_C = 45^\circ\text{C} \rightarrow T_C = 318\text{ K} \rightarrow p_C = 12\text{ bar}$$

$$v_E = -10^\circ\text{C} \rightarrow T_E = 263\text{ K} \rightarrow p_E = 2\text{ bar}$$

$$R_C = \frac{p_C}{p_E} = \frac{12\text{ bar}}{2\text{ bar}} = 6$$

$$v_{\text{aspiración}} = 20^\circ\text{C}$$

$$v_{\text{descarga}} = 107^\circ\text{C}$$

$$\dot{Q}_E = 2,58\text{ kW}$$

Toma aspiración 5/8" - diámetro interior 14,35 mm – diámetro exterior 16 mm

Toma descarga 1/2" - diámetro interior 11,18 mm – diámetro exterior 12 mm

(Tabla de medidas tubos en [unidad 1.2](#), apartado 1.10-1)

$$\dot{V}_{\text{vol despl}} = 9,54 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,00265 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \text{Volumen desplazado indicado en simulación}$$

$$\dot{m} = 60,04 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0,0167 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad (\text{datos simulación})$$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{2,58\text{ kW}}{154 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 0,0168 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad \text{calculado con los valores del diagrama p h}$$

$$h_1 = 320 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{tomada del diagrama en el punto 1})$$

$$h_2 = 388 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (\text{tomada del diagrama en el punto 2})$$

$$h_3 = h_4 = 166 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$W_C = h_2 - h_{11} = 388 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 320 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 68 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \rightarrow P_{\text{comp}} = W_C \cdot \dot{m} = 68 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,0168 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 1,14\text{ kW}$$

$$EER_{\text{ciclo}} = \frac{Q_E}{W_C} = \frac{154 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}{68 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 2,26$$

Caudal volumétrico en la aspiración (sobrecalentamiento 30 K, aspiración 20 °C)

$$v_1 = 0,12 \frac{m^3}{kg}$$

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,0168 \frac{kg}{s} \cdot 0,12 \frac{m^3}{kg} = 0,002 \frac{m^3}{s}$$

Velocidad del refrigerante en la aspiración

$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{14,35 mm}{2} \right)^2 = 161,6 mm^2 = 0,0001616 m^2$$

$$v_1 = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,002 \frac{m^3}{s}}{0,0001616 m^2} = 12,5 \frac{m}{s}$$

Caudal volumétrico en la descarga

$$v_2 = 0,024 \frac{m^3}{kg}$$

$$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,0168 \frac{kg}{s} \cdot 0,024 \frac{m^3}{kg} = 0,0004 \frac{m^3}{s}$$

Velocidad del refrigerante en la descarga

$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{11,18 mm}{2} \right)^2 = 98,11 mm^2 = 0,00009811 m^2$$

$$v_2 = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,0004 \frac{m^3}{s}}{0,00009811 m^2} = 4,1 \frac{m}{s}$$

Cálculo del volumen desplazado

2 cilindros de 46 mm de diámetro y 33 mm de carrera a 50 Hz → 1450 RPM

$$\dot{V} = A \cdot s \cdot N \cdot \frac{RPM}{60}$$

A sección del cilindro en m^2

s carrera del pistón

N número de cilindros

RPM revoluciones por minuto

$$A = 3,14 \cdot (0,023 m)^2 = 0,00166 m^2$$

$$\dot{V}_{vol\ despl} = A \cdot s \cdot N \cdot \frac{RPM}{60} = 0,00166 m^2 \cdot 0,033 m \cdot 2 \cdot \frac{1450 \frac{1}{min}}{60 \frac{s}{min}} = 9,53 m^3/h$$

