

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.....	8
2.1.1.1 Compresores herméticos.....	8
2.1.1.2 Compresores semiherméticos.....	14
2.1.1.3 Compresores abiertos.....	15
2.1.2 Clasificación de compresores por su técnica de compresión.....	16
2.1.2.1 Compresores alternativos de pistón (piston reciprocating compressor).....	16
2.1.2.1.1 Proceso de compresión en compresores de pistón alternativo.....	17
2.1.2.1.2 Número y disposición de los cilindros.....	19
2.1.2.1.3 Transformación del movimiento rotativo en movimiento alternativo.....	19
2.1.2.1.4 Válvulas de aspiración y descarga.....	20
2.1.2.1.5 Dispositivos de lubricación.....	21
2.1.2.2 Compresores alternativos de pistón – ejemplos de cálculo.....	22
2.1.2.3 Compresores rotativos de pistón rodante y paletas.....	35
2.1.2.3.1 Compresor de pistón rodante (rolling piston compressor).....	35
2.1.2.3.2 Compresor de paletas (vane compressor).....	45
2.1.2.3.3 Compresor rotativo de tronillo.....	46
2.1.2.3.4 Compresor rotativo de espiral (scroll).....	50
2.2 Ejercicios compresores.....	53

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.

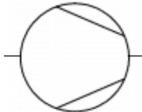
La relación de compresión (R_C) es la relación entre la presión absoluta del lado de alta presión (p_C) y la presión absoluta del lado de baja presión (p_E) :

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

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. Tras la primera compresión el gas refrigerante cede calor, reduciéndose así la temperatura de descarga de la segunda etapa, comparado con una compresión única.

Ejemplo de reducción de la temperatura de descarga utilizando 2 etapas de compresión.

$$\text{R-134a} \quad R_c = \frac{p_c}{p_e} = \frac{25}{2} = 12,5$$

$$p_e = 2 \text{ bar} \quad v_e = -10^\circ\text{C}$$


$$p_c = 25 \text{ bar} \quad v_c = 130^\circ\text{C}$$

Etapa 1

$$R_{c1} = \frac{p_c}{p_e} = \frac{11}{2} = 5,5$$

$$p_e = 2 \text{ bar} \quad v_e = -10^\circ\text{C}$$


$$p_1 = 11 \text{ bar} \quad v_1 = 90^\circ\text{C}$$

Etapa 2

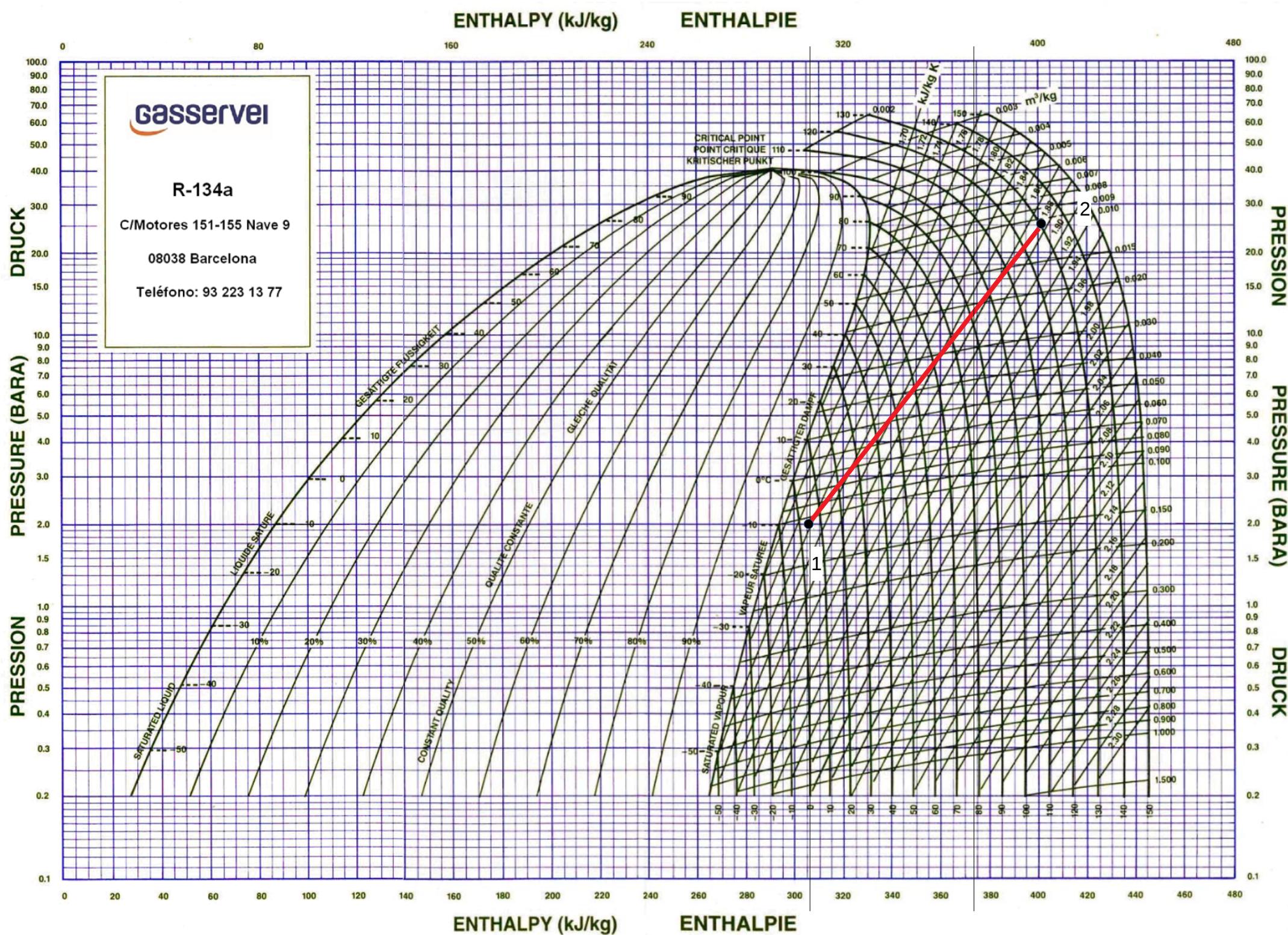
$$R_{c2} = \frac{p_c}{p_e} = \frac{25}{11} = 2,3$$

$$p_2 = 11 \text{ bar} \quad v_2 = 60^\circ\text{C}$$


$$p_c = 25 \text{ bar} \quad v_c = 103^\circ\text{C}$$

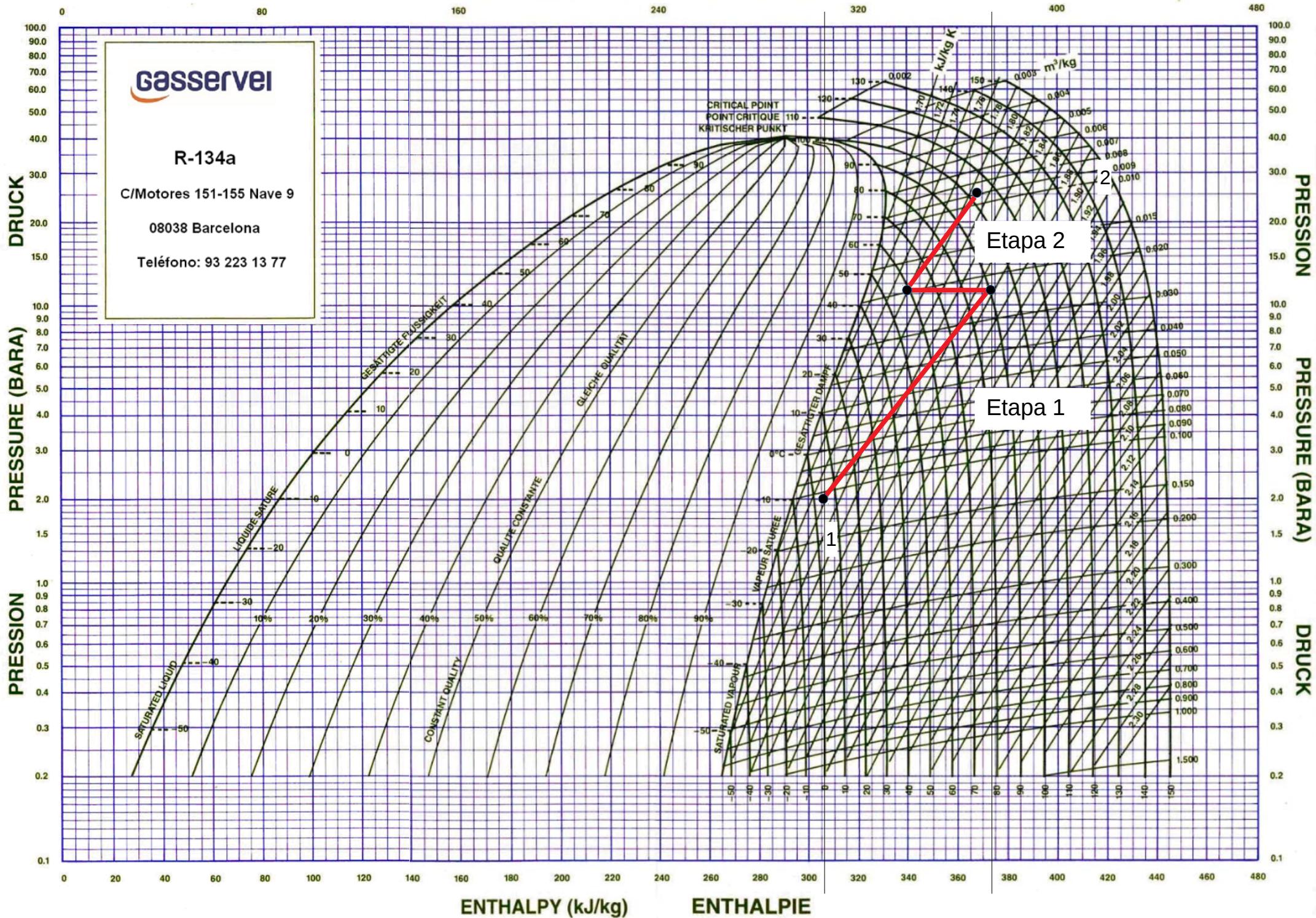
$$\dot{Q}$$

Entre etapas, el gas refrigerante cede calor



ENTHALPY (kJ/kg)

ENTHALPIE



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 provocar 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.