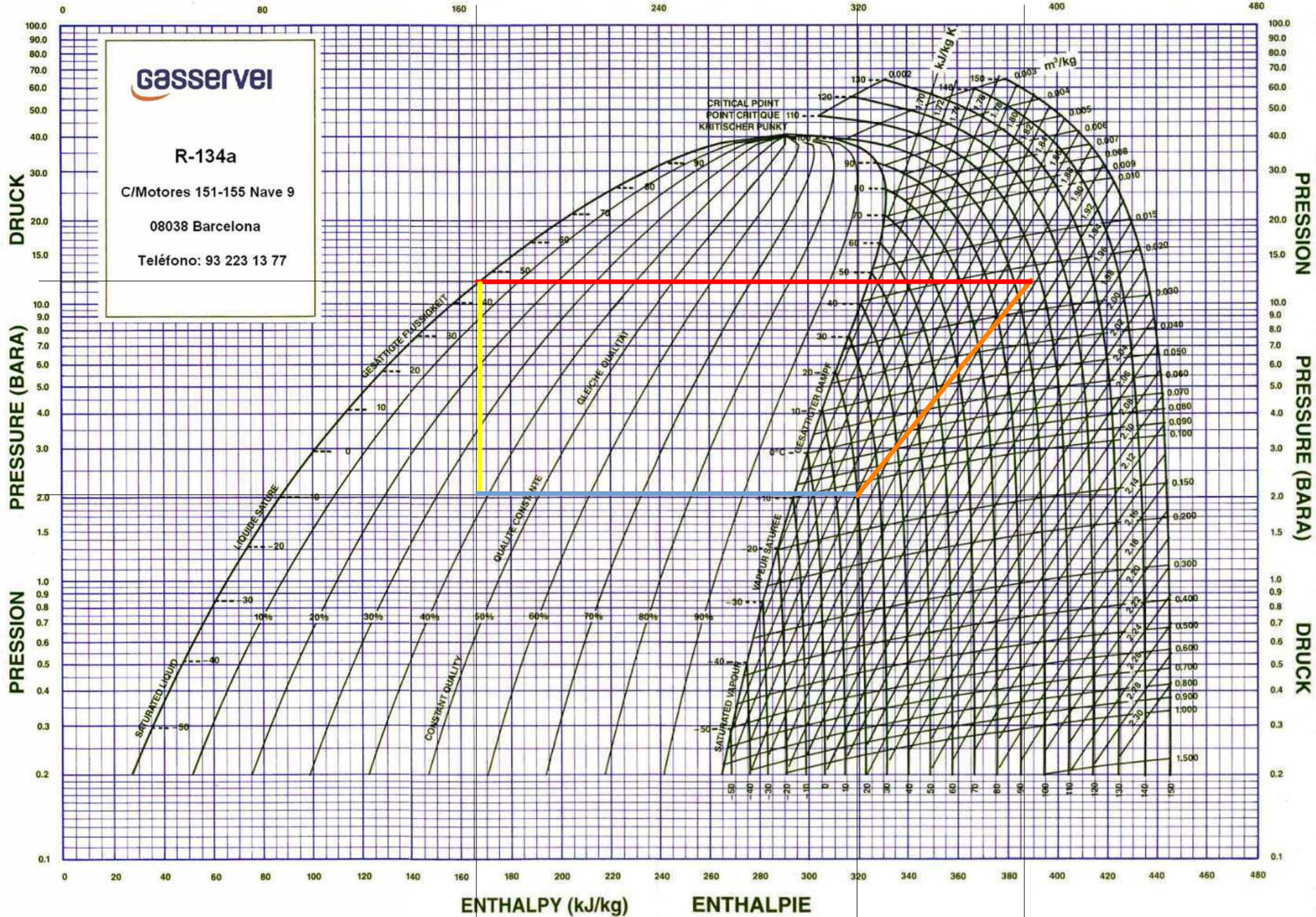
El caudal volumétrico real es menor, debido a las pérdidas por el espacio muerto y las resistencias al paso del gas en las válvulas.

Rendimiento volumétrico

$$\eta_{vol\ despl} = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{vol\ despl}} = \frac{0,002 \frac{m^3}{s}}{0,00265 \frac{m^3}{s}} = 0,755 = 75,5 \%$$

ENTHALPY (kJ/kg)

ENTHALPIE



SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 134a]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc R404A R407A R407C R409A R410A R507 SES36 S22L S22M R11 R12 R502 R13B1 ?

SOLKANE® 134a

t_c 101.06 °C
 p_c 40.59 bar
 v_c 1.954 dm³/kg

Datos de materiales

Vaporizador
Temperatura -10.00 °C
Recalentamiento 30.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar
Capacidad frigorífica 2.58 kW

Condensador
Temperatura 45.00 °C
Subenfriamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

Compresor
Rendimiento isotrópico 0.580 ☐ Auto

Conducto de gas por aspiración
Recalentamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

Conducto de gas de presión
Enfriamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

Cálculo

Circulación (F2) | Parámetro de emisión (F3) | Índices funcionales (F4) | Dimensionamiento de tubo (F5)

Potencias Proceso de una etapa

Vaporizador	2.58 kW	Índice de compresión	5.78
Condensador	3.80 kW	Diferencia de presión	9.59 bar
Compresor	1.22 kW	Caudal másico	16.726 g/s
		Caudal de volumen desplazado	6.85 m³/h
		Potencia de enfriamiento volúm.	1356 kJ/m³
		Índice de potencia de enfriamiento	2.12

Conducto de gas por aspiración 0.000 kW
Conducto de gas de presión 0.000 kW

SOLKANE 8.0.0 - [SOLKANE® 134a]

Fichero Medio refrigerante Cálculo Opciones Ventana Ayuda www Indicación

R22 R23 R32 R123 R124 R125 R134a R143a R152a R227 R365mfc R404A R407A R407C R409A R410A R507 SES36 S22L S22M

SOLKANE® 134a

t_c 101.06 °C
 p_c 40.59 bar
 v_c 1.954 dm³/kg

Datos de materiales

Vaporizador
Temperatura -10.00 °C
Recalentamiento 30.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar
Capacidad frigorífica 2.58 kW

Condensador
Temperatura 45.00 °C
Subenfriamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

Compresor
Rendimiento isotrópico 0.580 ☐ Auto

Conducto de gas por aspiración
Recalentamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

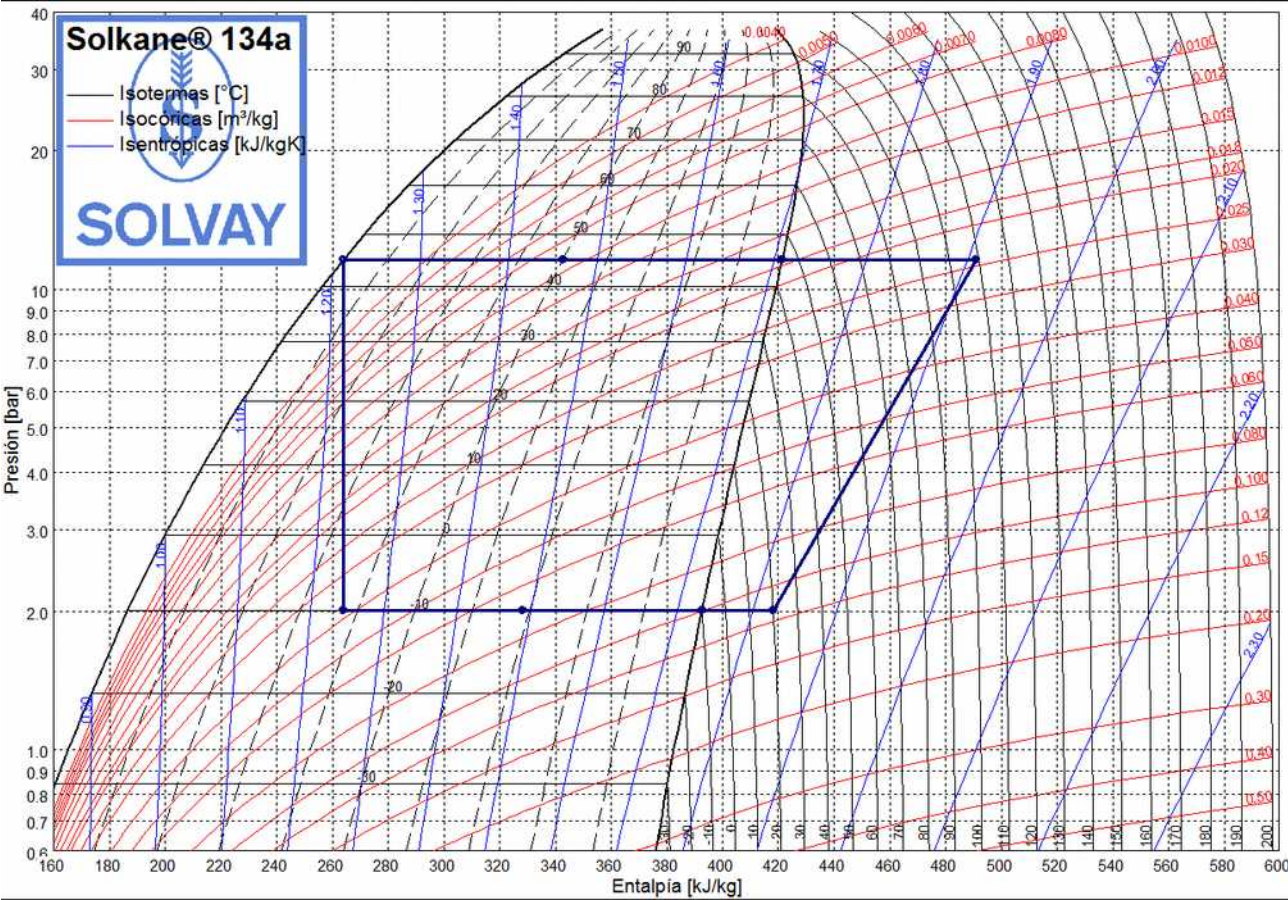
Conducto de gas de presión
Enfriamiento 0.00 K
Pérdida de presión 0.00 bar

Cálculo

Circulación (F2) | Parámetro de emisión (F3) | Índices funcionales (F4) | Dimensionamiento de tubo (F5)

Punto	p bar	t °C	v dm³/kg	h kJ/kg	s kJ/kgK	x --
1	2.01	20.00	113.78	418.16	1.8251	
2s	11.60	80.35	21.41	460.38	1.8251	
2	11.60	109.06	24.17	490.95	1.9082	
3	11.60	109.06	24.17	490.94	1.9082	
3'	11.60	45.00	17.36	421.44	1.7090	
3"4'm	11.60	45.00	9.12	342.67	1.4611	
4'	11.60	45.00	0.89	263.90	1.2132	
4	11.60	45.00	0.89	263.90	1.2132	
5	2.01	-10.00	37.82	263.90	1.2442	0.375
5"6'm	2.01	-10.00	68.68	328.24	1.4886	
6"	2.01	-10.00	99.54	392.58	1.7331	
6	2.01	20.00	113.78	418.16	1.8251	

Proceso de una etapa



Ejercicio 2.1.2.2-1

Un compresor Bitzer, modelo 4FDC 5Y, trabaja en las siguientes condiciones:

Refrigerante R410A

$$v_C = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$v_E = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$SE = 10\text{ K}$$

$$SC = 10\text{ K}$$

1. Utiliza el programa de simulación Bitzer software para obtener la potencia frigorífica \dot{Q}_E , el número y dimensiones de los cilindros, las rpm y las dimensiones de las tomas de aspiración y descarga.
2. Calcula el caudal de masa utilizando los datos del diagrama ph
3. Dibuja el ciclo en el diagrama p h
4. Calcula la eficiencia del ciclo
5. Calcula el volumen desplazado (frecuencia de 50 Hz) y el rendimiento volumétrico
6. Calcula la velocidad del refrigerante en aspiración y descarga (grueso de pared del tubo 1 mm)
7. Adjunta capturas de pantalla de los programas de simulación Bitzer software y Solkane