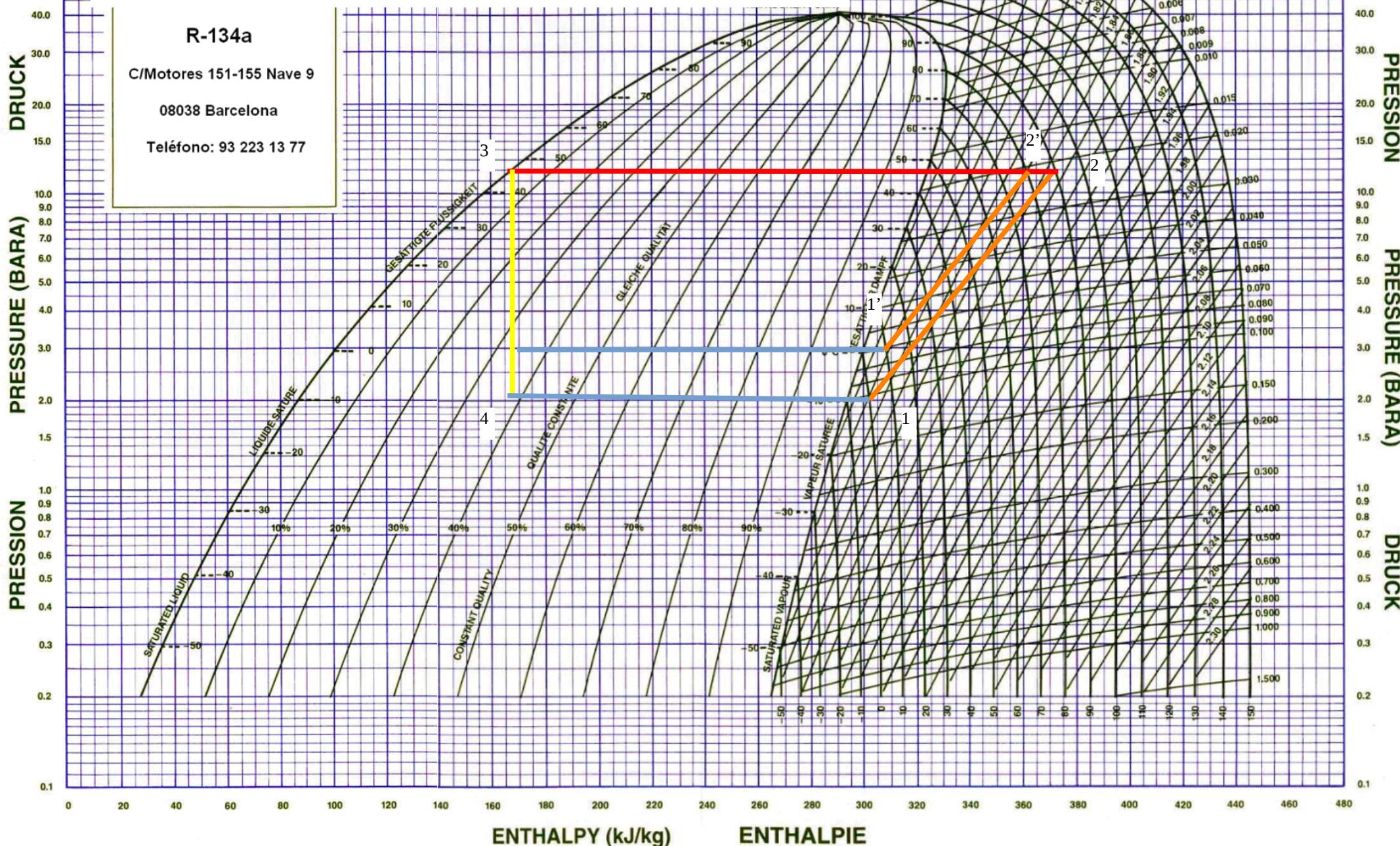
Una temperatura de evaporación baja (volumen específico alto, densidad baja), además de aumentar la relación de compresión, provoca un aumento en la temperatura de descarga, ya que el trabajo de compresión es absorbido por una masa de gas menor. Esto sucede cuando la temperatura de un compartimento refrigerado 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°C a 0°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°C a 80°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.



SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

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

COMPRESORES

Alta y Media temperatura «R134a»

MONOFÁSICOS 220V - 50Hz

Código	Modelo	Potencia CV	Cil. cm ³	Rendimientos (W)				Tipo motor	€
				0°C	-5°C	-10°C	-15°C		
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 t ^a 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

CSIR – Capacitor Start Induction Run (Motor con condensador de arranque)

RSIR – Resistive Start Induction Run (Motor con resistencia de arranque)

<https://www powerelectric.com/articles/capacitor-start-run-induction-motors-vs-resistive-start-induction-motors>



TARIFA DE PRECIOS

I.V.A. no incl. Consulte posibles actualizaciones

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

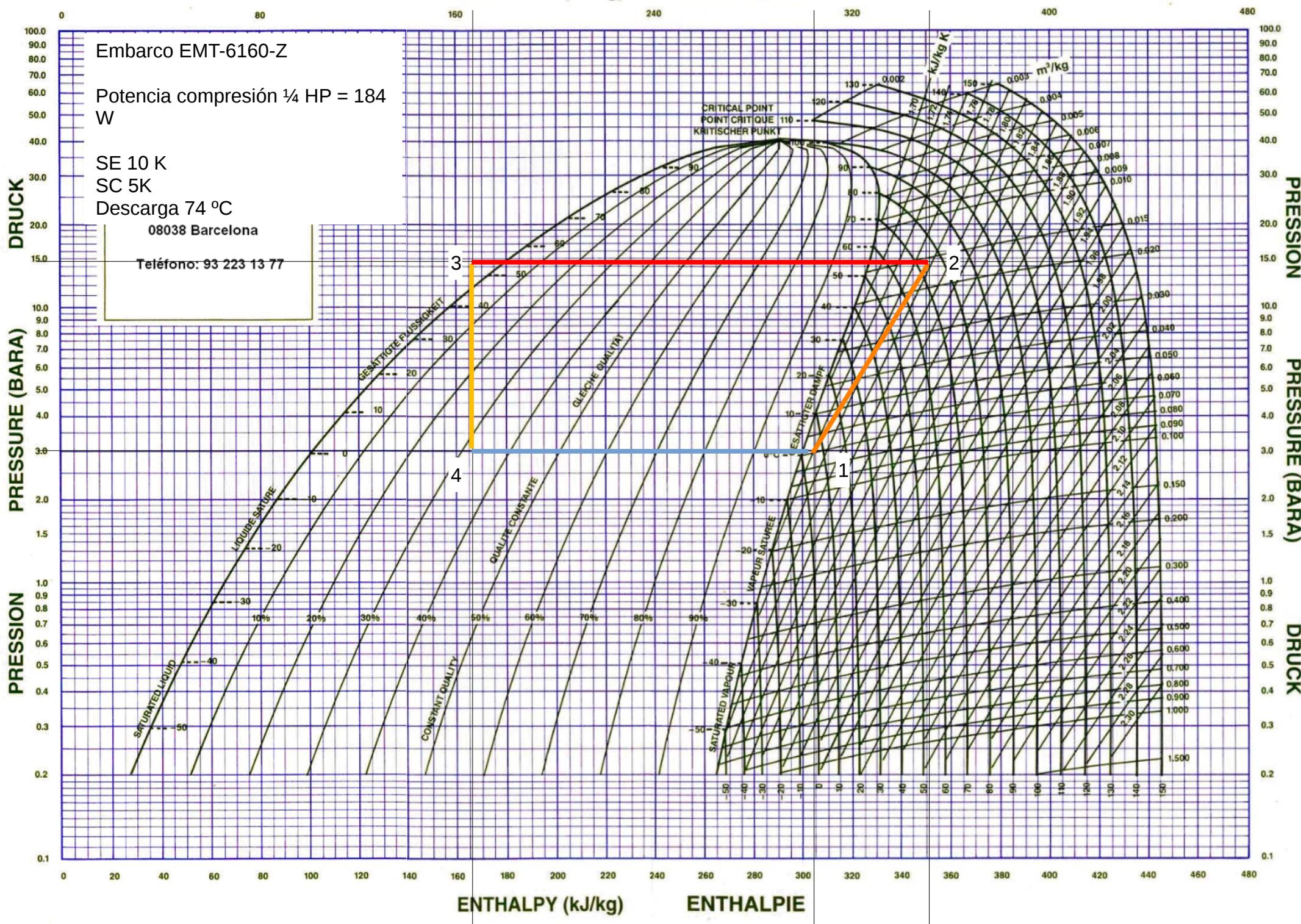
Rendimientos indicados: Temperatura condensación 54°C

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

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

$$\vartheta_C = 54^\circ C \rightarrow p_C = 15 \text{ bar}$$

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

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

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

$$\dot{V}_{teorico} = V_{cilindro} \cdot \frac{2800 \text{ RPM}}{60 \text{ s}} = 0,00000676 \text{ m}^3 \cdot \frac{46,7}{\text{s}} = 0,00032 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \text{Caudal volumétrico teórico}$$

Caudal de masa teórico

SC = 5 K

$$\rho_{aspiracion} = \frac{1}{0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 14,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \dot{m}_{teorico} = \rho_{aspiracion} \cdot \dot{V}_{teorico} = 14,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,00032 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,0045 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Caudal de masa real obtenido del diagrama p h, utilizando $\dot{Q}_E = 0,551 \text{ kW}$ de la tabla del catálogo.

SC = 5 K valor estimado

SE = 10 K valor estimado

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

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

Caudal volumétrico real

$$\dot{V}_{real} = \frac{\dot{m}_{real}}{\rho_{aspiracion}} = 0,0039 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,07 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,000273 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Rendimiento volumétrico

$$\eta_{volumetrico} = \frac{\dot{V}_{real}}{\dot{V}_{teorico}} = \frac{0,000273 \frac{m^3}{s}}{0,00032 \frac{m^3}{s}} = 85\%$$

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

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

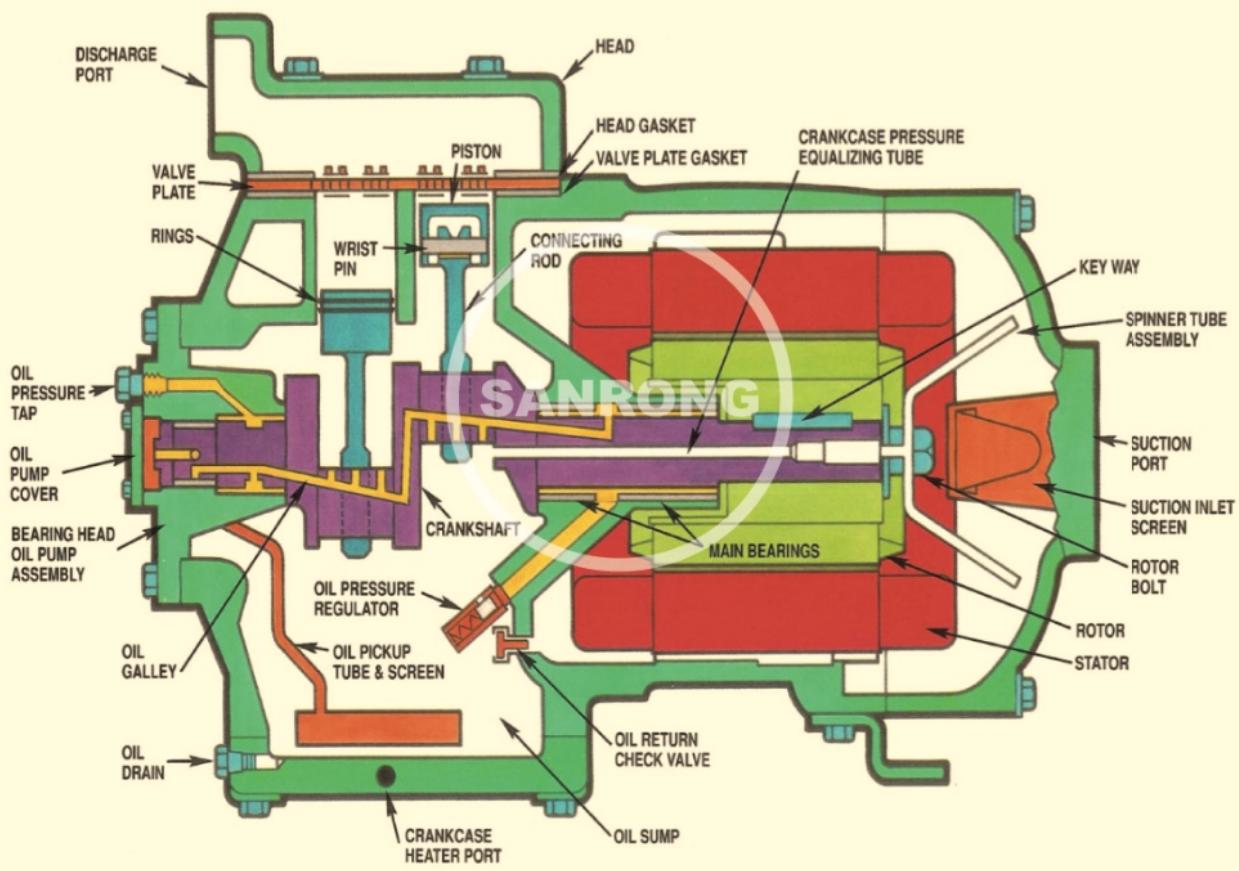
$$\rightarrow \vartheta_{descarga} = 74^\circ C$$

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.



06D Semi-Hermetic Compressor



2.1.1.3 Compresores abiertos

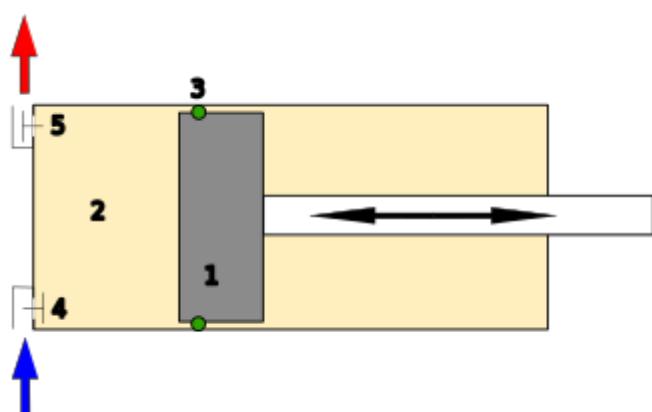
El cigüeñal es accionado por un motor externo al compresor. El motor se encuentra fuera del circuito refrigerante. El paso del cigüeñal a través de la carcasa del compresor requiere un elemento que garantice la estaqueidad. Es este uno de los puntos débiles del compresor abierto.



2.1.2 Clasificación de compresores por su técnica de compresión

2.1.2.1 Compresores alternativos de pistón (*piston or reciprocating compressor*)

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 estanquedad 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 estanqueidad.



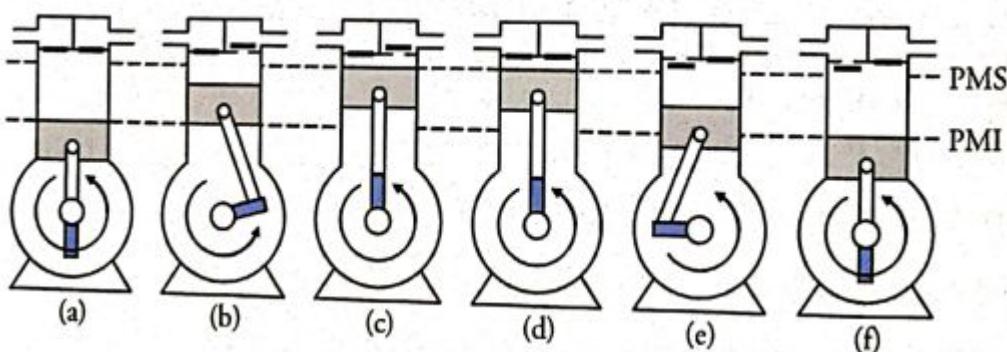
Paulino Posada



Fig. 16 de 59

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 (subida y bajada).



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).

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 de el PMS (d) hasta el momento que la baja presión abre la válvula de aspiración (e).

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 el PMS, los compresores alternativos se diseñan con un pequeño espacio (muerto) entre la parte superior del pistón y la placa de la válvula. El espacio muerto reduce el rendimiento del compresor, al mantener una pequeña cantidad de gas en su interior. El gas retenido en el espacio muerto, reduce el caudal volumétrico del compresor.

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), reduciéndose así el tamaño del compresor.

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.

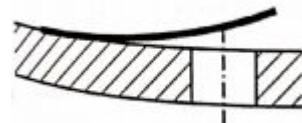
El eje del pistón actúa de unión entre el pie de la biela y el pistón, por cuya razón se denomina muchas veces eje de pie de biela. Se trata de un eje hueco que unas veces va fijo sobre el pie de la biela, y otras sobre el pistón, quedando libre una de las dos partes siempre para poder producir el movimiento 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 permitan 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 a continuación 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) y además, otro conducto taladrado en el interior del cigüeñal permite, a partir de los cuellos del mismo, engrasar las manivelas 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.

2.1.2.2 Compresores alternativos de pistón – ejemplos de cálculo

SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

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

COMPRESORES SEMIHERMÉTICOS

GEL GELPHA Gelphamatic

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

[https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Compresion Tarifa PVP SalvadorEscoda.pdf](https://www.salvadorescoda.com/tarifas/Compresion_Tarifa_PVP_SalvadorEscoda.pdf)

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/>

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

Refrigerante R-404a

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

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

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

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

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

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

Caudal volumétrico en la aspiración (sobrecaleamiento 35 K, aspiración 25 °C)

$$\dot{V}_{aspiracion-teorico} = 9,06 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 0,00252 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (\text{teórico, leido de la tabla de datos})$$

$$\frac{1}{\rho_{aspiracion}} = 0,054 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \rightarrow \rho_{aspiracion} = 18,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{m}_{teorico} = \dot{V}_{teorico} \cdot \rho_{aspiracion} = 0,00252 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 18,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,047 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Calor absorbido y potencia frigorífica

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

$$\dot{Q}_{E-teorico} = Q_E \cdot \dot{m}_{teorico} = 123 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 0,047 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 5,8 \text{ kW}$$

Potencia frigorífica tomada de la tabla $\dot{Q}_{E-real} = 4,648 \text{ kW}$

$$Q_E \cdot \dot{m}_{real} = \dot{Q}_{E-real}$$

$$Q_E \cdot \dot{m}_{teorico} = \dot{Q}_{E-teorico}$$

$$\rightarrow \frac{\dot{m}_{real}}{\dot{m}_{teorico}} = \frac{\dot{V}_{real}}{\dot{V}_{teorico}} = \frac{\dot{Q}_{E-real}}{\dot{Q}_{E-teorico}} = \frac{4,65 \text{ kW}}{5,8 \text{ kW}} = 0,802 \quad \text{rendimiento volumétrico } 80\%$$

Cálculo de \dot{m}_{real}

$$\dot{m}_{real} = 0,802 \cdot \dot{m}_{teorico} = 0,802 \cdot 0,047 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 0,0377 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

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

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

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

Caudales volumétricos reales en descarga y aspiración

$$\frac{1}{\rho_{descarga}} = 0,013 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \rightarrow \rho_{descarga} = 76,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{V}_{descarga} = \frac{\dot{m}_{real}}{\rho_{descarga}} = \frac{0,0377 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{76,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,00049 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{1}{\rho_{aspiracion}} = 0,54 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \rightarrow \rho_{aspiracion} = 18,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{V}_{aspiracion} = \frac{\dot{m}_{real}}{\rho_{aspiracion}} = \frac{0,0377 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}{18,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,002 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