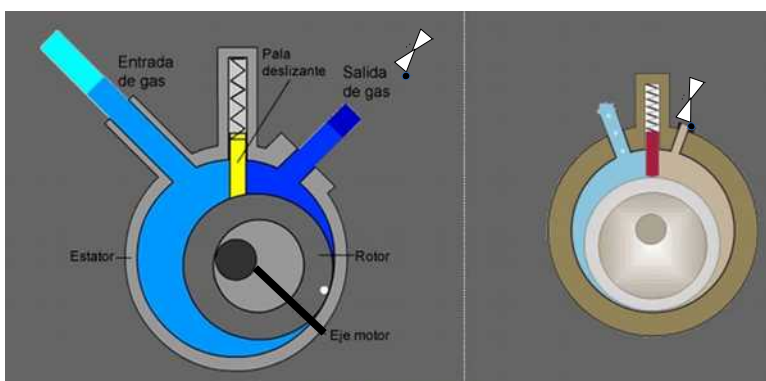
2.1.2.3 Compresores rotativos de pistón rodante y paletas

Los compresores rotativos no presentan un espacio muerto, por tanto su rendimiento volumétrico es mayor al de los alternativos. Tampoco precisan válvulas, ni bielas ni cigüeñal. Comparados con compresores alternativos equivalentes son ligeros, compactos, más sencillos en su construcción, producen menos vibraciones y su potencia es regulable de forma continua con la velocidad del motor.

2.1.2.3.1 Compresor de pistón rodante (rolling piston compressor)

En los compresores de pistón rodante, el eje motor y el eje estator son concéntricos mientras que el eje del rotor es excéntrico una distancia respecto a ellos. Al deslizar el rotor sobre el estator, se establece entre ellos un contacto. La pala deslizante, alojada en el estator, se aprieta y ajusta contra el rotor mediante un muelle.

La admisión de vapor se efectúa a través de la lumbrera de aspiración. El vapor aspirado por el compresor, llena el espacio comprendido entre el rotor y el estator. Este volumen se reduce a medida que el rotor gira, comprimiendo el gas atrapado, hasta que al completar un giro, es expulsado por la lumbrera de descarga. En la tubería de descarga se debe montar una válvula antiretorno para impedir que el refrigerante retorne del lado de alta presión al de baja presión, en el momento en que el rotor empuja la pala deslizante por completo al interior del hueco



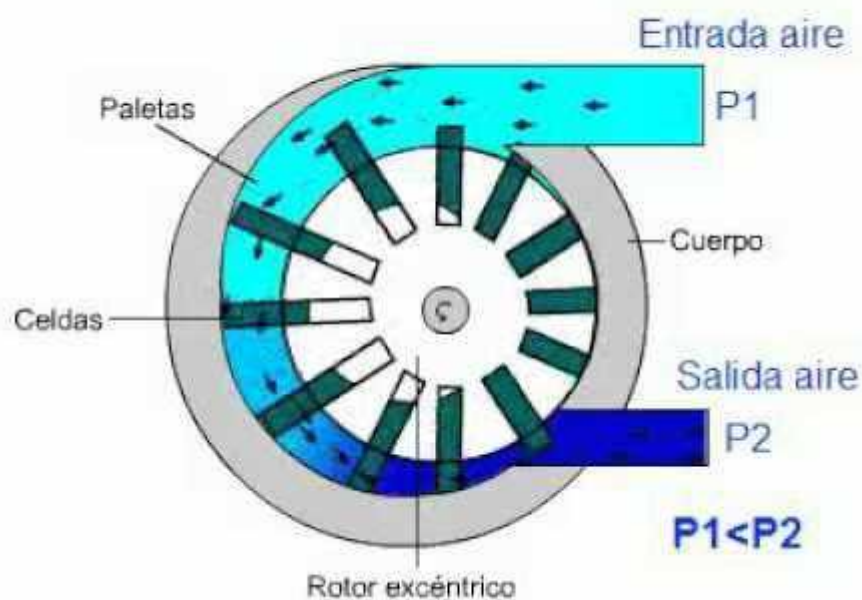
vídeo compresor de pistón rodante

<https://www.youtube.com/watch?v=NLBvf75GAO8>

2.1.2.3.2 Compresor de paletas (vane compressor)

Este tipo de compresor emplea una serie de paletas equidistantes, montadas en el perímetro de un rotor ranurado. El eje motor es excéntrico respecto al eje del estator y concéntrico respecto al eje del rotor. El rotor gira deslizando sobre el estator en forma excéntrica respecto a la superficie del cilíndrica interior del estator. El rotor es un cilindro con ranuras radiales en las que las palas están sometidas a un movimiento de vaivén, a medida que estas siguen el contorno de la pared del cilindro. Las palas aprietan y ajustan sus extremos libres deslizantes a la superficie interior del estator, mientras se desplazan sus extremos interiores.

Desde la lumbrera de admisión, el vapor llena el espacio comprendido entre dos palas vecinas y las superficies correspondientes del estator y del rotor, formando una celda. El volumen de la celda se reduce durante el giro del rotor hasta alcanzar un valor mínimo, y ser expulsado el gas comprimido por la lumbrera de descarga.



Vídeo compresor de paletas

<https://www.youtube.com/watch?v=5UuYFwYMTG8>

2.1.2.3.3 Compresor rotativo de tronillo

El compresor de tornillo utiliza dos rotores, uno macho (lóbulos) y otro hembra (alveolos). El rotor hembra es accionado por el rotor macho, siendo los sentidos de giro opuestos. El gas queda prisionero entre los espacios de los rotores, siendo transportado de un extremo al otro del engranaje, donde se hallan la admisión y el escape.