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

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

Velocidad del refrigerante en la aspiración

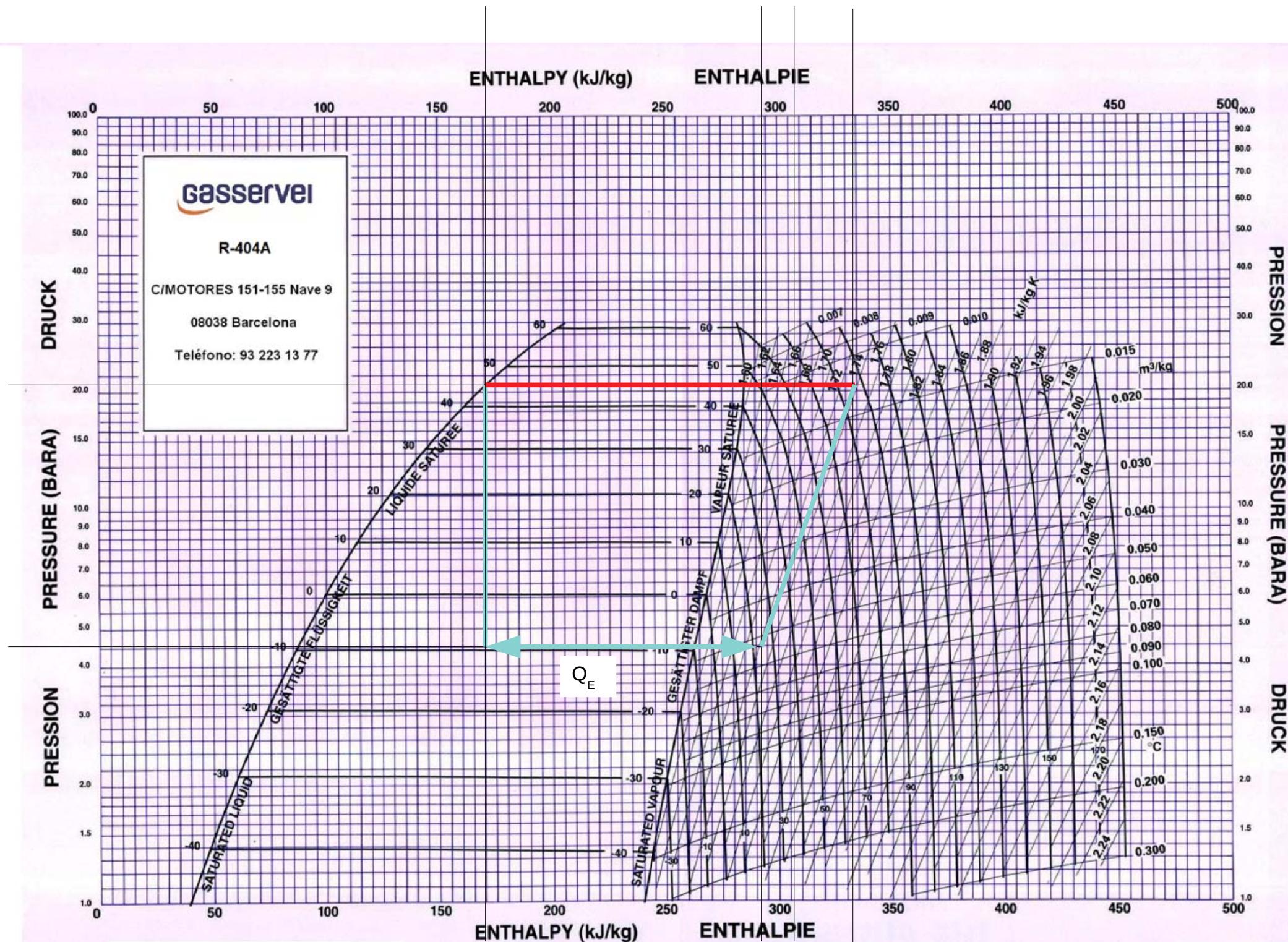
$$A = 3,14 \cdot \left(\frac{14,35 \text{ mm}}{2} \right)^2 = 161,6 \text{ mm}^2 = 0,0001616 \text{ m}^2$$

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

Velocidad del refrigerante en la descarga

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

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



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 R410A R507 SES36 S22L S22M

SOLKANE® 404A



t_c 72.05 °C **p_c** 37.29 bar **v_c** 2.055 dm³/kg

Datos de materiales

Vaporizador	Condensador	Compresor	Conducto de gas por aspiración
Temperatura -10.00 °C	Temperatura 45.00 °C	Rendimiento isotrópico 0.800 <input type="checkbox"/> Auto	Recalentamiento 0.00 K
Recaleamiento 30.00 K	Subenfriamiento 0.00 K		Pérdida de presión 0.00 bar
Pérdida de presión 0.00 bar	Pérdida de presión 0.00 bar		Conducto de gas de presión
Capacidad frigorífica 4.60 kW			Enfriamiento 0.00 K
	Cálculo		Pérdida de presión 0.00 bar

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

Potencias Proceso de una etapa

Vaporizador	4.60 kW	Índice de compresión	4.75
Condensador	6.35 kW	Diferencia de presión	16.14 bar
Compresor	1.75 kW	Caudal másico	38.101 g/s
		Caudal de volumen desplazado	7.32 m ³ /h
Conducto de gas por aspiración	0.000 kW	Potencia de enfriamiento volúm.	2262 kJ/m ³
Conducto de gas de presión	0.000 kW	Índice de potencia de enfriamiento	2.63

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 R507 SES36 S22L S22M

SOLKANE® 404A



t_c 72.05 °C **p_c** 37.29 bar **v_c** 2.055 dm³/kg

Datos de materiales

Vaporizador	Condensador	Compresor	Conducto de gas por aspiración
Temperatura -30.00 °C	Temperatura 45.00 °C	Rendimiento isotrópico 0.800 <input type="checkbox"/> Auto	Recalentamiento 0.00 K
Recaleamiento 30.00 K	Subenfriamiento 0.00 K		Pérdida de presión 0.00 bar
Pérdida de presión 0.00 bar	Pérdida de presión 0.00 bar		Conducto de gas de presión
Capacidad frigorífica 1.80 kW			Enfriamiento 0.00 K
	Cálculo		Pérdida de presión 0.00 bar

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

Potencias Proceso de una etapa

Vaporizador	1.80 kW	Índice de compresión	10.11
Condensador	2.95 kW	Diferencia de presión	18.42 bar
Compresor	1.15 kW	Caudal másico	16.789 g/s
		Caudal de volumen desplazado	6.63 m ³ /h
Conducto de gas por aspiración	0.000 kW	Potencia de enfriamiento volúm.	978 kJ/m ³
Conducto de gas de presión	0.000 kW	Índice de potencia de enfriamiento	1.57

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)

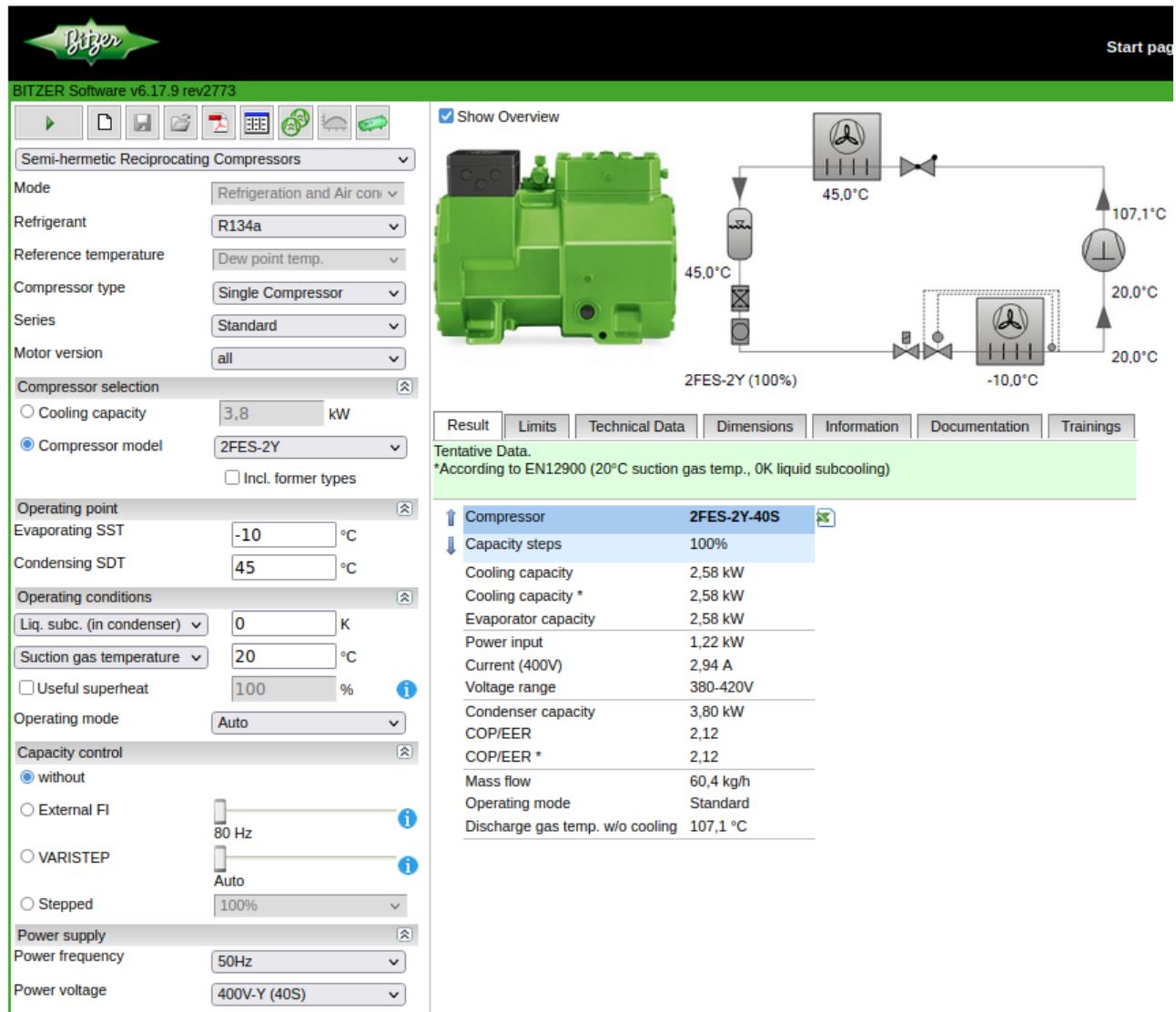
<https://www.bitzer.de/websoftware/Calculate.aspx?cid=1666281140526>

**Technical Data: ECOLINE single compressors**

Compressor model	Housing size	Motor version	Displacement at 1450 min ⁻¹	Number of cylinders	Refrigerating capacity Q _o				Oil charge	Weight	Maximum operating current ①	Maximum power consumption ②
					R1234yf		R454C					
					t _o / t _c 5°C / 50°C W	t _o / t _c -10°C / 45°C W	t _o / t _c -10°C / 45°C W	t _o / t _c -35°C / 40°C W	dm ³	kg	A	kW
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
											Δ / Y	