Cada una de las cámaras de trabajo se comporta de forma similar a un cilindro, donde cada lóbulo del rotor conductor hace de pistón, que primero cierra y después comprime el volumen atrapado. A diferencia del compresor alternativo, se han eliminado el cigüeñal, el espacio residual y las válvulas de admisión y escape.

Como inconveniente presenta la presencia de aceite a lo largo de su ciclo de trabajo para mejorar la estanqueidad del refrigerante comprimido. Por lo tanto se hace necesario un separador de aceite en la salida del compresor.

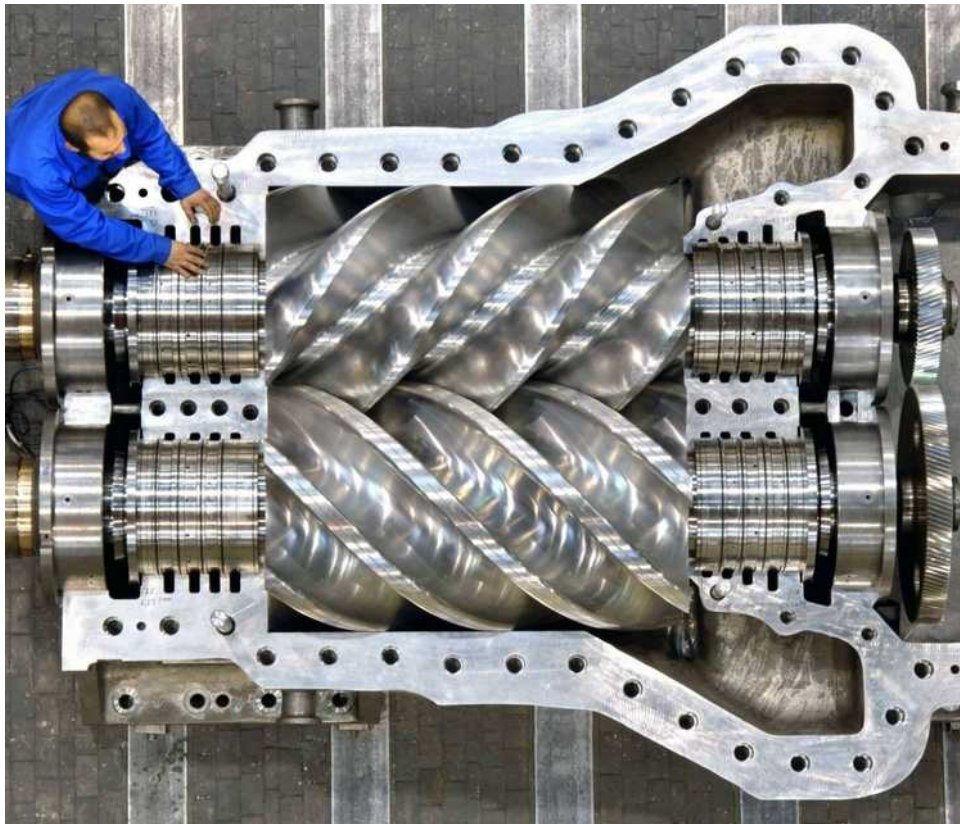
Componentes:

- Conjunto de rotores o tornillos.
- Motor de accionamiento principal. Habitualmente suele ser eléctrico (trifásico o monofásico).
- Sistema de regulación de la aspiración. Permite regular el caudal volumétrico del compresor.

Sistema de lubricación general del equipo completo. Los compresores llevan instalado un circuito cerrado que incluye el sistema de filtrado y refrigeración del aceite.

- Sistema de refrigeración del lubricante. Mantiene el lubricante a la temperatura óptima de trabajo.
- Sistema de enfriamiento del refrigerante.
- Sistema de filtrado. Indispensable para eliminar partículas.





Vídeo compresor espiral

<https://youtu.be/Ov6yGngTzhc>

<https://youtu.be/wqNTYLIDaxs>



Technical Data

Model	Motor version ①	Displacement 50/60 Hz ② m³/h	Cooling capacity Q _o			Capacity steps nominal ③ %	Weight ⑤ kg	Motor connection ⑥	Max. operating current ⑦ A	Max. power consumption ⑧ kW
			R134a t _o / t _c 5°C/50°C kW	R448A R449A t _o / t _c -10°C/45°C kW	R448A R449A t _o / t _c -35°C/40°C with ECO kW					
HSK5343-30	1	84/101	46.4	40.8	–	100/90/70	170		52	33
HSN5343-20	1	84/101	–	–	21.7	100/90/55	166		48	29
HSK5353-35	1	100/121	56.7	49.3	–	100/85/60	178		58	37
HSN5353-25	1	100/121	–	–	25.6	100/80/50	169		52	33
HSK5363-40	1	118/142	67.2	58.7	–	100/80/55	183		66	42
HSN5363-30	1	118/142	–	–	29.9	100/75/45	174		58	37

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Series: all
Refrigerant: R404A
Reference temperature: Dew point temp.
Compressor selection: ☐ Cooling capacity 10 kW ☒ Compressor model HSK5343-30
Operating point: Evaporating SST: -10 °C, Condensing SDT: 45 °C
Operating conditions: ☐ with Economiser
Liq. subc. (in condenser): 0 K, Suct. gas superheat: 10 K, ☐ Useful superheat: 100 %
Additional cooling: Automatic
Max. discharge gas temp.: Auto
Capacity control: ☒ without ☐ External FI
Power supply: Power frequency: 50Hz, Power voltage: 400V-PW (40P)