TECHNICAL AND PERFORMANCE DATA

Compressor type	Motor version	Displacement at 1450 min-1	Number of cylinders	Refrigerating capacity Q _o				Oil charge	Weight	Pipe connections		Motor	Max. operating current	Max. power consumption	I/F 70 Hz
				Q _o		R134a R404A				DL	SL				
				W	W	W	W			dm ³	kg	mm	mm	②	A
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 Software v6.17.9 rev2773

Mostrar Información general

Compresores de Pistones Semi-herméticos

Modo: Refrigeración y Aire acon

Refrigerante: R134a

Temperatura de referencia: Temp. en el punto de roci

Tipo de compresor: Compresor sólo

Serie: Estándar

Versión del motor: todo

Selección del compresor:

- Potencia frigorífica: 16 kW
- Modelo de compresor: 2FES-2Y
- Incluir modelos anteriores

Punto de funcionamiento:

- Temp. de evaporación: -10 °C
- Temp. de condensación: 45 °C
- Líquido subenfriado (des): 0 K
- Temperatura de gas aspir: 20 °C
- Recalentamiento útil: 100 %
- Modo de funcionamiento: Auto
- Regulación de capacidad: sin

Datos técnicos: 2FES-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 linea aspiración	16 mm - 5/8"
Conexión linea 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)

Refrigerante R-134a

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

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

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

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

$$v_{aspiración} = 20^\circ C$$

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

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

$$\dot{V}_{aspiracion} = 9,54 \frac{m^3}{h} = 0,00265 \frac{m^3}{s} \text{ indicado en simulación}$$

$$\frac{1}{\rho_{aspiracion}} = 0,12 \frac{m^3}{kg} \rightarrow \rho_{aspiracion} = 8,3 \frac{kg}{m^3}$$

$$\dot{m}_{diagrama} = \dot{V}_{aspiracion} \cdot \rho_{aspiracion} = 0,00265 \frac{m^3}{s} \cdot 8,3 \frac{kg}{m^3} = 0,022 \frac{kg}{s} \text{ (diagrama p h)}$$

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

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

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

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

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

$$Q_E = h_1 - h_4 = 320 \frac{kJ}{kg} - 166 \frac{kJ}{kg} = 154 \frac{kJ}{kg} \rightarrow \dot{Q}_E = Q_E \cdot \dot{m} = 154 \frac{kJ}{kg} \cdot 0,022 \frac{kg}{s} = 3,38 kW$$

$$W_C = h_2 - h_1 = 388 \frac{kJ}{kg} - 320 \frac{kJ}{kg} = 68 \frac{kJ}{kg} \rightarrow P_{comp} = W_C \cdot \dot{m} = 68 \frac{kJ}{kg} \cdot 0,022 \frac{kg}{s} = 1,5 kW$$

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

Velocidad del refrigerante en la aspiración

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

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,00265 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0001616 \text{ m}^2} = 16,4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

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

$$\frac{1}{\rho_{descarga}} = 0,024 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \rightarrow \rho_{descarga} = 41,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\dot{m} = \dot{V}_{aspiracion} \cdot \rho_{aspiracion} = \dot{V}_{descarga} \cdot \rho_{descarga} \rightarrow$$

$$\dot{V}_{descarga} = \dot{V}_{aspiracion} \cdot \frac{\rho_{aspiracion}}{\rho_{descarga}} = 0,00265 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{8,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{41,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,00053 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Velocidad del refrigerante en la descarga

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

$$v = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{0,00053 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,00009811 \text{ m}^2} = 5,37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cálculo del caudal volumétrico teórico en la aspiración

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 en m

N número de cilindros

RPM revoluciones por minuto

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

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

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

Caudal volumétrico calculado con el caudal másico indicado en la simulación

$$\dot{m}_{simulacion} = 60,04 \frac{kg}{h} = 0,0167 \frac{kg}{s} \quad \text{con} \quad \frac{1}{\rho_{aspiracion}} = 0,12 \frac{m^3}{kg} \rightarrow$$

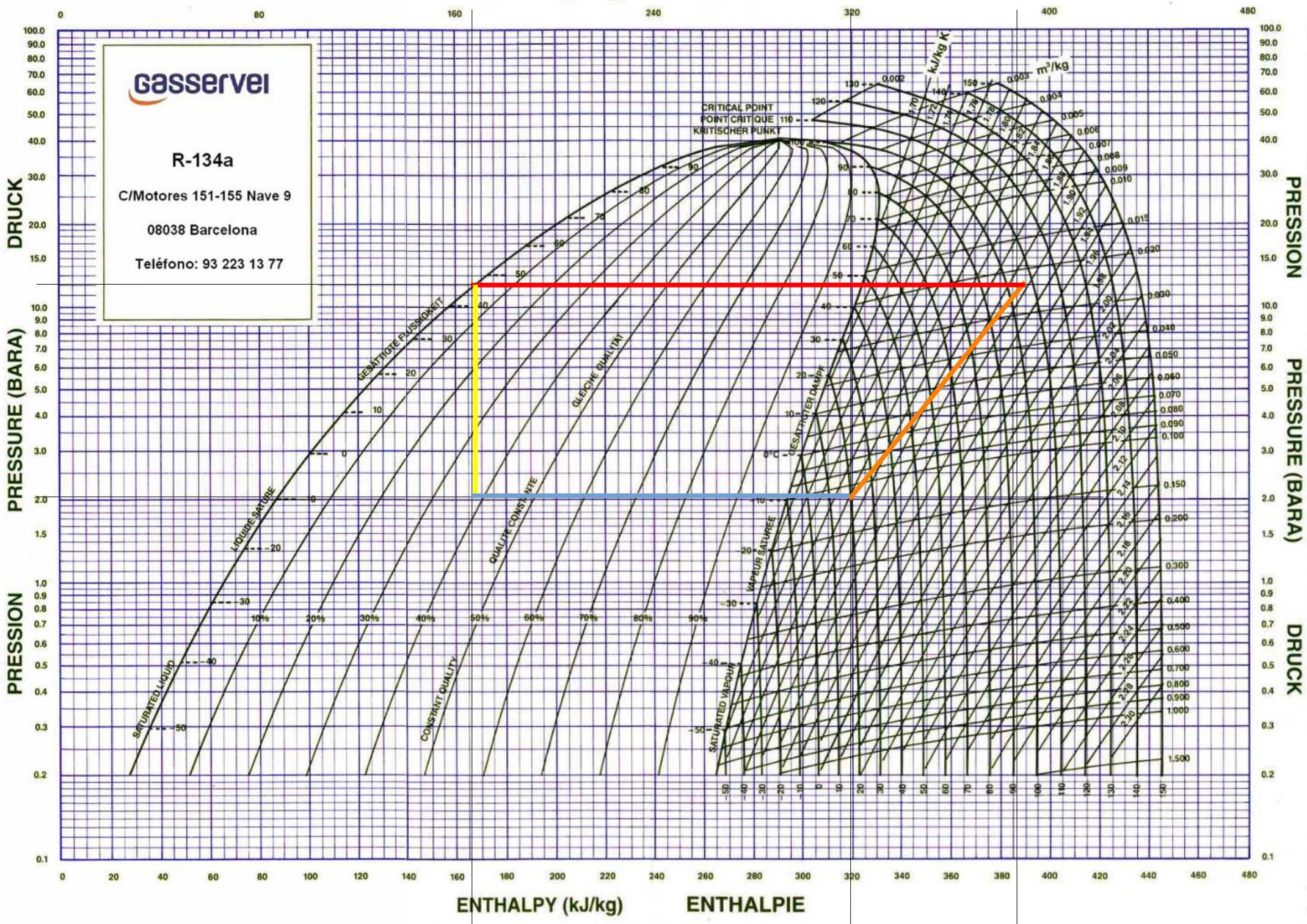
$$\dot{V}_{simulacion} = \frac{\dot{m}}{\rho_{descarga}} = 0,0167 \frac{kg}{s} \cdot 0,12 \frac{m^3}{kg} = 0,002 \frac{m^3}{s} = 7,2 \frac{m^3}{s}$$

Rendimiento volumétrico

$$\eta_{volumetrico} = \frac{\dot{V}_{simulacion}}{\dot{V}_{teorico}} = \frac{7,2 \frac{m^3}{s}}{9,53 \frac{m^3}{s}} = 0,76 = 76\%$$

ENTHALPY (kJ/kg)

ENTHALPIE



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.

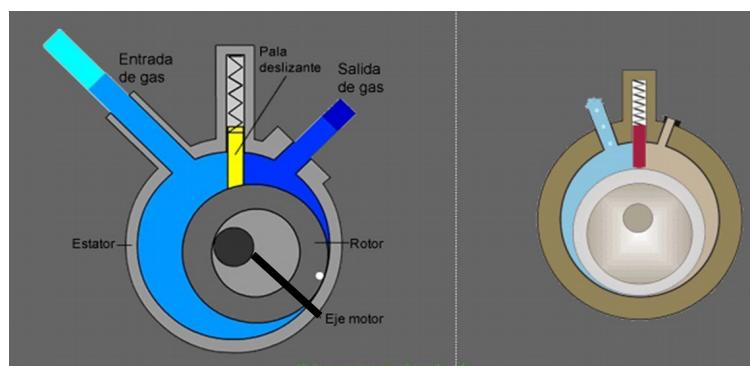
Regulación de capacidad en compresores alternativos

[https://www.chemengonline.com/reciprocating-compressors-startup-and-capacity-control-methods/?
pagenum=2](https://www.chemengonline.com/reciprocating-compressors-startup-and-capacity-control-methods/?pagenum=2)

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 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.



vídeo compresor de pistón rodante

<https://www.youtube.com/watch?v=NlBvf75GAO8>

A

COMPRESOR HERMÉTICO ROTATIVO PARA AIRE ACONDICIONADO



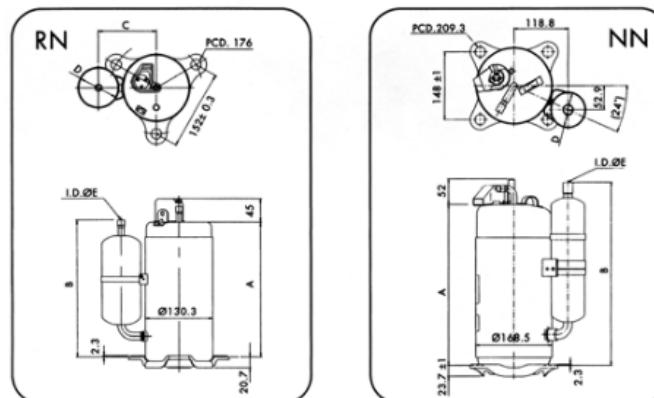
SIAM COMPRESSOR INDUSTRY
MITSUBISHI ELECTRIC GROUP



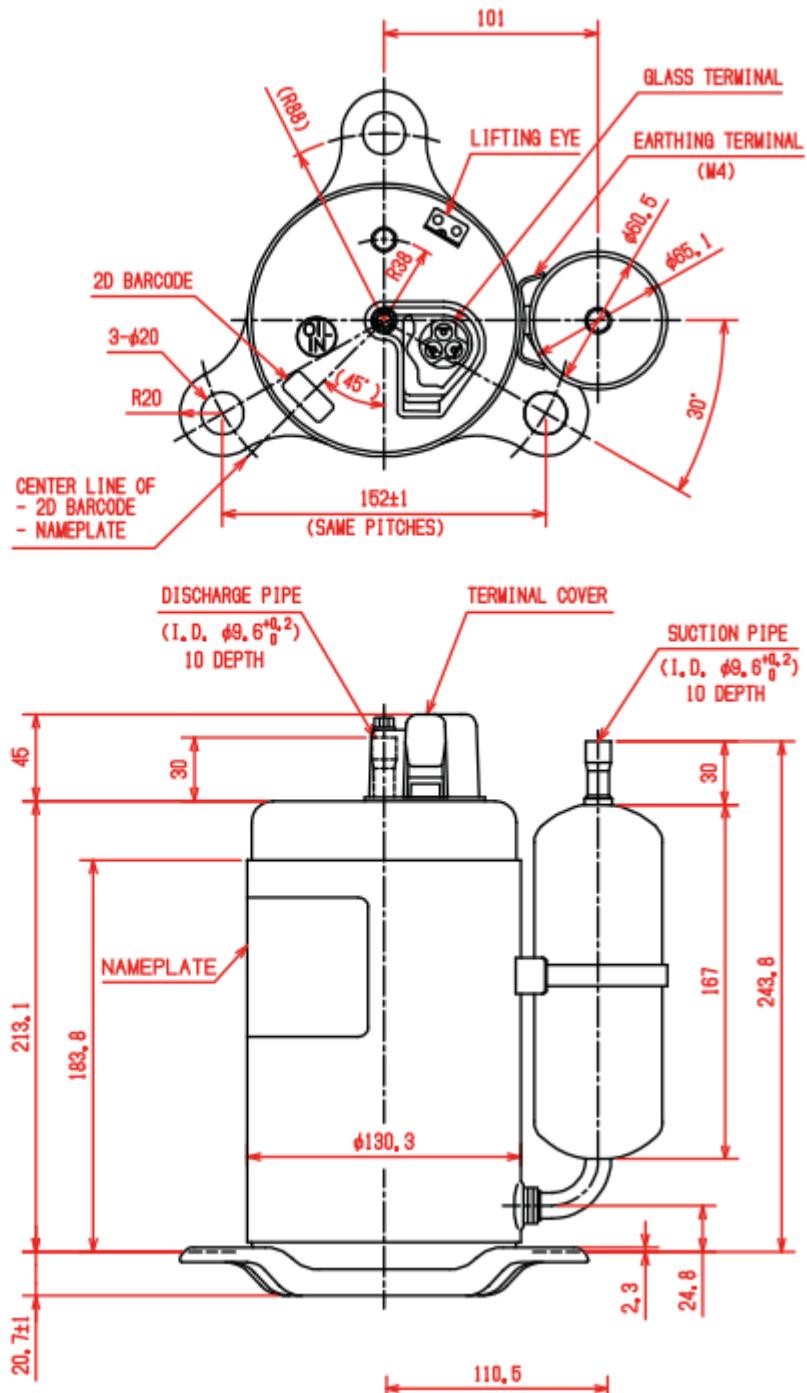
«R-410A»

Código	Modelo	Condensador mF	BTU	Rend. (Kcal/h)	€
MOTOR MONOFASICO 220 V II 50Hz					
MF 15 101	RN092VHSMT	20	7.643	1.926	240,00
MF 15 103	RN099VHSMT	25	8.155	2.055	243,00
MF 15 104	RN104VHSMT	25	8.564	2.159	247,00
MF 15 107	RN125VHSMT	25	10.407	2.623	300,00
MF 15 109	RN135VHSMT	30	11.225	2.829	283,00
MF 15 111	RN145VHSMT	30	12.181	3.070	311,00
MF 15 113	RN165VHSMT	30	13.887	3.500	297,00
MF 15 115	RN196VHSMT	40	16.378	4.128	326,00
MF 15 116	RN220VHSMT	40	18.700	4.713	335,00
MF 15 135	NN25VBAMT	50	19.790	4.988	509,00
MF 15 121	NN29VAAMT	55	25.249	6.364	553,00
MF 15 123	NN33VAAMT	55	28.968	7.301	588,00
MF 15 124	NN37VAAMT	60	32.073	8.084	588,00
MF 15 125	NN40VAAMT	60	34.802	8.772	580,00

Modelo	Entrada		Entrada nominal		Capacidad	Peso	Aceite	Dimensiones (mm)				
	Watios	Amp.	HP	kW				A	B	C	D	E
RN092VHSMT	770	3,6	0,80	0,60	20/370	13,6	300	213,1	243,8	101,0	60,5	9,6
RN099VHSMT	820	3,8	0,87	0,65	25/370	13,6	300	213,1	243,8	101,0	60,5	9,6
RN104VHSMT	865	4,0	0,94	0,70	25/370	13,6	300	213,1	243,8	101,0	60,5	9,6
RN125VHSMT	1.050	4,9	1,07	0,80	25/370	13,6	300	213,1	243,8	101,0	60,5	9,6
RN135VHSMT	1.120	5,2	1,21	0,90	30/370	15,7	520	257,5	260,5	110,5	74,0	12,7
RN145VHSMT	1.220	5,8	1,34	1,00	30/370	15,7	520	257,5	260,5	110,5	74,0	12,7
RN165VHSMT	1.410	6,6	1,47	1,10	30/400	15,7	520	257,5	260,5	110,5	74,0	12,7
RN196VHSMT	1.680	7,9	1,74	1,30	40/370	15,7	520	257,5	260,5	110,5	74,0	12,7
NN23VBAMT	1.950	9,2	2,01	1,50	50/400	29,2	1.200	327,8	318,6	–	74,0	16,0
NN29VAAMT	2.440	11,2	2,55	1,90	55/400	30,4	1.200	342,8	393,6	–	74,0	16,0
NN33VAAMT	2.800	13,1	2,95	2,20	55/420	31,9	1.300	342,8	393,6	–	74,0	16,0
NN37VAAMT	3.130	14,7	3,35	2,50	60/420	31,9	1.300	342,8	393,6	–	74,0	19,1
NN40VAAMT	3.430	16,1	3,62	2,70	60/420	31,9	1.300	342,8	393,6	–	74,0	19,1



Drawing
Number
04



RN/RNT Fixed Speed Rotary Compressor for R-410A

Models	Capacity		Input		Nominal Output		COP.	EER.	Run Cap.	Weight	Oil (cc.)	Drawing Number	
	W	Kcal/hr	Btu/hr	Watt	Amps	HP	KW.	(W/W)	(Btu/hr*w)	(mF/VAC)	(kgs.)		
a) Electrical 50 Hz : 220 – 240 Volt : 1 Phase													
RN092VHSMT	2,240	1,926	7,643	770	3.60	0.8	0.60	2.91	9.93	20/370	13.8	300	4
RN096VHSMT	2,340	2,012	7,984	805	3.70	0.9	0.65	2.91	9.92	20/370	13.8	300	4
RN099VHSMT	2,390	2,055	8,155	820	3.80	0.9	0.65	2.91	9.94	25/370	13.7	300	4
RN104VHSMT	2,510	2,158	8,564	865	4.00	0.9	0.70	2.90	9.90	25/370	13.8	300	4



Ejemplo 2.1.2.3.1-1

Compresor rotativo SIAM Compresor RN104VHSMT

R410A → sustituye R22 → R-32 + R-125

Precio 247 euros.

<https://www.siamcompressor.com/siamcompressor/assets/file/SCI%20rotary%20catalogue%20English.pdf>

Conversión $\frac{kcal}{h}$ a W:

1 kcal = 4,19 kJ es la energía calorífica necesaria para aumentar la temperatura de 1 kg de agua 1 K.

BTU (British Thermal Unit) 1 BTU = 1055 J

Potencia frigorífica según tabla 8564 $\frac{BTU}{h}$ →

$$8564 \frac{BTU}{h} \cdot 1,055 \frac{kJ}{BTU} = 9030 \frac{kJ}{h} = 2,51 kW = \dot{Q}_{E-real}$$

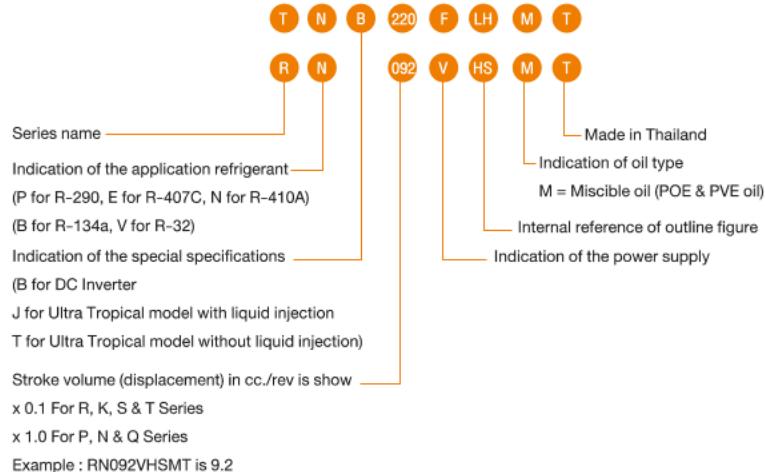
$$1 \frac{kcal}{h} = 4,19 \frac{kJ}{h} = 4190 \frac{J}{3600} s = 1,16 W$$

$$\text{Potencia frigorífica } 2159 \frac{kcal}{h} = 2513 W$$



Rotary Compressor

General Information SCI R-410A, R-134a, R-32, R-407C, R-290, Ultra Tropical



Power Supply Symbol

Symbol	Phase	Rated Voltage (V)	Rated Frequency (Hz)	Note
N	1	208 - 230	60	-
V	1	220 - 240	50	-
W	1	115 - 120	60	A
C	1	200 - 220	50	A
H	1	265 - 277	60	A
T	3	200/200 - 230	50/60	B
Y	3	380 - 415/400(460)	50/60	B
F	3	Inverter	Variable	-