01/11/2022 19:52:21

Start page

Show Overview

HSK5343-30 (100%)

-10.0°C

Result Limits Technical Data Dimensions Information Documentation Trainings

Additional cooling/ Limitations (see Limits!)
*According to EN12900 (10K suction gas superheat, 0K liquid subcooling)

Compressor	HSK5343-30-40P
Capacity steps	100%
Cooling capacity	41.0 kW
Cooling capacity *	41.0 kW
Evaporator capacity	41.0 kW
Power input	23.8 kW
Current (400V)	37.2 A
Voltage range	380-415V
Condenser capacity	64.3 kW
COP/EER	1.72
COP/EER *	1.72
Mass flow LP	1454 kg/h
Mass flow HP	1454 kg/h
Operating mode	Standard
Liquid temp.	44.7 °C
Oil volume flow	1.01 m³/h
Cooling method	External
Oil cooler outlet	79.1 °C
Oil cooler load	0.49 kW
Discharge gas temp. w/o cooling	81.0 °C

Result	Limits	Technical Data	Dimensions	Information	Documentation	Tr
Technical Data HSK5343-30 ▼						
Technical Data						
Displacement (2900 RPM 50 Hz)		84 m³/h				
Displacement (3500 RPM 60 Hz)		101 m³/h				
Weight		170 kg				
Max. pressure (LP/HP)		19 / 28 bar				
Connection suction line		54 mm - 2 1/8"				
Connection discharge line		42 mm - 1 5/8"				
Adapter/shut-off valve for ECO		22 mm - 7/8" (Option)				
Adapter for liquid injection		16 mm - 5/8" (Option)				
Oil type R22		B150SH, B100 (Option)				
Oil type R134a/R404A/R507A/R407A/R407F		BSE170				
Oil type R448A/R449A/R454C		BSE170				
Motor data						
Motor version		1				
Motor voltage (more on request)		380-415V PW-3-50Hz				
Max operating current		52.0 A				
Starting current (Rotor locked)		126.0 A D / 218.0 A DD				
Max. Power input		33.1 kW				
Extent of delivery (Standard)						
Discharge gas temperature sensor		Standard				
Start unloading		Standard				
Oil flow control		SE-B3 (Standard)				
Motor protection		SE-E1 (Standard), SE-E3 (Standard for 660-690V)				
Suction shut-off valve		Standard				
Capacity control		100-90-70% (Standard)				
Enclosure class		IP54				
Available Options						
Oil flow control		OFC (Option)				
Discharge shut-off valve		Option				
ECO connection with shut-off valve		Option				

2.1.2.3.4 Compresor rotativo de espiral (scroll)

El compresor de espiral utiliza dos piezas en forma de espiral, una fija y la otra móvil accionada por el eje del motor.

Entre ambas piezas (espiral fija y móvil) van creando desde la toma de aspiración y de manera continua, una cámara de compresión de volumen decreciente, por lo que la presión va aumentando. Al final del recorrido y cuando el volumen de la cámara de compresión es mínima, el gas es expulsado por la toma de descarga. En la descarga existe una válvula de retención que evita el retorno de gas a alta presión hacia la parte de baja presión cuando el compresor para.

Ventajas del compresor SCROLL:

- Excelente rendimiento volumétrico, debido a la inexistencia de espacio muerto.
- Ausencia de válvulas de admisión.
- Elevada fiabilidad de funcionamiento.
- Funcionamiento extremadamente silencioso.

Inconvenientes del compresor SCROLL:

- Precio superior a compresor alternativo equivalente.
- Reparación complicada en caso de avería.