Note : A = Available in some model of R series

B = Available in some model of N series

RN104VHSMT

R → serie

N → R-410A

104 → $V_{desplazado} = 10,4 \text{ cm}^3$

V → 220-240 V, 50 Hz

M → aceite

T → Fabricado en Tailandia

Cálculo de $\dot{V}_{desplazado}$ frecuencia 50 Hz → $2880 \text{ RPM} = \frac{48}{s}$

$$\dot{V}_{desplazado} = 2880 \text{ RPM} \cdot V_{compresion} = \frac{48}{s} \cdot 10,4 \text{ cm}^3 = 499 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 0,0005 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Condiciones de trabajo ASHRAE

Testing Condition

ASRE-T Testing Condition : Evaporating Temp. 7.2°C (45°F), Return Gas Temp. 35°C (95°F), Condensing Temp. 54.4°C (130°F), Liquid Temp. 46°C (155°F), Ambient Temp. 35°C (95°F)

ARI Testing Condition : Evaporating Temp. 7.2°C (45°F), Return Gas Temp. 18.3°C (65°F), Condensing Temp. 54.4°C (130°F), Liquid Temp. 46°C (115°F), Ambient Temp. 35°C (95°F)

$$v_C = 54,4^\circ C \rightarrow T_C = 327,4 K \rightarrow p_C = 34 \text{ bar}$$

$$v_E = 7,2^\circ C \rightarrow T_E = 280,2 K \rightarrow p_E = 9,8 \text{ bar}$$

$$R_C = \frac{p_C}{P_E} = \frac{34 \text{ bar}}{9,8 \text{ bar}} = 3,5$$

$$v_1 = 35^\circ C \rightarrow h_1 = 350 \frac{kJ}{kg} \rightarrow v_1 = 0,032 \frac{m^3}{kg}$$

$$v_3 = 46^\circ C \rightarrow h_{3/4} = 178 \frac{kJ}{kg}$$

$$\text{Obtención de } Q_E = h_1 - h_4 = 350 \frac{kJ}{kg} - 178 \frac{kJ}{kg} = 172 \frac{kJ}{kg}$$

Cálculo de \dot{m}

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_E}{Q_E} = \frac{2,513 \text{ kW}}{172 \frac{kJ}{kg}} = 0,0146 \frac{kg}{s}$$

Cálculo de

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,0146 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 0,032 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,00047 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Rendimiento volumétrico

$$\eta_{volumetrico} = \frac{\dot{V}_1}{\dot{V}_{desplazado}} = \frac{0,00047 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,0005 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 94$$

Potencia del compresor $P_{comp} = 0,7 \text{ kW}$ obtenida de la tabla de datos

Cálculo de $W_C = \frac{P_{comp}}{\dot{m}_{real}} = \frac{0,7 \text{ kW}}{0,0146 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} = 47,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

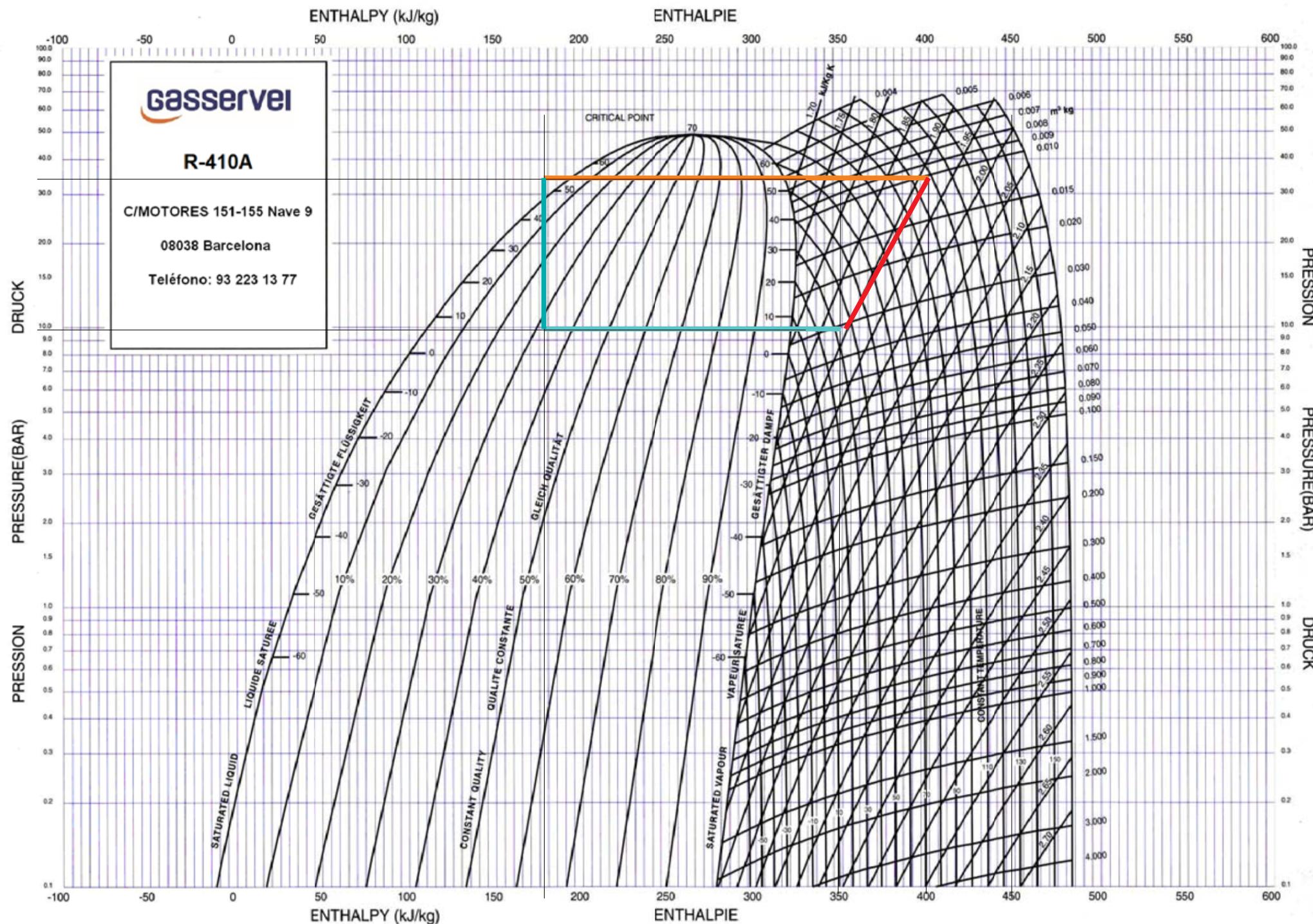
$$\rightarrow h_2 = h_1 + W_C = 350 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 47,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 397,9 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

→ Temperatura de descarga $v_C = 109^\circ\text{C}$

$$EER_{ciclo} = \frac{\dot{Q}_E}{P_{comp}} = \frac{2,51 \text{ kW}}{0,7 \text{ kW}} = 3,6$$

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

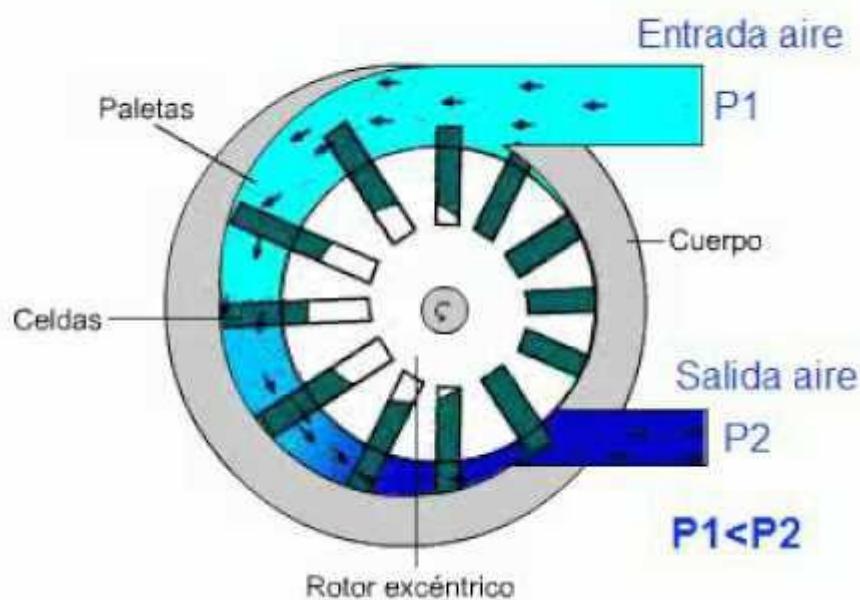
Toma descarga 3/8" - diámetro interior 8 mm – diámetro exterior 9,52 mm



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 de forma excéntrica respecto al estator, deslizando las palas sobre la superficie del estator. El rotor es un cilindro con ranuras radiales en las que las palas están sujetas 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.

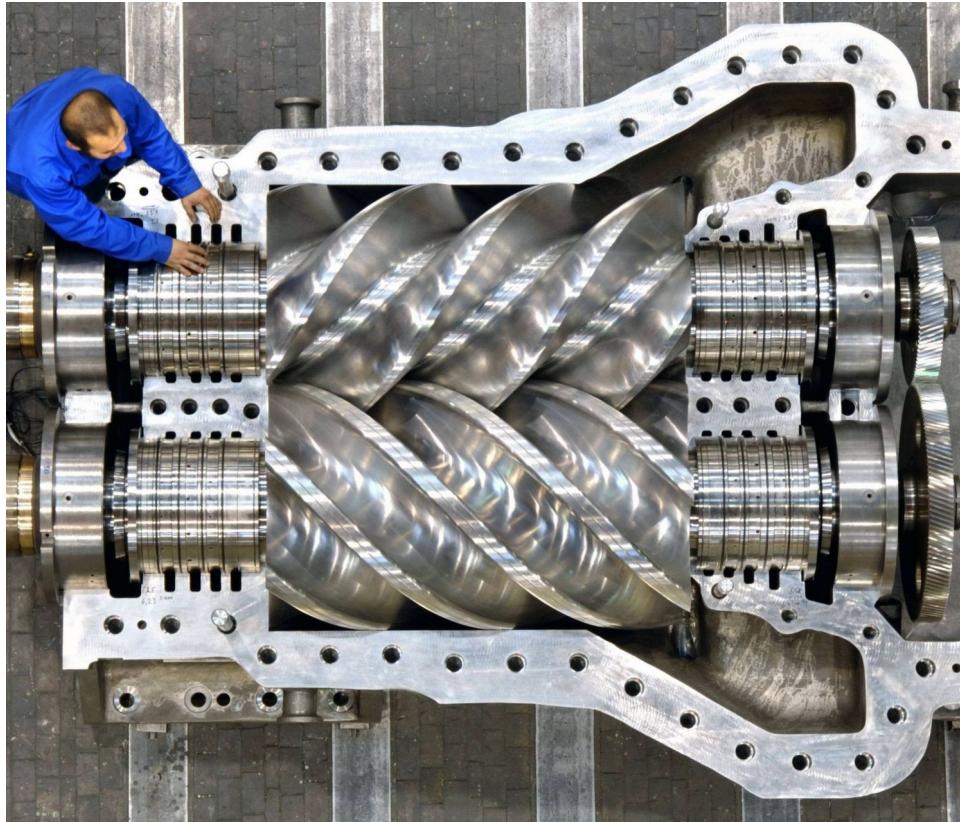
Cada una de las cámaras de trabajo se comporta de forma similar a un cilindro, donde cada lóbulo del rotor conductor hace de pistón, que primero cierra y después comprime el volumen atrapado. A diferencia del compressor alternativo, se han eliminado el cigüeñal, el espacio residual y las válvulas de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





Vídeo compresor espiral

<https://youtu.be/Ov6yGngTzhc>

<https://youtu.be/wqNTYLIDaxs>



Technical Data

Model	Motor version	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 ⑦ 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	–	–	–	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	–	–	–	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	–	–	29.9	–	100/75/45	174		58	37

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Start page

Semi-hermetic Screw Compressors HS

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

Show Overview

Result | Limits | Technical Data | Dimensions | Information | Documentation | Trainings

Additional cooling/ Limitations (see Limits)!
*According to EN12900 (10K suction gas superheat, OK 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					
Sound measurement						

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 (antiretorno) 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 y descarga.
- Elevada fiabilidad de funcionamiento.
- Funcionamiento extremadamente silencioso.

Inconvenientes del compresor SCROLL:

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

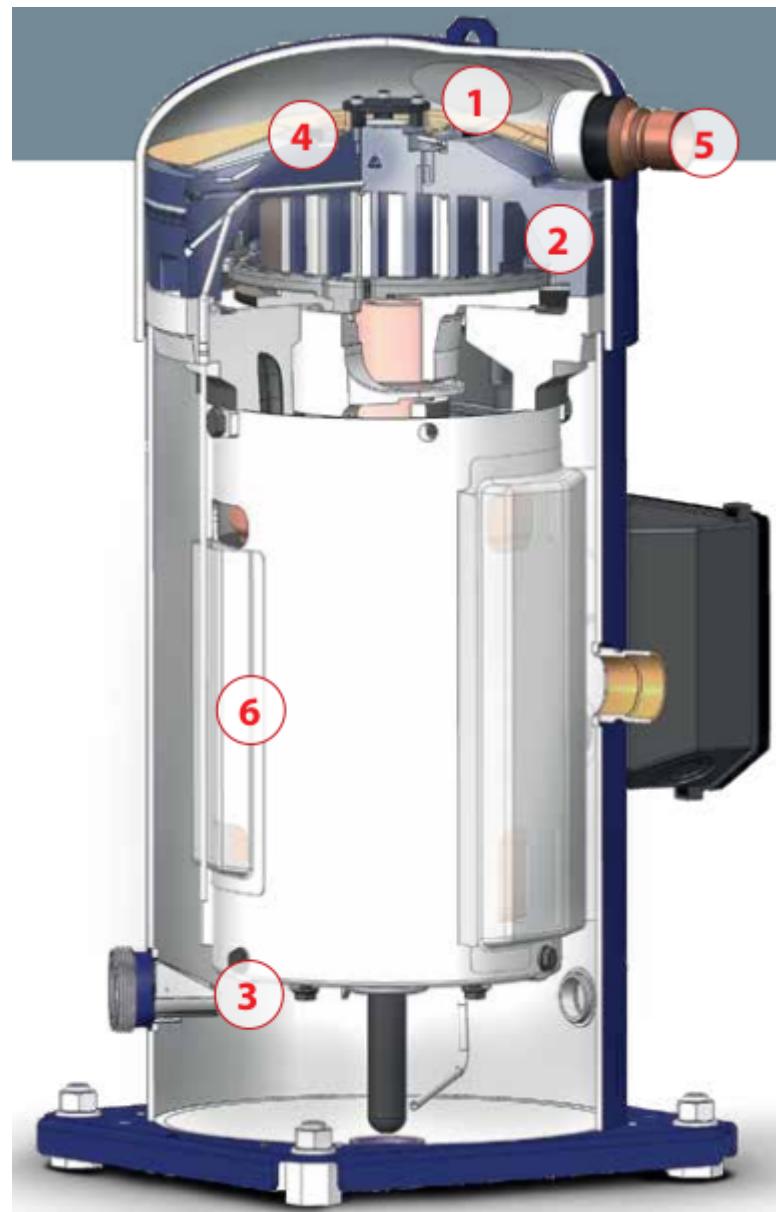
Imagen espirales

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: T^a evaporación: 7,2°C - T^a condensación: 54,4°C - T^a líquido: 46,1°C - T^a retorno gas: 18,3°C - T^a 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

BITZER Software v6.17.9 rev2773

Compressor selection

- Cooling capacity 3 kW
- Compressor model GSD60120VA i
- 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 % i

Capacity control

- without
- External FI

Power supply

- Power frequency 50Hz
- Power voltage 400V-Y (4)

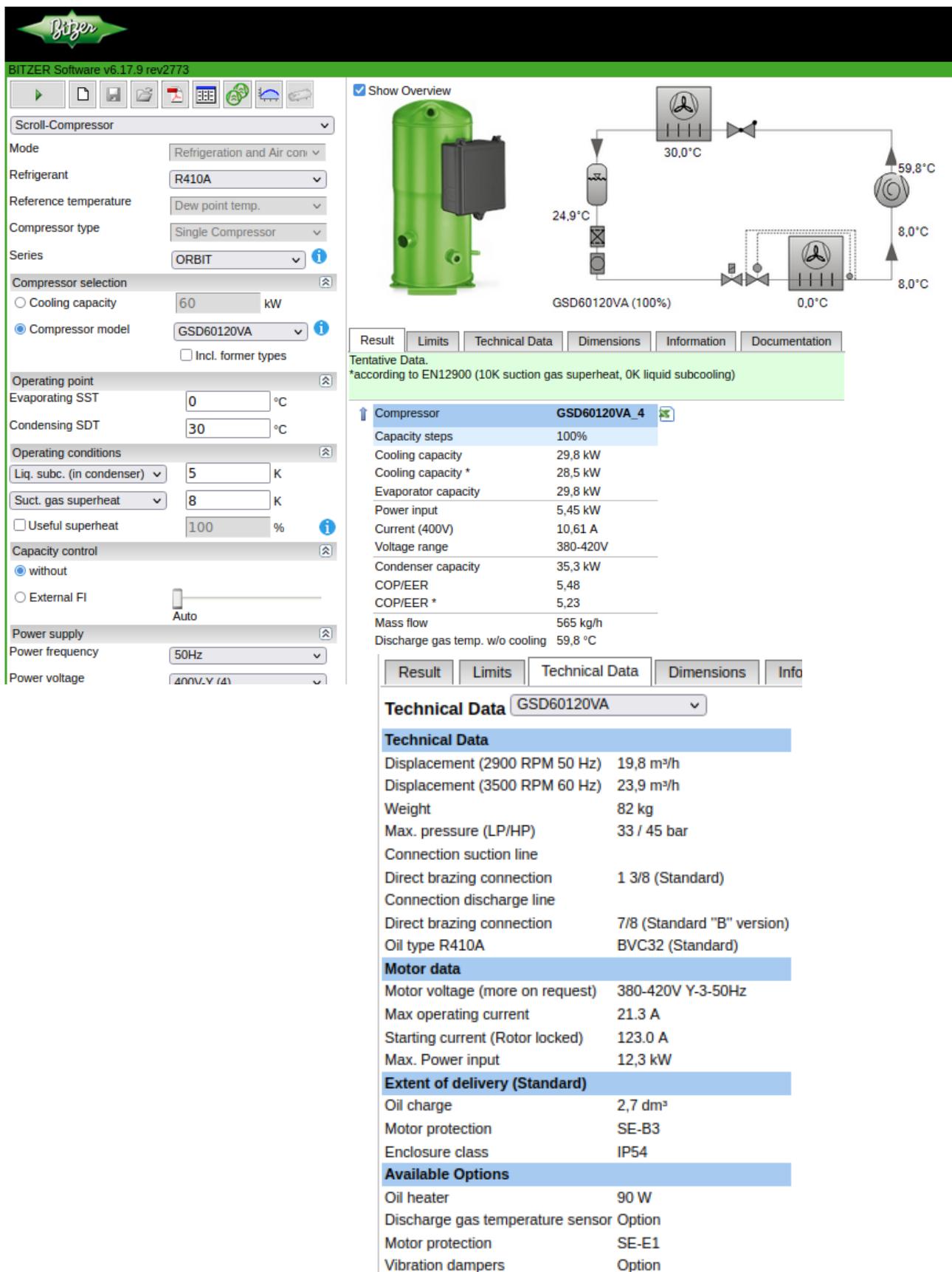
Technical Data GSD60120VA

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 teórico y caudal de masa real
- j) Rendimiento volumétrico
- k) EER
- l) Temperatura de descarga

Ejercicio 2.2-5



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 teórico y caudal de masa real
- j) Rendimiento volumétrico
- k) EER
- l) Temperatura de descarga

Ejercicio 2.2-6

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 teórico y caudal de masa real
- j) Rendimiento volumétrico
- k) EER
- l) Temperatura de descarga

Ejercicio 2.2-7

Compara las potencias frigoríficas y rendimientos de los compresores de los ejercicios 2.2-4, 5 y 6.

¿Qué diferencias hay y como se pueden explicar?