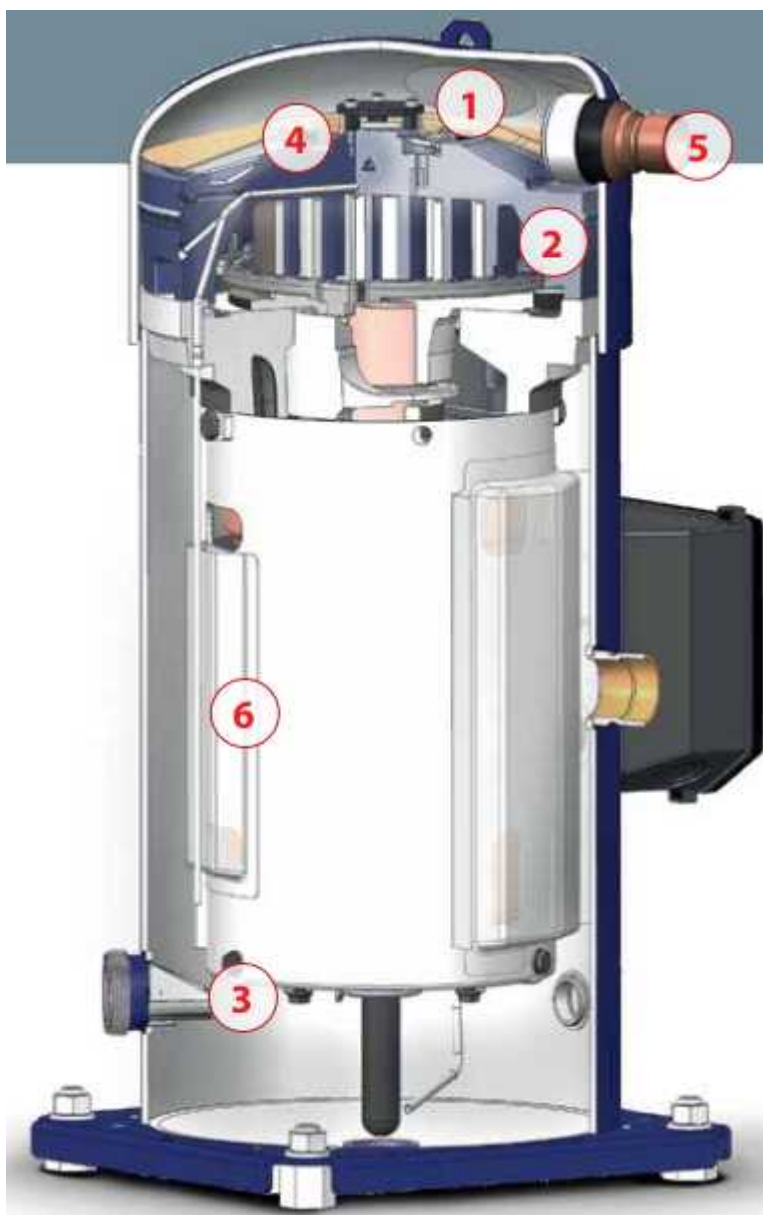
Imagen espirales

https://en.wikipedia.org/wiki/Scroll_compressor#/media/File:Two_moving_spirals_scroll_pump.gif



Danfoss scroll compressors

https://store.danfoss.com/us/en_US/Climate-Solutions-for-cooling/Compressors/Compressors-for-heating/Scroll-compressors/Scroll-compressor%2C-HRP040T4LP6/p/120U1016



Compresor de espiral

Fuente danfoss_comercial_ac.pdf

COMPRESORES HERMÉTICOS SCROLL PARA AIRE ACONDICIONADO

Panasonic

Para gas R407C - Bomba de calor Trifásicos



Código	Modelo	HP	Cilind. cm³	Capacidad (kW)		€
				Frío	Calor	
MOTOR TRIFÁSICO 380/415V						
MF 61 321	C-SBS120H38Q EVI	3,5	55,7	9,6	11,1	1.321,00
MF 61 322	C-SBS145H38Q EVI	4	66,8	11,6	13,3	1.434,00
MF 61 323	C-SBS180H38Q EVI	5	83,2	14,5	16,8	1.595,00
MF 61 324	C-SBS205H38Q EVI	6	96,2	17,5	16,9	1.800,00
MF 61 325	C-SCS295H38Q EVI	8	137	24,5	27,6	3.491,00
MF 61 326	C-SCS370H38Q EVI	10	171,2	29,9	33,7	3.612,00
MF 61 327	C-SCS435H38Q EVI	12	205,4	35,2	35	3.548,00

INVERTER para gas R410A

Código	Modelo	HP	Cilind. cm³	Capacidad (kW)	€
TRIFÁSICO 380/415V					
MF 61 352	C-SDP205H02B	6	42,3	13,9	2.351,00

Pot. Frigorífica:

Condiciones ARI: Tª evaporación: 7,2°C - Tª condensación: 54,4°C - Tª líquido: 46,1°C - Tª retorno gas: 18,3°C - Tª ambiente: 35°C.

COMPRESORES HERMÉTICOS SCROLL PARA REFRIGERACIÓN

Para gas R404A - Trifásicos BAJA



Código	Modelo	HP	Cilind. cm³	Capacidad (kW)	€
MOTOR TRIFÁSICO 380-415V - 50Hz					
MF 61 401	C-SBN303L8A	4	66,8	5,3	1.391,00
MF 61 402	C-SBN373L8A	5	83,2	6,8	1.455,00
MF 61 403	C-SCN453L8H	6	104	8,1	4.213,00
MF 61 404	C-SCN523L8H	7	120	9,25	4.287,00
MF 61 405	C-SCN603L8H	8	137	10,5	4.362,00
MF 61 406	C-SCN753L8H	10	171,2	13,05	4.495,00

https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Compresion_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf

2.2 Ejercicios compresores

Ejercicio 2.2-1

¿De qué dependen principalmente las presiones en el condensador y el evaporador?

Explica como influye la temperatura de evaporación en el funcionamiento del compresor y en la eficiencia de la instalación.

¿Cómo afecta a la temperatura de evaporación una subida de la temperatura del recinto refrigerado?

Ejercicio 2.2-2

Qué problemas causa una temperatura de descarga excesiva?

Cual es aproximadamente la temperatura de descarga, que un compresor no debe superar?

A qué se puede deber un aumento de la presión de condensación?

Ejercicio 2.2-3

¿Qué ventajas y desventajas tienen los compresores rotativos respecto a los alternativos de pistón?

Ejercicio 2.2-4

Start page

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Scroll-Compressor

Mode: Refrigeration and Air con

Refrigerant: R410A

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor type: Single Compressor

Series: ORBIT

Compressor selection

☐ Cooling capacity: 3 kW

☒ Compressor model: GSD60120VA

☐ Incl. former types

Operating point

Evaporating SST: -10 °C

Condensing SDT: 45 °C

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 0 K

Suct. gas superheat: 10 K

☐ Useful superheat: 100 %

Capacity control

☒ without

☐ External FI: Auto

Power supply

Power frequency: 50Hz

Power voltage: 400V-Y (4)

Show Overview

GSD60120VA (100%)

Result Limits Technical Data Dimensions Information Documentation

Tentative Data.
*according to EN12900 (10K suction gas superheat, 0K liquid subcooling)

Compressor	GSD60120VA_4
Capacity steps	100%
Cooling capacity	16.22 kW
Cooling capacity *	16.22 kW
Evaporator capacity	16.22 kW
Power input	7.17 kW
Current (400V)	12.65 A
Voltage range	380-420V
Condenser capacity	23.4 kW
COP/EER	2.26
COP/EER *	2.26
Mass flow	383 kg/h
Discharge gas temp. w/o cooling	96.3 °C

Result Limits Technical Data Dimensions Info

Technical Data GSD60120VA

Technical Data

Displacement (2900 RPM 50 Hz)	19,8 m³/h
Displacement (3500 RPM 60 Hz)	23,9 m³/h
Weight	82 kg
Max. pressure (LP/HP)	33 / 45 bar
Connection suction line	
Direct brazing connection	1 3/8 (Standard)
Connection discharge line	
Direct brazing connection	7/8 (Standard "B" version)
Oil type R410A	BVC32 (Standard)

Motor data

Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	21.3 A
Starting current (Rotor locked)	123.0 A
Max. Power input	12.3 kW

Extent of delivery (Standard)

Oil charge	2,7 dm³
Motor protection	SE-B3
Enclosure class	IP54

Available Options

Oil heater	90 W
Discharge gas temperature sensor	Option
Motor protection	SE-E1
Vibration dampers	Option

Paulino Posada

pág. 51 de 55

Para el compresor cuyos datos técnicos aparecen en la página anterior, indica:

- a) Tipo de compresor
- b) Fabricante y modelo
- c) Refrigerante
- d) Temperaturas, presiones de evaporación y condensación, relación de compresión
- e) Subenfriamiento y sobrecalentamiento
- f) Potencia frigorífica y potencia de compresión
- g) Representa el ciclo frigorífico en el diagrama p h
- h) Volumen desplazado a 2900 RPM
- i) Rendimiento volumétrico
- j) EER
- k) Temperatura de descarga

Ejercicio 2.2-5

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Scroll-Compressor

Mode: Refrigeration and Air con

Refrigerant: R410A

Reference temperature: Dew point temp.

Compressor type: Single Compressor

Series: ORBIT

Compressor selection

☐ Cooling capacity: 60 kW

☒ Compressor model: GSD60120VA

☐ Incl. former types

Operating point

Evaporating SST: 0 °C

Condensing SDT: 30 °C

Operating conditions

Liq. subc. (in condenser): 5 K

Suct. gas superheat: 8 K

☐ Useful superheat: 100 %

Capacity control

☒ without

☐ External FI: Auto

Power supply

Power frequency: 50Hz

Power voltage: 400V.Y (4)

☒ Show Overview

GSD60120VA (100%)

0,0°C

30,0°C

24,9°C

59,8°C

8,0°C

8,0°C

Result Limits Technical Data Dimensions Information Documentation

Tentative Data.
*according to EN12900 (10K suction gas superheat, 0K liquid subcooling)

Compressor GSD60120VA_4

Capacity steps	100%
Cooling capacity	29,8 kW
Cooling capacity *	28,5 kW
Evaporator capacity	29,8 kW
Power input	5,45 kW
Current (400V)	10,61 A
Voltage range	380-420V
Condenser capacity	35,3 kW
COP/EER	5,48
COP/EER *	5,23
Mass flow	565 kg/h
Discharge gas temp. w/o cooling	59,8 °C

Result Limits Technical Data Dimensions Info

Technical Data GSD60120VA

Technical Data

Displacement (2900 RPM 50 Hz)	19,8 m³/h
Displacement (3500 RPM 60 Hz)	23,9 m³/h
Weight	82 kg
Max. pressure (LP/HP)	33 / 45 bar
Connection suction line	
Direct brazing connection	1 3/8 (Standard)
Connection discharge line	
Direct brazing connection	7/8 (Standard "B" version)
Oil type R410A	BVC32 (Standard)

Motor data

Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	21,3 A
Starting current (Rotor locked)	123,0 A
Max. Power input	12,3 kW

Extent of delivery (Standard)

Oil charge	2,7 dm³
Motor protection	SE-B3
Enclosure class	IP54

Available Options

Oil heater	90 W
Discharge gas temperature sensor	Option
Motor protection	SE-E1
Vibration dampers	Option

Para el compresor cuyos datos técnicos aparecen en la página anterior, indica:

- a) Tipo de compresor
- b) Fabricante y modelo
- c) Refrigerante
- d) Temperaturas, presiones de evaporación y condensación, relación de compresión
- e) Subenfriamiento y sobrecalentamiento
- f) Potencia frigorífica y potencia de compresión
- g) Representa el ciclo frigorífico en el diagrama p h
- h) Volumen desplazado a 2900 RPM
- i) Caudal de masa
- j) Rendimiento volumétrico
- k) EER
- l) Temperatura de descarga

Ejercicio 2.2-6

Compara las potencias frigoríficas y los rendimientos en los compresores de los ejercicios 4 y 5.

¿Que diferencias hay y como se pueden explicar?

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>